

# TRIANGLE

ENGINEERING LTD

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE STEEL FRAMING

62 Main Street, 2<sup>nd</sup> Floor, Suite 6, Gibraltar

Telf: +350 20070110

Mov: +350 57092000

Email: [info@triangle.gi](mailto:info@triangle.gi)

[www.triangle.gi](http://www.triangle.gi)



## TRIANGLE ENGINEERING LTD: EMPRESA DEDICADA AL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE STEEL FRAMING

Triangle Engineering Ltd es una empresa británica nacida en Gibraltar en el año 1995, dedicada al diseño y montaje de estructuras metálicas. En el año 2014 la empresa se introdujo en el mundo del Steel Framing. Desde entonces ha llegado a ser la empresa líder en el mercado de Gibraltar. Este tipo de estructuras son ampliamente conocidas y utilizadas en el Reino Unido. Los ingenieros titulados británicos están ampliamente familiarizados con el sistema y tienen habilidad desarrollada para diseñar y ejecutar los proyectos. La supervisión por los organismos de control en Reino Unido es muy alta y cualificada. Triangle Engineering Ltd cuenta con un equipo de ingenieros titulados en Reino Unido y en España que se dedican al diseño estructural con acero. Tienen una sólida base teórica, y amplia experiencia tanto en el cálculo estructural como en la dirección de obras de estructuras de acero.

Triangle Engineering Ltd es una empresa que aglutina conocimientos y experiencias diversas en el diseño y construcción de edificios basados en perfilera ligera de acero galvanizado, sistema conocido internacionalmente con el nombre de Light Gauge Steel Framing (LGSF), o Cold Formed Steel (CFS) ó Steel Framing en España. Con la experiencia que hemos adquirido en Reino Unido durante los últimos 7 años, podemos afirmar que se trata probablemente del único modo razonable de desarrollar una arquitectura de montaje tan en consonancia con la nueva industrialización a la que está abocada la construcción hoy en día. Nos parece que el éxito de este tipo de construcción se encuentra, por una parte, en el gran avance de los procesos de galvanización de la chapa de acero, que hacen tan duraderas este tipo de estructuras, y por otra, en la puesta al alcance de arquitectos e ingenieros de los procedimientos de análisis de esfuerzos en estructuras de chapa delgada conformada en frío, en especial la norma europea EUROCÓDIGO 3 parte 1-3.

Triangle Engineering Ltd quiere aprovechar el nicho de mercado que es el Steel Framing en España, y recientemente ha abierto sucursal en España. Porque el Steel Framing es una de las alternativas más razonables a la construcción clásica.

Triangle Engineering Ltd ofrece los servicios necesarios para que arquitectos, ingenieros, inversores y constructoras puedan completar sus proyectos de light guage steel frame.

El equipo de ingeniería realiza:

### 1.- Predimensionado estructural y medición de materiales:

Se presenta una solución y su modelo básico para cada proyecto de forma personalizada. Se aporta el listado de materiales necesario para ejecutar el proyecto. Con esta información, el cliente puede solicitar ofertas a fabricantes de perfiles metálicos, materiales base de soporte para revestimiento como tableros de OSB 3, plywood o cemento y precio de montaje. Las empresas montadoras pueden estimar el programa de montaje.

Esta información es muy útil para realizar comparativos, tanto de los precios de las empresas que compiten en el sector de la construcción en seco, como para comparar los costes y el programa de ejecución del sistema Steel Framing con el sistema de construcción húmedo tradicional.

2.- Informe de Cálculo y Diseño Estructural:

Se elabora un diseño de la estructura que encaje con las especificaciones del cliente. Se analiza el diseño de la estructura de acuerdo a la normativa de aplicación en cada territorio. Se redactan los informes técnicos con los cálculos y verificación de los diseños para perfiles y uniones. Se adjunta los planos de estructura y planos de detalles típicos constructivos adaptados al proyecto analizado y se localizan sobre los planos estructurales. La documentación gráfica entregada es suficiente para que los montadores puedan ejecutar la obra.

3.- Visitas y asistencia técnica en obra:

El equipo técnico hace el seguimiento del montaje en obra. Se comprueba que la ejecución es fiel al diseño teórico. Se comprueba la calidad de la ejecución. Se resuelven dudas y problemas que puedan surgir durante el trascurso de la ejecución de la estructura.

Equipo de montaje:

Respecto al equipo de montaje, Triangle Engineering Ltd cuenta con profesionales que llevan muchos años trabajando el sistema Steel Framing tanto en Inglaterra, como en Gibraltar. Este sistema necesita de personal experimentado porque la estructura ha sido concebida para que trabaje como conjunto. Para ello es fundamental que la disposición de los perfiles sea la correcta en cada caso, que las uniones se ejecuten perfectamente, que los forjados funcionen realmente como un diafragma. Estos equipos conocen la secuencia de montaje óptimo para reducir los tiempos de montaje y para trabajar de forma segura. Triangle Engineering Ltd cuenta con instalaciones donde los equipos de montadores prefabrican los muros y forjados, para aquellos proyectos en los que el espacio de trabajo en obra y los medios lo permitan.

