

EL MUSEO GUGGENHEIM BILBAO. BILBAO/ESPAÑA

(THE GUGGENHEIM BILBAO MUSEUM. BILBAO/SPAIN)

Grupo Ferrovial, S.A.

Fecha de recepción: 15-X-97

ESPAÑA

142-157

RESUMEN

La intervención del Grupo Ferrovial en el proyecto del Museo Guggenheim Bilbao ha consistido, por una parte, en la contratación de las obras de hormigón y la estructura metálica; los revestimientos interiores e instalaciones y, finalmente, las obras de urbanización. Por otra, Ferrovial Conservación (Ferconsa) realizará el mantenimiento integral del Museo.

SUMMARY

The Ferrovial Group intervention in the project of the Guggenheim Bilbao Museum consisted in contracting concrete and metallic structure works, interior coatings and installations, and finally the urban planning. In another hand, Ferrovial Conservation (Ferconsa) will carry out the whole maintenance of the Museum.

El Museo Guggenheim Bilbao

El Museo Guggenheim es, en realidad, un conjunto de estructuras casi independientes entre sí, comunicadas bajo rasante por unos corredores de instalaciones y entrelazadas a diferentes niveles por rampas, pasarelas y vestíbulos comunes, proyectado por F. O. Gehry como arquitecto de diseño y participando la Empresa IDOM, con D. César Caicoya como arquitecto ejecutivo y Director de las obras.

El solar posee una forma irregular. Su fachada más larga limita al norte con la ría y, al sur, con la línea del ferrocarril. El acceso por este lado se soluciona con una plaza elevada sobre las vías del tren. Los terrenos quedan atravesados por el puente de La Salve a una cota variable, elevada.

El edificio en su conjunto consta de planta baja y dos alturas, además de una torre abierta que surge al otro lado del puente con el cometido de resolver el impacto estético del puente de La Salve que atraviesa el terreno. En la plaza situada sobre las vías del tren se erige, además, un bloque de oficinas para la Gerencia del Museo.

Su complejidad responde a la inclinación de su arquitecto, el norteamericano Frank Gehry, por agrupar cuerpos arquitectónicos totalmente diferentes. Gehry ha apuntado al máximo la idea de hacer de este edificio un hito de la arquitectura de fin de siglo y ha acudido a Catia, un programa de diseño por ordenador utilizado por la industria aeronáutica, que le ha permitido traducir a fórmulas matemáticas las minúsculas esculturas que creó artesanalmente.

Así, se pueden llegar a contabilizar en su estructura principal hasta nueve estructuras metálicas de gran complejidad formal, a las que se ha bautizado con los nombres de Potemkin, Fox, Fish, Nemo, Flower, Beppo, Boat o Canopy, verdaderos mecanos de volúmenes curvilíneos con los que se obtienen esas formas arquitectónicas tan particulares, que recuerdan la proa de un barco de guerra, los pétalos de una rosa, la cola de un pez o la de un zorro o la visera de una gorra de béisbol.

El trabajo más complicado ha sido elevar de forma estable este cuerpo retorcido de estructuras de hierro hasta que

llegara a sustentarse por sí solo. A partir de las curvaturas diseñadas por el programa informático se ha desarrollado toda los elementos de soporte -en curva, en parábolas o hipérbolas- para conformar todos los perfiles, que posteriormente van revestidos y que han dado una superficie amable al edificio.

Las distintas fases de construcción, así como los trabajos a realizar, se describen en ficheros informáticos de modelos de ordenador, desarrollados con un programa de diseño tridimensional (Catia), utilizado por el arquitecto Frank Gehry para diseñar superficies complejas, por lo que ha sido imprescindible la capacidad de leer, interpretar y procesar los ficheros para lograr una perfecta comprensión del diseño, desarrollo de planos de taller, etc.

La mecánica ha consistido en obtener cuantas secciones de las superficies se ha deseado y aproximarlas a arcos de circunferencia, con objeto de proceder a la fabricación de las estructuras soporte de los distintos revestimientos, cuyo dimensionamiento y cálculo se encuentran incluidos en los trabajos realizados por la empresa.

La aplicación del diseño tridimensional ha servido para trazar superficies curvadas, mediante control numérico finito, permitiendo su traducción a fórmulas matemáticas de la digitalización de una maqueta que el arquitecto ha creado artesanalmente (diseño de formas). Grabada por tres cámaras, al seleccionar un punto relevante de la maqueta con un lápiz digitalizador se obtiene la ubicación en el espacio de ese punto, que se une con el siguiente punto significativo mediante una fórmula.

