

EL EDIFICIO DE FORINTEK EN VANCOUVER

C.K.A. Stieda, R.G. Betz, K.R. Kishi.

168

SUMARIO

Se describe el diseño y la construcción de un laboratorio de investigación industrial de madera para Forintek Canada Corporation, de 10.000 m² de superficie y un presupuesto de ejecución de 18,5 millones de dólares.

La estructura ha sido construida casi totalmente con madera aserrada normalizada y productos de madera. Esto incluye, madera aserrada, piezas de madera laminada, cerchas,

viguetas en I, parallam y tablero contrachapado. Un muro de bloque de hormigón reforzado de 4 horas de resistencia al fuego capacitó al diseñador para cumplir los requisitos del código relativos al fuego.

Este artículo fue presentado en la Conferencia Internacional de Ingeniería de la madera celebrada en Londres en 1.991.

RESUMEN DEL PROYECTO, NACIONAL.

Forintek es la organización de investigación de productos de madera de Canadá. La investigación de Forintek se lleva a cabo en las áreas de fabricación de madera aserrada, productos componentes de madera y madera tratada. Todas estas actividades requieren grandes espacios abiertos para el procesamiento de la madera y los ensayos. Al incrementarse la demanda de servicios a Forintek por parte de la industria de la madera, éste se planteó la necesidad de la construcción de nuevos servicios de investigación en el Oeste de Canadá. El

edificio se hizo para dotar de oficinas y laboratorio a más de 90 miembros de su equipo y espacio para una posible expansión. Después de conseguir los fondos para el edificio, el Consejo de dirección autorizó al Presidente a contratar el diseño y la construcción del edificio en Vancouver. El arquitecto elegido para el proyecto fue el Grupo Hulbert, del Oeste de Vancouver.

Debido a que uno de los fines de investigación de Forintek es favorecer la expansión del uso estructural de la madera en mercados no residenciales, se decidió desde el principio, utilizar tanta madera de construcción como fuera posible, para demostrar la posibilidad de construir estructuras de madera de tipo industrial-ligero. Esta decisión fue apoyada por un estudio de costes que afirmaba que el uso de la madera como material estructural puede ahorrar hasta un 30% si se los comparaba con un edificio similar construido con acero. Después de algunas discusiones entre los miembros se decidió potenciar un mayor contacto entre los diferentes departamentos de la organización. Por tanto se le comunicó al arquitecto que considerara este aspecto en la realización del diseño del edificio.

DESARROLLO DEL CONCEPTO EDIFICATORIO.

El solar para las nuevas instalaciones de investigación de Forintek abarca una superficie de 3,5 Ha. que el Gobierno de British Columbia, tenía disponible en la zona sur del campus de la Universidad de British Columbia. La zona esta orientada en su eje mayor en la dirección N-S. El terreno desciende levemente hacia el Oeste. Se estipuló que en el terreno también se construyera el nuevo edificio del FERIC, una organización gemela a Forintek, que se encarga de la investigación de los aprovechamientos forestales y transportes. El Grupo Hulbert propuso un edificio de dos plantas para oficinas y laboratorios, unido en uno de sus lados a un segundo edificio constituido por una nave para el procesamiento de la madera y la realización de ensayos. El edificio de oficinas debía contener dos patios separados por un bloque central. Debido a la pendiente del terreno la base del edificio se situó bajo el nivel de la calle en el lado Este del solar, y la entrada, el área de

recepción y la biblioteca se situaron en un nivel superior. El comedor para personal, dando al patio, se situó en el mismo nivel del terreno. Para cumplir los requisitos de superficie que impone a la construcción en madera por el Código del Fuego, se propuso separar el edificio de oficinas y laboratorio y el de servicio de procesamiento de la madera y la realización de los ensayos, por un muro de 4 horas de resistencia al fuego. Esta concepción se aceptó y el arquitecto fue autorizado a realizar el diseño del edificio en el verano de 1.988. El diseño final tiene 6.200m² de oficinas y pequeños laboratorios en el edificio de dos plantas y 3.300m² de tipo industrial para el procesamiento de la madera y la realización de ensayos. Se dotó un espacio de 600m² de superficie para almacenamiento de material de ensayo, en un local separado. Las oficinas están localizadas en el perímetro del primer edificio con fachada al patio o a la calle. Los pequeños laboratorios están situados entre las oficinas con fachada a los patios y al exterior en los extremos Norte y Sur. Hay dos hileras de pequeños laboratorios en cada extremo de ambas plantas del primer edificio. Y estos están separados por un espacio para servicio de tuberías, bajantes y conducciones eléctricas fácilmente accesible. En estos laboratorios se realizan los trabajos de química, física de la madera, electrónica, biología y anatomía. Los servicios administrativos están situados a lo largo del lado Este que también da cabida al grupo de servicios de informática.