## STEEL FRAMING

El sistema de Steel Framing puede ser relativamente novedoso en España, pero tiene una alta implantación en los países anglosajones donde se inició. Surge como alternativa a la construcción de estructuras de madera. Pero, gracias a que el acero tiene la mejor relación del mercado de resistencia frente a su propio peso se acaba imponiendo en el negocio de la construcción en seco. Los materiales que se utilizan para sus acabados interiores y exteriores son comercializados por marcas conocidas y suministradores cercanos, como son el SATE o los placados de yeso.

En España suele tenderse a confiar en que los materiales y sistemas empleados por los países del norte de Europa son de máxima calidad. La estructura ligera y la construcción en seco son lo habitual en el norte de Europa, donde la ejecución de las obras es muy rigurosa y donde se sufren climas muy adversos. Si este tipo de construcción es el adecuado para Alemania, Francia, Inglaterra, etc., tiene que ser el sistema adecuado para construir en España también.

En Triangle Engineering Ltd estamos convencidos de que este tipo sistema constructivo acabará teniendo una cuota de mercado importante en el negocio de la construcción a corto/medio plazo dada todas sus ventajas económicas y técnicas, de entre las que destacamos:

### Ventajas estructurales

Es un sistema para el que su diseño y justificación está completamente recogido en las normas de aplicación en el territorio Europeo y Español con la EN-1993 (Eurocódigo), CTE-DB-SE-A y EAE-2011.

Son estructuras que pesan mucho menos. Esto tiene una influencia directa sobre el dimensionado de la cimentación ya que las reacciones que provocan son de un orden muy inferior a las de la construcción clásica. Hay un ahorro desde la partida de rebaje del terreno, material de relleno y filtrado, el acero de refuerzo y hasta el hormigonado.

Estas estructuras, como decimos, transmiten mucha menos carga sobre la base existente. Esto es muy ventajoso cuando se tratan de proyectos de reformas o rehabilitación sobre edificios en los que por ejemplo se quieren construir nuevas plantas. La intervención sobre el edificio existente es mínima en comparación con una ampliación de construcción clásica, y a veces es determinante para conseguir los permisos de las autoridades competentes para ejecutar un proyecto.

### Seguridad frente a terremotos

Son las estructuras que mejor se comportan frente al sismo porque la masa de la estructura está directamente relacionada con la energía con la que responde un edificio cuando es sacudido por un seísmo. La alta rigidez que se consigue en sus muros gracias a un correcto diseño y a los materiales de recubrimiento hacen que su frecuencia se aleje mucho de la frecuencia de un seísmo y el punto de resonancia es más improbable en este caso que con la construcción clásica. Esto se apoya sobre la experiencia que ya ha habido en países en los que el

seísmo es algo relativamente habitual. Esta información está al alcance de cualquiera que se interese por este tema, así se puede consultar por ejemplo el artículo técnico del Ingeniero Civil Roberto G.C. Dannemann en el siguiente enlace:

[http://www.arquitecturaenacero.org/sites/default/files/adjuntos/articulo\\_dannemann\\_lsf.pdf](http://www.arquitecturaenacero.org/sites/default/files/adjuntos/articulo_dannemann_lsf.pdf)

O la grabación de un ensayo de laboratorio llevado a cabo por la universidad de San Diego en California en Estados Unidos, para comprobar la resistencia al seísmo de un edificio de seis plantas con una estructura de light gauge steel:

<https://www.youtube.com/watch?v=AVvll76OgmU>

### Seguridad Frente al fuego

El sistema más comúnmente utilizado para proteger el Steel Framing frente al riesgo de colapso por la acción del fuego es el placado de yeso. Se aplican el número de placas según características técnicas certificadas por el fabricante tanto a muros estructurales como a forjados de manera que se consigue justificar que el edificio es seguro frente a incendios, de acuerdo a lo que indica el Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación. La variedad de placas de yeso en el mercado con marcado CE, que son ignífugas, los diferentes espesores, dimensiones y precios es innumerable.

### Durabilidad

El acero galvanizado con recubrimiento estándar Z275, reúne las características aptas para un clima marítimo. Esto implica una mayor “barrera” o “defensa” a la corrosión por algún tipo de infiltración de la humedad.

Generalmente, el grado de corrosión del zinc en una vivienda es muy bajo. De acuerdo a un estudio realizado durante más de 3 años por la British Steel en los Laboratorios Welsh, sobre un muestreo de más de 15 viviendas localizadas en distintas zonas de Inglaterra (urbana, rural, marina e industrial), la corrosión del zinc es menor que 0.1 µm para un periodo de 3 años. The Steel Construction Institute de Reino Unido, ha realizado su propio estudio, que está disponible en el siguiente link: <https://steel-sci.com/assets/downloads/LSF/ED022%20Download.pdf> donde se detallan resultados de muestreos realizados en edificios de estructuras de light gauge steel para diferentes ubicaciones, y se concluye que la vida útil de un edificio de estas características se puede estimar en 250 años de media. Esta expectativa, está muy por encima de lo que se establecen en las normas constructivas.