Al superponerse esas superficies con los planos de estructura de los edificios, se obtienen los puntos de contacto. Estos datos han sido la fuente de información básica para el

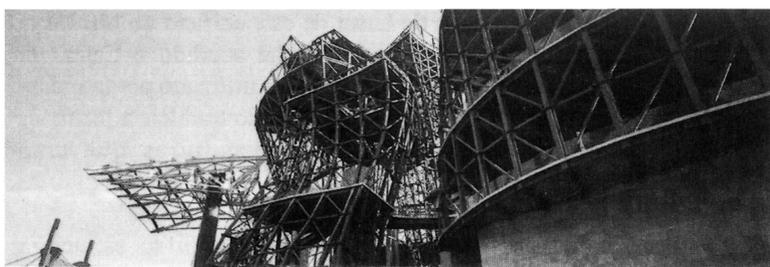
control dimensional en el proceso de fabricación de los sistemas específicos del edificio, tales como la estructura de acero y el corte automatizado de los demás materiales, como la piedra, por ejemplo.

El Museo, puerta de entrada a Bilbao

La disposición de las distintas piezas de la pinacoteca bilbaína se encajan, como si de un puzzle se tratase, en un terreno, el de la Campa de los Ingleses, de 46.000 m² de forma triangular irregular. Además, parte de su estructura queda atravesada por el último tramo de un puente que cruza la ría, el de La Salve, lo que de algún modo convierte al Museo en la puerta de entrada a la ciudad.

El diseño alude en su escala a Bilbao y en su textura a los materiales tradicionales de esta antigua zona de muelles. Gehry ha ordenado esta estructura "imposible" de tal forma que el visitante relaje las cervicales, hastiado de entornar los ojos en busca de inaccesibles miradores. Concretamente, su diseño responde a esa amalgama de volúmenes arquitectónicos distintos, entre los que destacan un primer edificio exento del conjunto -para el que Gehry quiere un sorprendente color azul- donde estarán los servicios administrativos de la Fundación Guggenheim, y otros dos edificios cuadrangulares, de piedra caliza de color ámbar, que serán absorbidos por el gran manto retorcido de escamas de titanio.

La estructura principal, que conforma el esqueleto del Museo, distingue tres elementos principales: la Galería Temporal, la Oeste y la Este. Sobre estos tres gravitan el resto de las estructuras, cubiertas y anexos, de tal forma que se puede hablar de un solo edificio, aunque no de un solo bloque.



El Museo Guggenheim. Estructura

La parte más singular de esta estructura es un gran atrio de unos 400 m² de superficie, pavimentado con la misma piedra caliza del exterior y presidido por una enorme cristalera con vistas a la ría. Es el corazón del Museo, una especie de chimenea de 50 m de altura de muros discontinuos, atravesados a diferentes alturas por pasarelas y elementos abalconados, que estará recorrida verticalmente por dos escaleras que cambian de forma en cada planta, y por dos bloques de ascensores dobles, uno de ellos panorámico.

El Museo dispone de tres zonas de exposición:

- la colección permanente, que ocupa una serie de galerías consecutivas, de forma cuadrada, que se apilan en los niveles 2 y 3.
- la colección de Artistas Vivos Seleccionados, compuesta por siete galerías con características espaciales singulares.
- por último, la Exposición Temporal se ubica en una pieza alargada - de 30 por 130 metros- que se extiende en dirección este y pasa por debajo del Puente de La Salve, estrategia que permite involucrar al puente como parte de la composición arquitectónica.

Como complemento de las áreas de exposición, el Museo dispone de un auditorio para 300 personas, un restaurante, tiendas, almacenes, área de conservación, administración, etc.

Planificación de los trabajos y realización constructiva

Desde octubre de 1993, fecha en la que se inició su construcción, se ha asistido a cinco tramos de adjudicación. Ferrovial ha realizado las obras de hormigón y la estructura metálica, las obras de revestimientos interiores e instalaciones y, finalmente, las de urbanización.

Las cimentaciones se realizaron mediante pilotes de diferentes diámetros - un total de 644 pilotes de más de 14 m de longitud media- empotrados en roca, construidos in situ, y de entubación recuperable. En algunas zonas con problemas de acceso se emplearon micropilotes. El criterio seguido en este capítulo fue proyectar el edificio considerando la posibilidad de una inundación -como la 1983-, lo que llevó a situar anclajes permanentes con encamisado metálico a través de los pilotes de los sótanos, para contrarrestar los empujes hidrostáticos. Se han situado un total de 121 anclajes, en su mayoría para evitar que pudiese flotar, aunque alguno de ellos son para contrarrestar momentos de vuelco.

