

Basílica de la Sagrada Familia



Imagen 1

El templo expiatorio de la Sagrada Familia inicia su construcción en marzo de 1882.

1. Antecedentes: se comienzan las obras bajo la dirección del Arquitecto Francisco de Paula del Villar y Lozano, el cual, por desavenencias con la propiedad, decide renunciar a la obra. Es a partir de 1883 cuando Gaudí lidera el proyecto, dándole un carácter monumental y de mayor tamaño.

Durante los años siguientes, hasta su fallecimiento en 1926, Gaudí colabora con diferentes arquitectos, escultores, dibujantes y modelistas, en nuevas soluciones arquitectónicas. Tras su muerte, el proyecto pasa por diferentes arquitectos, siempre respetando

la idea original, pero los problemas económicos y un incendio durante la guerra civil que destruyó maquetas y planos creados por Gaudí, obligan a parar las obras en varias ocasiones.

La incorporación de las nuevas tecnologías en el proyecto lo acerca a su finalización, prevista para 2026, año que se cumplirá el centenario de la muerte del genial arquitecto.

2. Acero inoxidable: el empleo del acero inoxidable ha estado muy presente durante el proyecto en los últimos años a través de una solución modular.

En 2008 Roldan, S.A. fábrica de producto largo del grupo Acerinox, empezó a suministrar acero inoxidable dúplex corrugado, incrementando notablemente su utilización a partir de 2014.

La durabilidad es el motivo principal por el que el acero inoxidable está siendo empleado en la construcción de los niveles superiores de las torres. La dificultad de reemplazo y/o cualquier intervención futura, como consecuencia de la corrosión del corrugado convencional en un ambiente salino, como es el caso de Barcelona, tendría un elevado coste.

Existe una gran cantidad de tipos de acero inoxidable, sin embargo, el equipo de edificación del proyecto seleccionó el dúplex 2205 (EN 1.4462) por su alta resistencia a la corrosión por picaduras, característica a tener en cuenta en ambientes próximos al mar por la presencia de cloruros.

Estamos ante un tipo de inoxidable con elevadas

propiedades mecánicas, que proporciona gran resistencia y ligereza a los diferentes módulos que se están construyendo actualmente, como son las Torres de los Evangelistas, Mare de Deu y de Jesucristo.

Las propiedades más relevantes del acero inoxidable seleccionado son:

- Límite elástico al 0,2% mayor de 450 MPa.
- Resistencia a la tracción entre 650 y 850 MPa.
- Alargamiento mayor del 25%.
- Dureza Brinel máximo 270HB.
- Un valor de KV (RT) mayor de 10 Julios.

Imagen 2





El acero inoxidable dúplex es utilizado en gran variedad de formatos tanto en producto largo como en producto plano. En plano se emplean chapas y plates, que van desde 2 a 100 mm para las estructuras principales del templo, como son las vigas armadas para los pilares estructurales, o soportes de aristones de piedra y en largo, barras de perfil cuadrado y circular para la producción de cabezas de tesado de los paneles y aristones, o la producción de espigas (elementos esféricos que garantizan el correcto posicionamiento de los paneles) en diámetros de 65 a 390 mm en sección circular y de 70 a 80 mm en sección cuadrada, con un largo estándar de 6 metros.

Las barras corrugadas son utilizadas en la producción de barras de anclaje auxiliares entre los diferentes elementos estructurales, en la producción de armaduras soldadas a las estructuras metálicas principales y para otros elementos como son losas, escaleras y armaduras de piel, también incluidas en los interiores de las estructuras recubiertas de trencadís (mosaicos de piedras cerámicas irregulares).

El corrugado se ha suministrado en medidas que van de 6000 a 12000 mm de longitud, y entre 8 a 40 mm de diámetro.

3. Ejecución de trabajos: las obras de construcción, al tratarse de un templo expiatorio, son financiadas exclusivamente por las donaciones de feligreses y entradas de los visitantes, por tanto, la actividad de la basílica no podía verse afectada durante su construcción, además a medida que los trabajos se iban sucediendo, era patente la necesidad de contar con un espacio mayor de trabajo que tampoco interfiriera en su entorno.