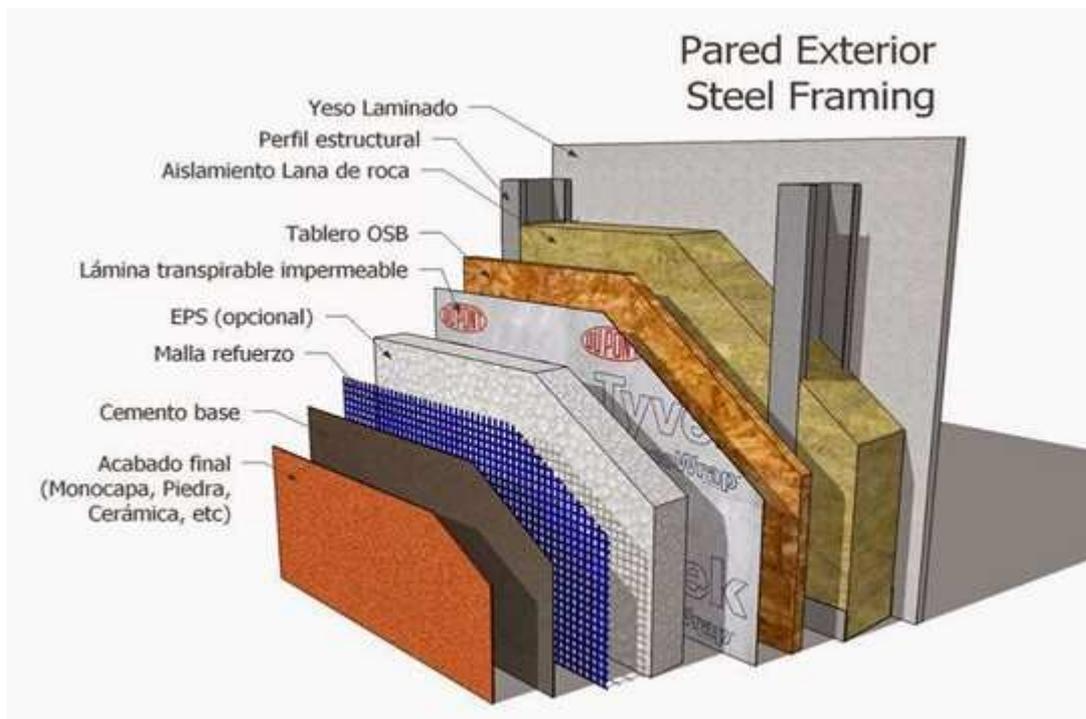
### Flexibilidad de diseño

El Steel Frame no tiene restricciones en cuanto a diseño del proyecto arquitectónico. Permite utilizar las cualidades del acero, permitiendo trabajar a tracción, consiguiendo, si se quieren, soluciones con grandes voladizos o espacios diáfanos muy grandes. El steel framing permite cualquier terminación tanto exterior como interior: revocos, piedras, chapas, cerámica...Se puede personalizar hasta el último detalle con la ayuda del equipo técnico.

## Confort

En Triangle Engineering LTD no somos arquitectos ni expertos en los aspectos del confort de los edificios, pero si podemos informar sobre nuestra experiencia sobre proyectos en los que hemos participado formando parte del equipo de diseño multidisciplinar. Los arquitectos con los que hemos trabajado, nos dicen que a igualdad de espesor, un muro construido con Steel Framing tiene unas prestaciones infinitamente superiores a las de un muro de construcción clásica o húmeda. Con el Steel Framing se consiguen mejores parámetros acústicos y térmicos en unos espesores de muro mucho más reducidos. El sistema permite colocar todo tipo de materiales aislantes entre los montantes verticales de acero: lana de roca, poliestireno expandido, celulosa proyectada, etc,.

Lo más habitual en nuestro entorno y en nuestra experiencia ha sido la instalación de muro con la configuración de: tablero de OSB 3 o placa de cemento ligera fijada sobre los perfiles metálicos del Steel Framing, acabado exterior con el sistema SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior) en el lado exterior, lana de roca entre montantes, tablero de OSB en el lado interior del muro, barrera de vapor y trasdosado de placas de yeso.



Los arquitectos dicen que con esta configuración evitan los posibles problemas causados por el puente térmico. Colocando el aislamiento en el exterior, ya no entre montante y montante, sino directamente revistiendo el muro completo. Y así no hay partes de la estructura de acero sin aislar. El aislamiento es continuo y externo, como una piel. El aislamiento interior se deja donde

está, y así se logra un muro que está aislado tanto por dentro como por fuera. En el interior, con lana de vidrio, y en el exterior, con planchas de poliestireno expandido de alta densidad que es un excelente aislante y absorbe los impactos muy bien. Este sistema se conoce, por sus siglas en inglés, como E.I.F.S. (Exterior Insulation and Finish System), Sistema de Aislación y Terminación Exterior. Todos estos productos y su aplicación son ampliamente conocidos por los arquitectos en Reino Unido y en España. Se encuentran sin problema en los almacenes de materiales de construcción.