El despacho tipo tiene 13,6m². Cada despacho tiene dos conexiones para terminal de ordenadores, de diseño propio, que dan acceso a un ordenador dual VAX 3.400 y todas las otras terminales del edificio por medio de una red y de un éthernet. Un muro de 111 m de largo, clasificado 4 horas de resistencia al fuego, está constituido por 2 hojas de bloque de hormigón de 200 mm de espesor que separan ambos edificios. Ambos edificios están equipados con rociadores. El diseño de los edificios incorpora generadores eléctricos y un sistema de iluminación energéticamente eficiente que reduce el consumo con un ahorro neto de enegía de 13.400 \$ anuales.

CALCULO ESTRUCTURAL, DESCRIPCION GENERAL Y VALORACION DE LAS CARGAS

El diseño desarrollado por el arquitecto cubre una superficie de 64X111 m, con su eje longitudinal en la dirección N-S. El edificio de oficinas de dos plantas está situado en el lado Este. Los calculistas de la estructura, Jones, Kwong y Kishi de North Vancouver B.C., realizaron los cálculos considerándola como una estructura entramada en madera, con columnas adicionales, tal como se requiere en un edificio industrial. Este método constructivo utiliza montantes separados entre ejes 400 mm, cubiertos en uno o los dos lados, con tableros contrachapados para conseguir resistencia lateral contra sismos y viento. En el edificio de las oficinas las cargas verticales del suelo y del techo, en general están soportadas directamente por los muros, y las columnas se utilizan puntualmente como soportes interiores o como motivos arquitectónicos. El área de recepción, corredores y dependencias con equipos fueron proyectados para una sobrecarga de uso uniformemente distribuida de 4,8 Kpa, los pequeños laboratorios para 3,6 Kpa. y las oficinas para 2,4 Kpa.

EDIFICIO DE OFICINAS Y LABORATORIOS.

El techo de este edificio está formado por viguetas en I de 301 mm. de canto, espaciadas entre ejes 800 mm. Estas viguetas tienen almas de tablero contrachapado estructural de 12,5 mm de espesor y alas de micro-lam de 38X58 mm, con unas luces de 8,2 m. La cubierta de la cubierta se resuelve con tableros contrachapados machihembrados de 16 mm de espesor. Los forjados están formados por viguetas en I de 356 mm de canto espaciados entre ejes 400 y 600 mm.

El entrevigado es de tableros contrachapados de 19 mm de espesor, al que se superpone una capa de 38 mm de hormigón para el aislamiento acústico. La altura libre entre pisos es de unos 4,8 m.

El complejo oficina/laboratorio está separado del edificio industrial por el muro ya descrito y por una pequeña cámara de aire de pequeño espesor. Este muro de 10 m de alto recorre longitudinalmente todo el edificio y lo separa de los laboratorios propiamente dichos. También incluye un taller y una carpintería.

EDIFICIO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA MADERA Y LA REALIZACION DE LOS ENSAYOS.

El entramado principal de la cubierta es de vigas de madera laminada con luces de 16 m y soportadas por pilares también de madera laminada. Las vigas soportan pares o vigas en I con almas de contrachapado espaciadas entre ejes 400 y 800 mm y con luces de 6 m. Otras áreas de la cubierta incorporan cerchas de madera maciza que utilizan conectores de chapa metálica con cantos de 1,2 m y luces máximas de 14 m y separadas entre ejes 600 y 800 mm. En áreas de luces menores el soporte de la cubierta se consigue con madera aserrada de 38X286

mm separada a 400 mm. La cobertura es de tablero contrachapado con unión machihembrada. Los muros exteriores de 7,0 m de altura están diseñados como muros de cerramiento y están formados de Douglas-fir de 38X235 mm espaciados entre ejes 400 mm y recubiertos en el exterior por tablero contrachapado de 12 mm. Los muros exteriores están constituidos por montantes de 38X184 mm espaciados entre ejes a 300 y a 400 mm dependiendo de las cargas que soportan. Los muros inferiores van recubiertos con tablero contrachapado de 12 mm. Se ha hecho un uso extensivo del tablero contrachapado por su capacidad de resistencia como diafragma al esfuerzo cortante. Donde se consideró necesario se incorporaron diagonales de madera laminada para conseguir la resistencia requerida a los esfuerzos horizontales.

CARACTERISTICAS ARQUITECTONICAS.