Los trabajos de montaje y ensamblado de los diferentes módulos se llevan a cabo en las instalaciones que la Sagrada Familia tiene en Galera, un pequeño pueblo a ochenta kilómetros de Barcelona. Allí

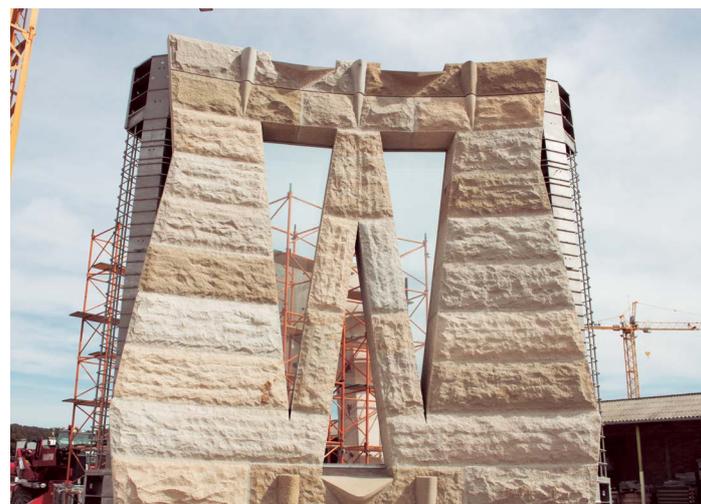


Imagen 4



"Vigas armadas para los pilares estructurales"



"Armadura soldada a las estructuras metálicas principales"



Imagen 3

se construyó en 2016 parte de la Sacristía de Poniente.

En este momento se están fabricando los paneles con los que las torres centrales van tomando altura gracias al innovador proceso de tesado de la piedra. Este tesado se

compone de piedras con forma y acabado específico junto a unas estructuras de acero inoxidable [imagen 6].

Gracias a este sistema de construcción, las torres pueden elevarse de una manera más rápida y sencilla.

Por citar un ejemplo, un nivel de la Torre de los Evangelistas, que tiene una altura ligeramente superior a 3 metros, puede ensamblarse en la basílica en menos de 6 horas.

Para lograr esa eficacia, los paneles son construidos de forma individual en Galera y colocados sobre una estructura singular [imagen 8], modificable en diámetro según sea la torre y el nivel alcanzado, de manera que todas encajen perfectamente conformando el nivel. Se trabaja todo por kits de montaje, es decir, se monta en taller y se parametriza para ver errores y modulación. La premisa es *“si todo encaja en taller, debe encajar en obra”*.

Las soldaduras por las dilataciones y las mecanizaciones son procesos de especial sensibilidad, dado que la tolerancia admisible es de menos de 2 mm de desviación, por lo que se dispone un mínimo margen de error, que, aunque en ocasiones pudiera corregirse de nivel a nivel, el arrastre de esos errores podría llegar a ser crítico. Una vez construido, es desmontado por paneles y trasladado a la basílica donde se montará nuevamente ya en su posición final. Por tanto, cada una de las piezas instaladas en la basílica ha sido montada dos veces.

El tiempo de trabajo de elaboración de los paneles depende en gran medida del nivel a edificar y de las dimensiones de la torre, pero oscila entre tres y cinco semanas.

Se emplean de 4 a 6 tensores por panel, cosidos con barra corrugada de acero inoxidable para unir una pieza con otra. En concreto, el panel de la imagen 4, corresponde a uno de los niveles inferiores de la Torre central de Jesucristo (de ahí sus enormes dimensiones), pesa 24 toneladas y tiene más de tres metros de alto.

A cada lado de los paneles existe un pilar realizado en chapa y barra corrugada de acero inoxidable, que conecta cada panel con el siguiente [imagen 3]. Los pilares empleados, realizados con gran cantidad de acero inoxidable, se fabrican en unas instalaciones cercanas a Galera, donde se ensamblan y se verifica su conformidad.