Fabricantes como Knauff y Pladur incluso ofrecen configuraciones concretas de muros para Steel Framing que ya han testado y pueden indicar los valores para transmitancia térmica, aislamiento acústico y resistencia al fuego. De esta manera el fabricante garantiza esos valores.

<https://www.knauf.es/sistemas/fachada/aquapanel-sate.html>

<https://www.pladur.es/es-ES/download/file/es/f28ec50cabee444c9813a9b9008450aa/dossier-ensayos-fuego-pladur?rev=ee96bea9-215b-402f-9646-adee2c23c1b9>

Las empresas aplicadoras como por ejemplo Soeco Soluciones Constructivas ([www.soecosoluciones.com/](http://www.soecosoluciones.com/)), pueden aconsejar y ofrecer soluciones técnicas garantizadas que se adapten a cada proyecto.

Si hablamos de la eficiencia de un edificio, hay que decir que se consigue un aislamiento muy bueno con la construcción en seco y así puede haber un ahorro energético significativo con la vivienda en uso. También hay que hablar sobre los residuos que se generan durante el proceso de construcción y el tratamiento de los mismos para que una vez hayan sido desechados vuelvan a ser utilizados. El acero es prácticamente reciclable al 100% y la mayor parte de los materiales utilizados para la construcción en seco provienen de materiales reciclados y/o son altamente reciclables después de su vida útil. La eficiencia es un aspecto que cada vez se tiene más en cuenta en las normativas, pero a su vez una corriente cada vez más fuerte y arraigada en la sociedad. Con este sistema se pueden conseguir viviendas de alta eficiencia energética y así satisfacer los deseos de muchos potenciales clientes.

### Rapidez de ejecución

Por nuestra experiencia, podemos decir, que las viviendas en Steel Framing se construyen en un 70% menos de tiempo que una obra húmeda.

Empezando por que las fases de movimientos de tierra y cimentación se reducen. Seguidamente la instalación de la estructura ligera, si es posible con paneles prefabricados en taller. Se eliminan las tareas de refuerzo con acero (ferralla) y encofrado, así como los tiempos de curado del hormigón. La instalación de los paneles de acero es rápida y segura. Y cuando finaliza la fase de estructura, los cerramientos ya están hechos, con sus huecos de puertas y ventanas terminados, incluso algunos tabiques interiores también suelen quedar completos. Toda la fase de cerramiento exterior, se elimina.

### Menor coste de los proyectos

La razón de ser del Steel Framing, es la eficiencia. Cualquiera que esté dentro del negocio de la construcción puede intuir que la construcción en seco es más económica que la construcción húmeda.

En los proyectos que nosotros hemos trabajado, el impacto sobre el presupuesto ha sido muy importante. Podemos poner como ejemplo uno de los últimos proyectos en los que hemos trabajado, Wessex House que son tres edificios contiguos de planta baja, planta primera y planta segunda, para el Ministerio de Defensa Británico. Triangle Engineering Ltd consiguió el contrato porque se ofreció un presupuesto £300,000 más baratos que el de la estructura de hormigón diseñada en proyecto.

Se pueden listar las razones por las que una obra de Steel Framing es más económica:

- Reducción de los costes de materiales, porque aunque el acero es más caro que el hormigón o el ladrillo, su alta resistencia por unidad de peso implicará que se utilizará mucho menos material.
- Reducción de los gastos en movimientos de tierra. La cimentación suele ser menor, así mismo no hay que hacer una excavación tan profunda. Alquiler de maquinaria y transportes se reducen.
- Reducción de los gastos de cimentación. La cimentación se reduce a los mínimos que indica la norma. La partida de acero de refuerzo (ferralla) y encofrado se reduce igualmente.
- Reducción de los gastos por los medios de elevación y menor tiempo de uso. Los perfiles son muy ligeros. Ya sean los paneles prefabricados, o los perfiles para fabricar en obra, no es necesaria una grúa de gran capacidad para elevarlos. El montaje es muy rápido, así que el uso de la grúa también es corto o incluso no es necesaria.
- Reducción de los gastos de andamios, ya que el montaje es rápido y el uso será igualmente reducido.
- Eliminación de la partida para cerramiento exterior. La propia estructura metálica es el cerramiento.
- Reducción de gastos en seguridad y administración, ya que una vez se completa la cimentación, una sola empresa en una sola fase ejecuta estructura y cerramiento y con menos personal en obra. Los días en obra se reducen, así como las posibilidades de pérdidas de jornadas debido a condiciones climatológicas adversas u otras circunstancias.
- Reducción de los gastos de limpieza en la obra. Los paneles y perfiles en su mayoría son cortados a medida en fábrica. No suele haber desperdicios en obra.
- Los montantes verticales y las viguetas disponen de unos agujeros pasantes a las distancias dispuestas en proyecto para realizar las instalaciones. Se evitan los gastos de abrir rozas en tabiques de ladrillo o hacer taladros en los forjados de hormigón.
- Los presupuestos no cambian una vez se ha concretado el diseño, ya que la cantidad exacta de perfiles de acero galvanizado a emplear se calcula con precisión por medio de Ingeniería de Detalle, así que no hay desperdicios y todo es prefabricado según proyecto.