En general la estructura ha sido proyectada como si fuera un edificio industrial/comercial normal. La intención de Forintek fue crear un edificio que sirviera como demostración de un proyecto realizado con productos derivados de la madera fácilmente asequibles en el mercado. Este objetivo se ha conseguido. Además el arquitecto quiso también llamar la atención sobre algunas de las características visuales más atractivas de la madera, como su color, su sensación cálida y su veteado. Esto lo consiguió creando una entrada y área de recepción única y en la biblioteca.

Al edificio se accede por medio de una rampa de madera soportada por vigas de madera laminada de Douglas-fir cubierta por una marquesina de cristal. El

área de recepción es de forma octogonal con un diámetro de 12 m. Esta formada por columnas de parallam con cubierta de aluminio y cristal. La parte inferior de los muros de esta estancia está recubierta con tablero contrachapado fabricado con chapas de corte radial de Douglas-fir. En la biblioteca, unas columnas altas con ramas abiertas, soportan una cubierta de cristal dando la sensación de árboles estilizados, una evocación al material empleado en la mayoría de los elementos constructivos de este edificio. La biblioteca tiene una cubierta de tejas de cedro rojo, un sistema de construcción tradicional que contrasta con los materiales modernos empleados.

CERRAMIENTO DEL EDIFICIO Y PROTECCION AL FUEGO.

Para cumplir con los requisitos exigidos por Forintek, relativos al bajo mantenimiento, el arquitecto escogió para el cerramiento de la mayor parte del edificio un panel revestido de metal. Este tipo de panel está compuesto, en su alma, de un tablero contrachapado de 10 mm chapado con una lámina de aluminio prelacada y se instala sobre la cubrición exterior de tablero contrachapado. Estos paneles son fáciles de manejar en el lugar de trabajo, fáciles de cortar (si se requiere) y van instalados sobre un entramado de aluminio. En la fachada del edificio se utilizó como cerramiento cedro rojo del Oeste. Un voladizo protege este cerramiento de las inclemencias atmosféricas. La parte inferior de los muros, hasta 3 m de altura, que dan a los patios están acabados con tejas de cedro rojo del Oeste.

En el interior de la nave de laboratorios el tablero contrachapado estructural de coníferas se deja visto o bien se pinta o se tiñe. En el edificio de oficinas se utilizó este recubrimiento, que permite obtener buenos acabados finales con pintura o con papel y también aportan un excelente comportamiento como barrera contra el fuego. Se tomaron un gran número de medidas para alcanzar la protección requerida al fuego del edificio. La separación de todo el edificio en 2 compartimientos por el muro ya ha sido comentada. Adicionalmente todo el edificio ha sido equipado con un sistema de rociadores (sprinklers). Final-

mente se ha hecho un uso extensivo del cartón yeso para realizar la compartimentación al fuego en los locales estratégicos, de esta forma será posible, en el improbable caso de un incendio, evitar la rápida expansión del fuego y extinguirlo en un breve plazo de tiempo.

CONSTRUCCION.

El contrato de 18,5 millones de \$ se adjudicó a la empresa Farmer Construction de Victoria (British Columbia) en marzo de 1.989. Era esencial para Forintek poder trasladarse al nuevo edificio en diciembre de 1.990. Consecuentemente el contratista comenzó el movimiento del terreno, la excavación y la construcción casi inmediatamente. Debido a que el edificio completo era de entramado de madera, el número de cambios en obra fueron reducidos si se compara con un edificio convencional de hormigón o acero. Todo esto permitió al constructor coordinar "in situ" fácilmente todas las operaciones. La estructura requirió una gran cantidad de madera. Se suministraron las siguientes cantidades de materiales estructurales y de cerramientos :

Madera aserrada dimensionada	755 m ³
Madera laminada	212 m ³
Tablero contrachapado:	
en estructura	321 m ³
para cerramiento	44 m ³
Viguetas en "I"	14 Km.
Parallam	170 m ³

Adicionalmente se empleo una gran cantidad de madera para acabados de carpintería.

Comparado con cualquier otro método constructivo la mayor preocupación del contratista fue la protección del material y de los elementos prefabricados contra la humedad. Vancouver tiene un clima marítimo y la lluvia es frecuente a lo largo de todo el año. El requisito de mantener secos los materiales fue un desafío para el constructor. La necesidad de incorporar cerramiento de yeso en la estructura con fines de protección al fuego significó que mucho material de esta clase debía estar colocado antes de que se empezaran los trabajos de fontanería y la instalación de las conducciones eléctricas. Esto, por contra, requería tener la cubierta acabada antes de que se extendiera la cubrición de yeso. Para coordinar estos trabajos se necesitó una cuidadosa programación de los diferentes oficios de construcción e instalaciones. Sin embargo estos desafíos se resolvieron correctamente por el constructor. La madera por su naturaleza interna es un material higroscópico que absorbe vapor de agua del aire circundante o que se seca si se producen las condiciones apropiadas. Inevitablemente, esto conlleva a movimientos de la estructura, que llegan a ser más notorios en edificios grandes que en los pequeños. Se observaron algunos clavos que se desclavaron como consecuencia del secado y la aparición de algunas grietas en el yeso. Pero estas incidencias fueron mínimas y solamente serían detectadas por un observador minucioso, preocupado por encontrar esta clase de defectos estéticos. Mientras algunas de estas fisuras en el yeso se pueden evitar por un adecuado estudio de los detalles constructivos por parte del arquitecto, otras fisuras son inevitables.