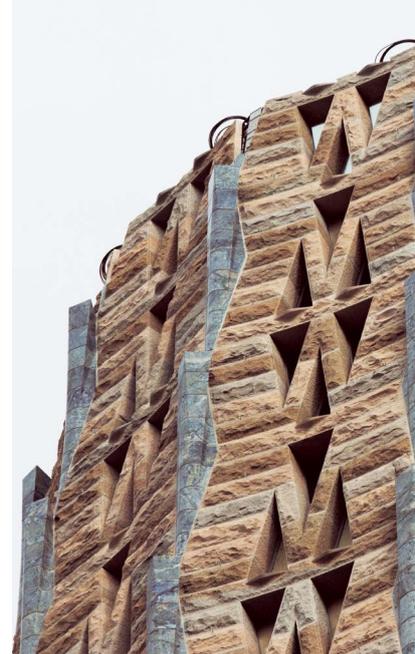
En el despiece de la Torre de Jesucristo se observa el acero inoxidable de la barandilla que rodea la escalera y la

estructura del interior del ascensor [imagen 4].

Cuando el armado es muy complejo, como en el caso de la imagen 1 correspondiente a las Torres de los Evangelistas en su tramo final, se realiza íntegramente en Galera y se hormigona finalmente en la basílica.

En la imagen 8, correspondiente al nivel 11 de la Torre “Mare de Deu”, se puede observar la estructura metálica circular sobre la que se montan y ensamblan los distintos paneles. La amplia zona disponible permite ir montando simultáneamente diferentes niveles de las torres paraboloides de la basílica. Una vez ensambladas y verificado su correcto encaje, son desmontadas por piezas y embaladas en cajas para su transporte a Barcelona. En la imagen 5 podemos observar el nivel 10 de la torre en el momento del embalaje.

Otro detalle [Imagen 7] muestra las ventanas triangulares, cuyos perfiles también realizados en acero inoxidable han sido sometidas



a diferentes pruebas que garantizan un elevado índice de estanqueidad.

A medida que avanzan los trabajos, se está consiguiendo un mayor grado de automatización de los procesos, pudiendo trabajar con volúmenes de piedra cada vez mayores. Todas y cada una de las piezas están debidamente numeradas, lo que asegura su trazabilidad en todo momento (origen del material, ensayos sufridos, posición final en obra, etc.).

El estudio de arquitectura encargado del proyecto, tuvo siempre como objetivo ser lo más honesto posible con la

Imagen 5

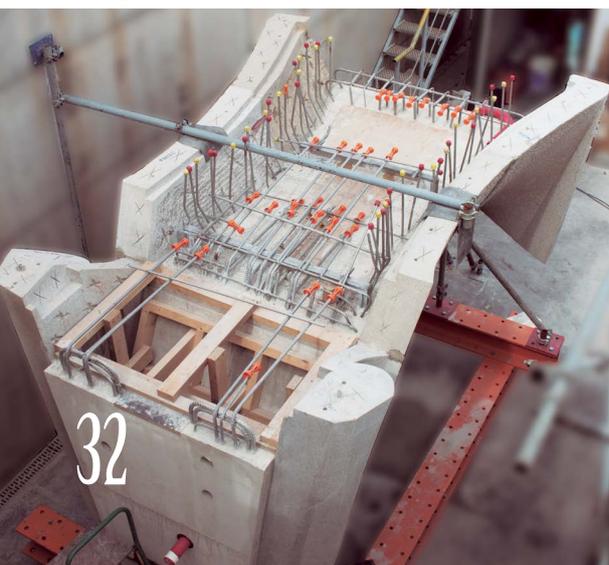


Imagen 6



“Estructura de montaje de módulos con las armaduras de inoxidable”



“Piezas preparadas para montar los módulos”



Torre "Mare de Deu" hasta el nivel 9 instalado en la basílica

idea original de Gaudí y de los elementos que él seleccionó para la obra.

Cómo valor añadido está el nuevo sistema modular utilizado para la colocación de los módulos, que al no llevar ningún tipo de armazón externo o andamios, no supone una afectación estética de la fachada de la basílica.