- El cliente dispone de la vivienda en menos tiempo, y puede recuperar su inversión más rápido.

Algunos proyectos completados:

***Bright Cottage House – 2014***

Triangle Engineering Ltd diseñó y construyó la estructura en Steel Framing para hacer una planta nueva sobre una vivienda existente. Proyecto dirigido por el arquitecto James Hughes de SSD Architecture. Se consiguió permiso de las autoridades para llevar a cabo este proyecto justificando que las cargas que transmitía la nueva vivienda sobre la estructura existente eran admisibles. La vivienda era inaccesible para vehículos pesados, y la manera más sencilla y económica de construir en este sitio era hacer construcción en seco. La nueva vivienda se encuentra a una cota superior a los edificios colindantes y muy expuesta a las altas cargas de viento habituales en Gibraltar.



*Oficinas de la empresa pública de transportes de Gibraltar Bus Company Ltd – 2014*

Triangle Engineering Ltd diseñó y construyó una estructura mixta de acero laminado y Steel Framing para un edificio destinado a oficinas. Proyecto dirigido por el arquitecto Golilath Vassallo del estudio WSRM Architects. Triangle Engineering Ltd se ofreció a estudiar el proyecto a la empresa constructora GJBS Ltd para cambiarlo de construcción clásica a estructura metálica. Fue determinante, además de ofrecer un presupuesto más bajo, que hubo un compromiso de completar la estructura y cerramientos en dos semanas. Se logró cumplir los plazos de entrega y la constructora redujo a menos de la mitad los plazos estimados para estas partidas siendo construcción clásica.

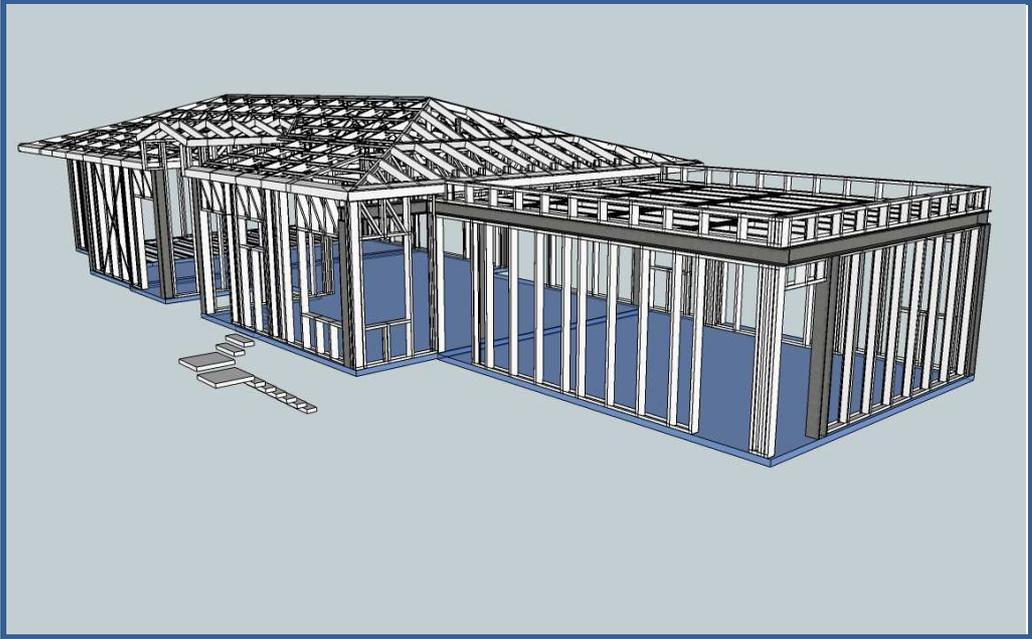


***Whitewater House - 2018***

Triangle Engineering Ltd diseñó la estructura de light gauge steel frame para la nueva planta que se iba a construir sobre una estructura existente de madera. Proyecto dirigido por el arquitecto Dominic Harvey del estudio AKS Gibraltar Architects and Engineers Ltd.

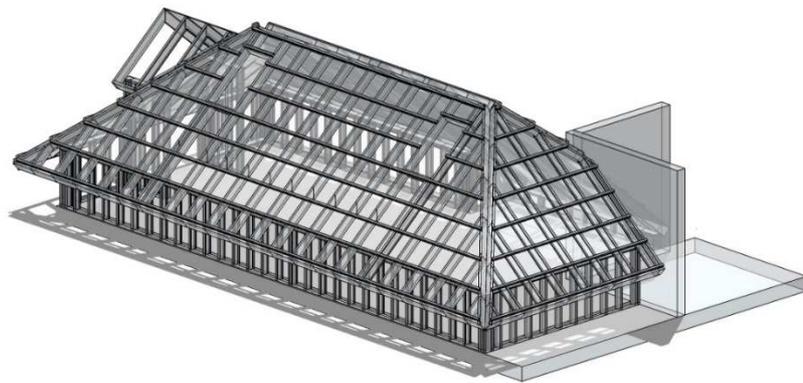
Se hizo demolición de la cubierta de la vivienda y se construyó la nueva planta y la nueva cubierta que fue diseñada con un quiebro intermedio en su pendiente. Fue determinante el uso del Steel Framing para que las autoridades de Gibraltar dieran el permiso para hacer esta rehabilitación.