En la fase de pilotaje se emplearon cerca de 5.300 m³ de hormigón y unas 300 t de acero.

Sobre la cimentación de los pilotes y varias losas de hormigón armado se levantan las estructuras de acero

laminado, que configuran el esqueleto de los distintos núcleos del edificio. Sobre la estructura principal se proyectan una serie de estructuras metálicas mucho más complejas, tanto por sus extrañas formas como por su ubicación y dimensiones.

En la fase de hormigonado y estructura metálica principal se emplearon más de 18.000 m³ de hormigón, 2.500 t de acero para armar y casi 5.000 t de acero en perfiles. Se ha tomado el nivel + 0,00 ligeramente superior al de la inundación de 1983 y se diseñó la estructura por debajo de ese nivel a base de hormigón armado y mediante estructura metálica por encima, a excepción del edificio dedicado a Galería Temporal, que dispone de muros perimetrales de hormigón hasta el nivel de la cubierta. Por debajo del nivel + 0,00, las obras consisten en sótanos y galerías para instalaciones, muros perimetrales para contener los rellenos necesarios para alcanzar el nivel + 0,00 (del orden de 2,50 m por encima del terreno existente) y las soleras correspondientes.

En la estructura metálica se pueden distinguir hasta tres tipos: arcos de chapa armada, situados en la cubierta de la Galería Temporal; estructura tradicional a base de perfiles laminados en caliente y chapas soldadas en la Plaza y en las Galerías Clásicas; y la estructura "espacial" para adoptar la geometría de las formas requeridas por el diseño arquitectónico.

En general, la estructura de diseño atornillada y, salvo en el Canopy, no se han diseñado pilares empotrados, situando los arriostrados necesarios para llevar las cargas horizontales a las cimentaciones.

Los forjados, por su parte, son de tres tipos: placas de hormigón armado sobre las galerías, fosos y en la solera-placa de la Galería Temporal; placas aligeradas con capa de compresión en la Plaza, sobre vigas metálicas y forjados colaborantes a base de vigas metálicas, conectadores, chapa grecada y hormigón aligerado.

La fase de elevación de la estructura no hubiera podido realizarse sin una buena ingeniería. Una de las características principales de este "amasijo" de hierros es que no hay piezas iguales o simétricas, sino que cada perfil ha sido diseñado y cortado a su medida exacta, uno por uno. Asimismo, no hay dos nudos iguales, por lo que los trabajos de ingeniería para el diseño y cálculo de los mismos han llevado mucho trabajo. Concretamente, se ha estimado en 25.000 las horas de ingeniería empleadas en la fase de construcción de la estructura. En la construcción de las obras civiles se emplearon 190.000 horas-hombre y, en el montaje de la estructura metálica, 52.000 horas-hombre.

La distribución interior se ha realizado por medio de tabiques y techos de cartón-yeso con diversos acabados de una complejidad extraordinaria: simples y dobles curvatu-



Estructura del conjunto.

ras y torres de aplacado de piedra y vidrio con formas irregulares hasta una altura superior a los 50 m.

La parte más destacada de los cerramientos interiores es el revestimiento de cartón-yeso de todas las superficies curvas, especialmente en el caso del Atrio. Dentro de este espacio existen también cierres de vidrio en torno a los ascensores panorámicos y revestimientos de piedra natural.

Los suelos son de piedra natural en el Atrio, como continuación del pavimento exterior; de hormigón en aquellas salas de formas complejas y de madera en las Galerías Clásicas.

Climatización e iluminación

Las obras de interiores contemplan la instalación de los sistemas de climatización, protección contra incendios, seguridad, electricidad, iluminación, control ambiental, gestión centralizada, etc., revestimientos interiores de todas las galerías, suelos, divisiones interiores...

Los capítulos más complejos son la climatización y la iluminación. Los elementos que hay que tratar, las obras de arte, se escapan de los parámetros normales y para ello se ha realizado un complejo sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado, capaz de mantener unas condiciones ambientales predeterminadas con un extremado rigor en cuanto a su porcentaje de variación, que no supera el dos por ciento.