MATERIAL :

Acero Inoxidable Dúplex 2205 (EN 1.4462)
Fabricado por Roldan S.A. y suministrado por Inoxcenter en Barcelona

FUENTE / SOURCE :

Fundació Junta Constructora del Temple Expiatori de la Sagrada Família
www.cedinox.es

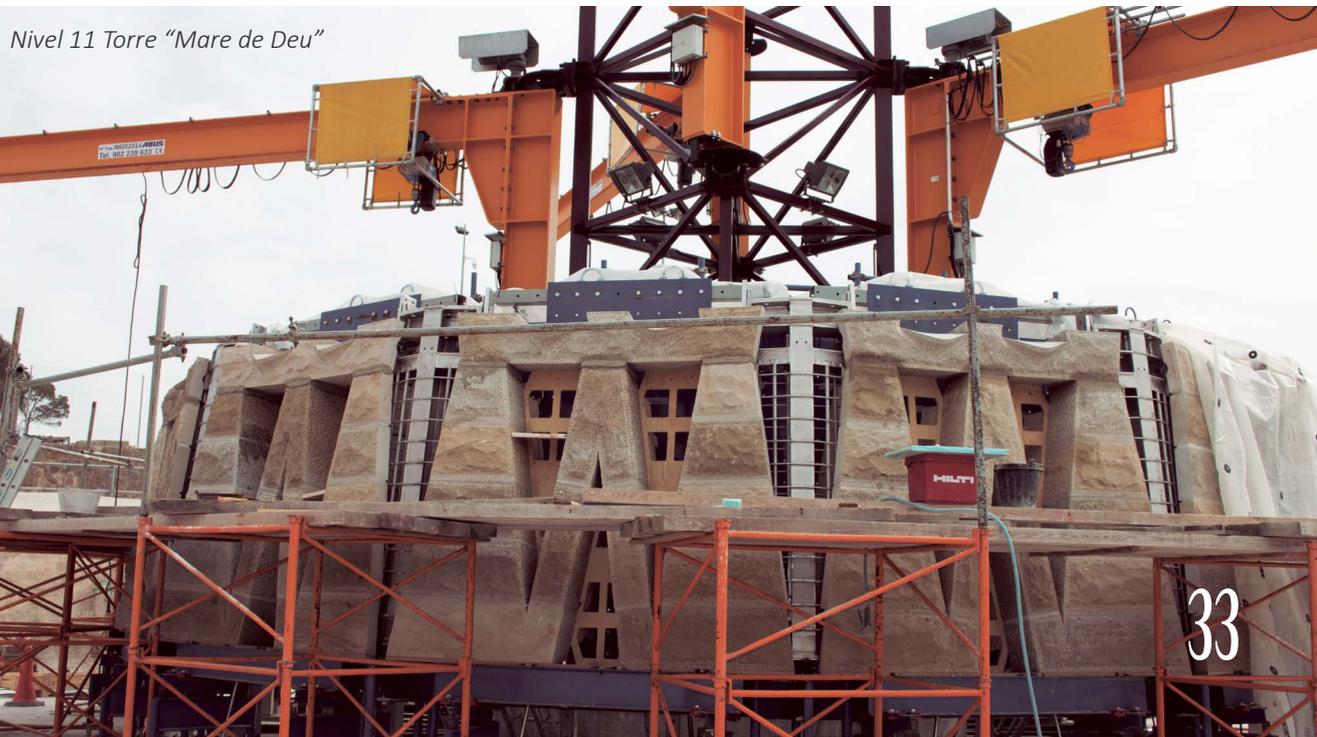
4. Conclusiones.

El Templo de la Sagrada Família, es un ejemplo perfecto de cómo un material actual, versátil, mecanizable, transformable, duradero y resistente como el acero inoxidable, puede solucionar problemas importantes en construcciones emblemáticas, aportando respuestas constructivas nunca vistas hasta ahora.

Imagen 7



Imagen 8



Nivel 11 Torre "Mare de Deu"