*Kavanaghs' Court – 2018*

El cliente y promotor de la obra quiso sacar partido a la terraza plana de este edificio de nueva construcción. Para no hacer intervenciones importantes sobre la estructura existente y para que fuera económicamente viable la construcción de esta vivienda, el cliente tuvo que optar por el Steel Framing. Se construyó un loft con un espacio diáfano de 12 metros de largo y 6 metros de ancho y techo abuhardillado. Proyecto dirigido por el arquitecto Daniel Rios del estudio AKS Gibraltar Architects and Engineers Ltd.



*Complejo deportivo Lathbury – 2020*

Proyecto para el Gobierno de Gibraltar, que consiste en la construcción de las nuevas instalaciones deportivas. Triangle Engineering Ltd ha diseñado e instalado tres edificios de Steel Framing. Edificios industriales para maquinaria siendo su interior diáfano, con una fachada curva y grandes huecos para ventanas y para la instalación de puertas industriales de grandes dimensiones. La ubicación del proyecto es Punto Europa, la zona más expuesta del peñón al viento. Proyecto dirigido por el arquitecto Juan Sánchez del estudio AKS Gibraltar Architects and Engineers Ltd





*Wessex House – 2020*

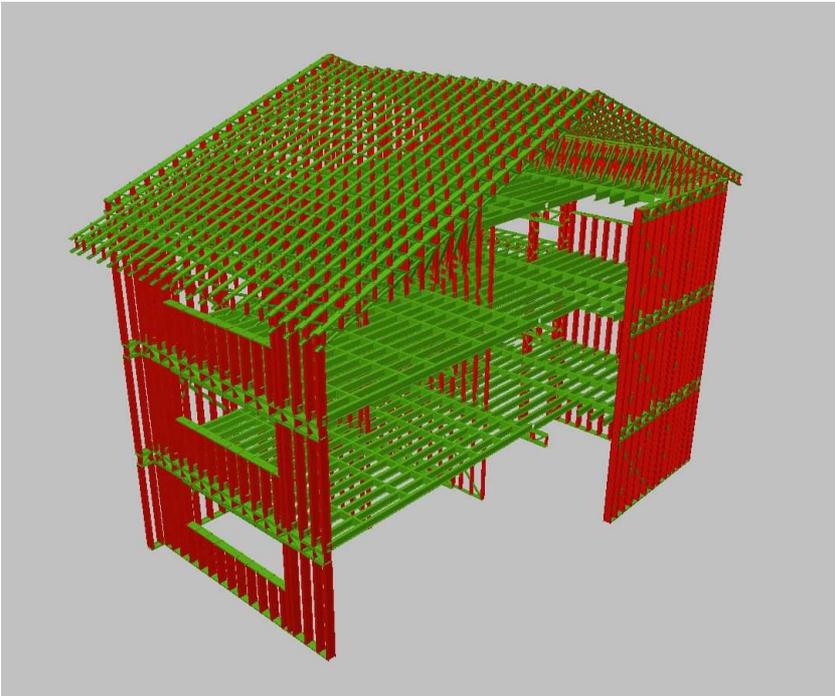
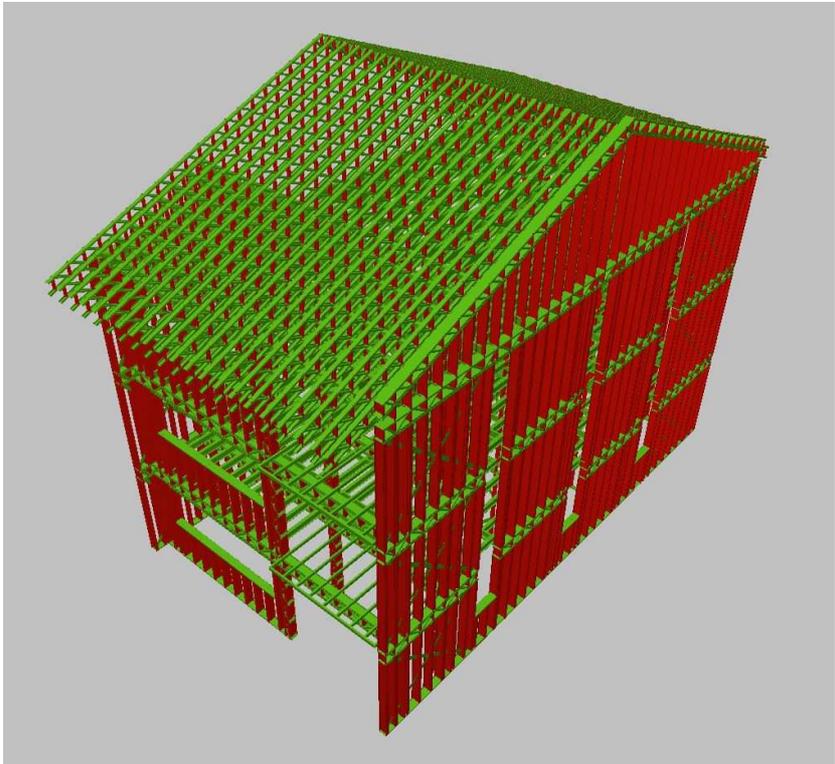
Proyecto para el Ministerio de Defensa de Reino Unido. Es el proyecto con estructura de Steel Framing auto portante más grande que se ha ejecutado en Gibraltar con ciento cincuenta toneladas de acero conformado ligero. Proyecto dirigido por el arquitecto Juan Sánchez del estudio AKS Gibraltar Architects and Engineers Ltd.