Concretamente, en el capítulo de climatización se fijaron dos objetivos principales: asegurar que la temperatura, humedad y calidad del aire mantenido en el museo fueran las correctas para el mantenimiento de las obras de arte expuestas o almacenadas y, en segundo lugar, crear un ambiente satisfactorio para los ocupantes. Además se han de producir velocidades adecuadas del aire de los locales y mantener un bajo nivel sonoro.

Además de los recintos con contenido de obras de arte (galerías, almacenes, restauración y preparación), existen otros locales diversos cuyos sistemas de climatización difieren en objetivos: tiendas, el Café, restaurante, auditorio, administración, etc.

Los sistemas de iluminación y de exhibición, por su parte, son muy versátiles y se han contemplado proyectores con sistema de control de hasta 96 ambientes distintos.

La iluminación es general y de exhibición mediante proyectores. Todo el sistema está dotado de regulación electrónica de la intensidad lumínica (unos 1.800 circuitos regulados).

Además, se realizaron las siguientes instalaciones:

- protección contra incendios mediante sistema de rociadores automáticos de simple y doble enclavamiento para evitar la posibilidad de mojar accidentalmente las obras de arte. El sistema de detección es analógico real, basado en la comparación con curvas patrón de la evaluación en tiempo real del estado del sistema. Se instalan cuatro centrales conectadas en red.
- en materia de seguridad, se ha utilizado sistema de detección, protección perimetral y circuito cerrado de TV.
- energía, voz y datos, ascensores, distribución de agua y saneamiento.
- gestión centralizada, basada en un sistema de control digital distribuido, que supervisa y atiende a la climatización y a otras instalaciones auxiliares.
- la generación de calor se realiza mediante 4 calderas de agua caliente, tres de ellas (con una potencia conjunta de 2.244 kw) se utilizan en el circuito de alimentación de agua caliente a climatizadoras. Se han seleccionado, además, calderas de acero adecuadas para baja temperatura.
- la generación de frío se realiza vía tres enfriadoras eléctricas agua-agua de 5.100 kw de potencia conjunta, dotadas de compresor centrífugo. El agua fría se distribuye a las unidades de tratamiento de aire.
- el agua fría/caliente producida en los generadores se distribuye por medio de una red de tuberías, mediante un sistema de 4 tubos, a las climatizadoras que atienden a cada zona.
- tratamiento de aire. El proceso de tratamiento de aire, vía las climatizadoras y sistemas de humidificación, reviste una especial consideración dentro del conjunto del proyecto.

Un ventilador se encarga de aspirar aire de la zona servida por climatizadora e impulsarlo a la misma. Éstos son los

ventiladores de aire de retorno. A su vez, estos ventiladores también aspiran aire exterior, de tal forma que el aire del local se renueve convenientemente.

Con respecto al control sonoro, se han previsto climatizadoras de primera calidad y construcción robusta para lograr, además, un funcionamiento silencioso de los sistemas. Se han dispuesto en salas independientes y se han provisto, también, silenciadores y aislamientos en conductos para evitar las transmisiones de ruido a las áreas ocupadas.

por regla general, la impulsión de aire a los diversos locales se realiza vía una red de conductos aislados, de chapa galvanizada, que se distribuye por los falsos techos. En función de los horarios programados, los ventiladores variarán el caudal de aire, así como la cantidad de aire exterior que se introduce en los recintos.

Una fase posterior ha revestido el cuerpo de hierro, que va uniformado bajo una escultural envoltura de titanio. De esta forma, se subraya el efecto vanguardista, en contraste con las otras fachadas rectas del edificio, acabadas con aplacados de piedra caliza ámbar o muros cortina. Para ello ha habido, también, que desarrollar una gran labor de ingeniería y diseñar programas de control numérico para poder adaptar la piedra a las formas curvas del edificio.

Por último, la urbanización de los terrenos anexos al Museo, con la ubicación de estanques, plazas y hasta aparcamientos, facilitará la integración del fusiforme



Vista aérea del Museo.

edificio en el Plan de Modernización de la ciudad. Mientras, su construcción ya se ha convertido en un símbolo de la revolución urbanística que vive la capital vizcaína.

Mantenimiento integral

El servicio incluye el mantenimiento conductivo, el preventivo y el correctivo, así como al mantenimiento de los elementos constructivos y la limpieza, prestando especial cuidado a los elementos críticos del Museo, como son los sistemas de climatización, electricidad -alta y baja tensión-, fontanería, protección contra incendios, iluminación y control centralizado.

* * *