Se trata de tres edificios contiguos con planta baja, planta primera, planta segunda y cubierta de dos aguas. Proyecto que estuvo sujeto a severo control técnico de la documentación justificativa y de la ejecución. Fue un éxito para la empresa constructora porque se consiguió reducir en £300,000 el presupuesto de la estructura.



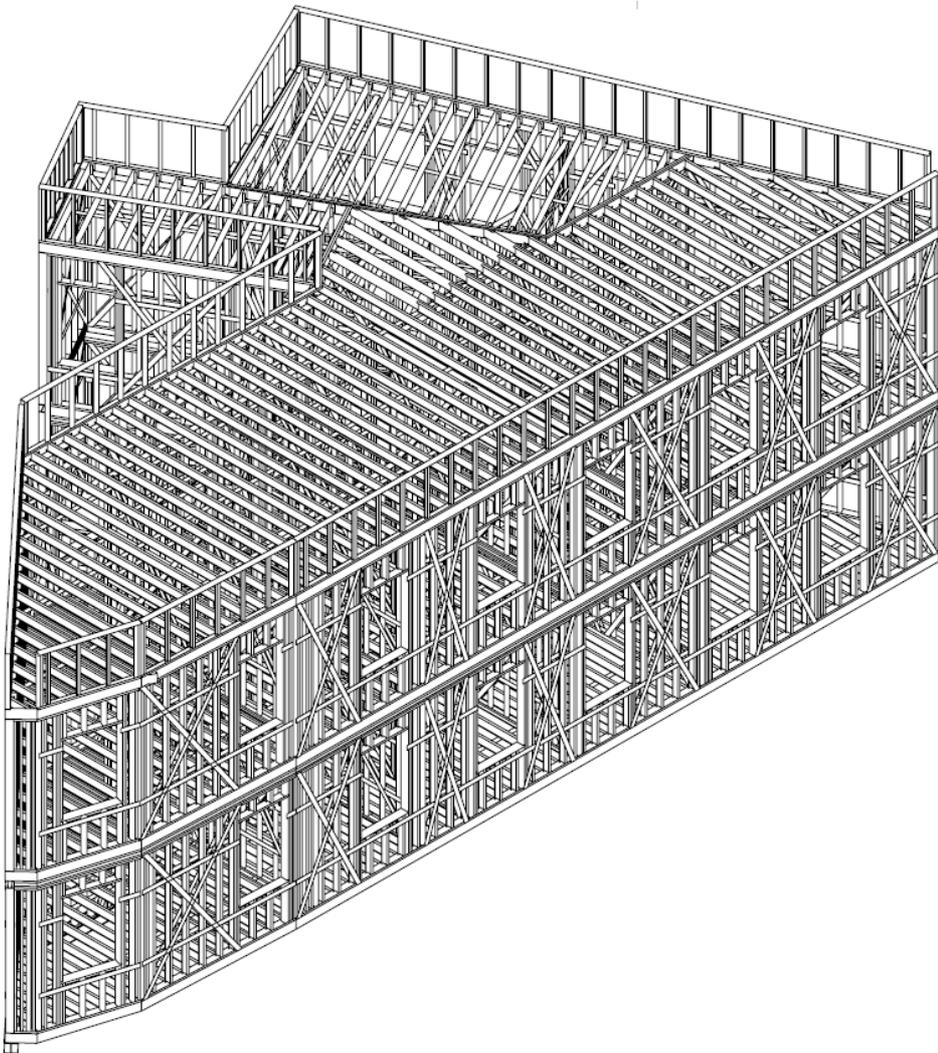


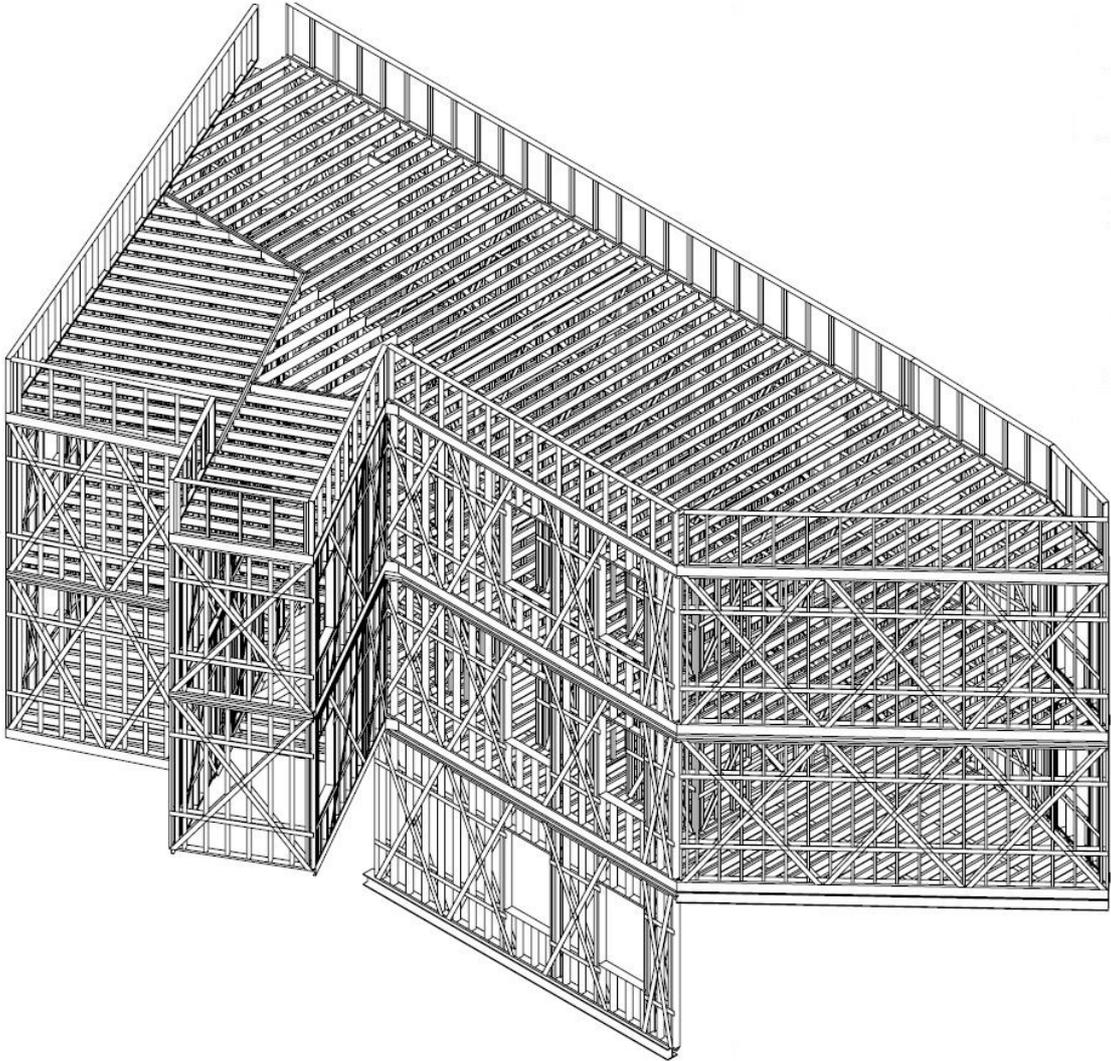




### Trabajos en progreso en 2021:

Actualmente estamos trabajando en dos proyectos importantes. **Prince Edward Road**, para el que se diseña una estructura para ganar dos plantas. Proyecto dirigido por el arquitecto Julio Navarro del Grupo Empresarial H25, s.l. La complejidad de este proyecto reside en que el arquitecto quiere cambiar la distribución de las nuevas viviendas con respecto a las viviendas existentes en el nivel inferior, por lo que no se pueden utilizar los apoyos de algunos de los muros estructurales de ladrillo existente. Igualmente, es un proyecto con permiso para construir solo con este sistema que evita cargar en exceso la estructura existente. Abajo se puede apreciar imágenes 3D obtenidas con el programa de modelado. Esta estructura se comenzará a montar a finales de febrero de 2021.





Proyecto de **18-22 South Barrack Ramp**, donde el Steel Framing ha sido determinante para construir dos plantas más, y una cubierta transitable sobre un edificio de muros de carga de ladrillo. Proyecto dirigido por los arquitectos Rafael Palma y Javier Castro del estudio Orfila Architects. Es un proyecto complejo, porque el arquitecto diseña amplios espacios abiertos, la geometría de los muros del edificio no es ortogonal, hay retranqueos que imposibilitan trabajar con In-Line Framing, y una de las fachadas principales es curva con grandes ventanales. La solución técnica es una estructura mixta que conlleva light gauge steel frame trabajando en sintonía con una estructura de tubos cuadrados conformados de paredes de 4mm tan solo. De esta manera hemos podido respetar las ideas del arquitecto y del cliente. Abajo se pueden ver imágenes de la estructura obtenidas del programa de cálculo. Este proyecto se comenzará a construir en abril de 2021.