Como resultado del acelerado programa de construcción, no todos los detalles del diseño estaban definidos cuando el contratista comenzó su trabajo.

En algunos puntos de la cubierta fue necesario añadir rigidizadores locales cuando se apreciaban concentraciones de grandes cargas, provenientes de los equipos mecánicos.

El edificio fue terminado según programa previsto y dentro del presupuesto. Se ha estimado que al utilizar madera en la estructura se han ahorrado alrededor de 450.000\$. El equipo humano de Forintek pudo trasladarse al nuevo edificio en la fecha prevista. Las nuevas instalaciones son espaciosas y agradables y contribuirán a encontrar nuevas soluciones al viejo problema de optimizar la utilización de los recursos forestales canadienses.

CARACTERISTICAS TECNICAS

gas verticales y horizontales.

Por ejemplo, los muros que se utilizan para los cerramientos o las separaciones interiores, también se utilizan para soportar cargas y a la vez aportan rigidez al conjunto, y permiten eliminar la necesidad de emplear la cruz de San Andrés en la cavidad existente entre los paramentos en funciones de arriostramiento. En el edificio de oficinas/laboratorio la estrategia consistió en utilizar el sistema de entramado en la mayoría de los espacios donde fue posible y utilizar el sistema de viga/pilar sólo en donde fuera requerido por las condiciones de la carga.

En un 85% del espacio construido en este edificio fue posible la utilización del sistema de entramado.

Extracto del estudio realizado por Canadian Wood Council en julio 1.991.

ANALISIS DE FACTIBILIDAD.

Forintek tenía la responsabilidad de controlar que las ayudas estatales y de la industria se emplearan correctamente. Los estudios comparativos entre madera, acero y hormigón, realizados por el equipo encargado del proyecto mostraron que los requisitos económicos y técnicos (acústicos, vibraciones,...) podían cumplirse utilizando madera. El coste original calculado fue finalmente confirmado tras los estudios realizados y las discusiones mantenidas sobre la comparación de costes.

FILOSOFIA DEL DISEÑO.

Se empleó el sistema constructivo de entramado de madera en vez de la clásica construcción de viga/pilar. Este tipo de construcción funciona con éxito en el mercado residencial y se pueden realizar también, construcciones rígidas para proyectos comerciales, con una ingeniería adecuada, a precios económicos. En esta técnica se utilizan los mismos elementos en cerramientos y en funciones estructurales para car-

En las áreas públicas, como la rotonda de recepción y la biblioteca, el carácter arquitectónico condicionó el uso de unas formas más expresivas para la madera.

En la nave del laboratorio se utilizaron diferentes sistemas de soporte de la cubierta, la selección se basaba en los requerimientos de la luz y los pesos de los equipos que tenían que soportar. En algunos casos se utilizaron viguetas en I para conducir las cargas directamente a los muros portantes y en otros, se utilizaron vigas, cargaderos o cerchas ligeras.

UNIONES.

El empleo de muchos elementos pequeños (en vez de vigas/pilares) permitió el uso de uniones clavadas. La pistola clavadora es rápida y da lugar a una estructura que no esta sobredimensionada pero que aporta un elevado grado de seguridad.

Se utilizaron herrajes ligeros para muros de rigidización, diafragmas, viguetas y uniones de los muros entramados. Los conectores ligeros son un producto económico y que no requieren preparación como ensambles o taladros.

Cuando la unión de viga y pilar requería el diseño de conectores de placa metálica, el equipo de pro-

yecto aseguró que éstas no sólo cumplían las exigencias de resistencia sino que también ofrecían un aspecto agradable, especialmente en la zona de oficinas.

INSTALACIONES

La naturaleza industrial de la nave del laboratorio necesitaba la instalación en el techo de los servicios eléctricos y mecánicos. Cuando las cargas suspendidas eran importantes, el espaciamiento de las viguetas del techo se redujo para resistir la carga adicional. Debido a que no es recomendable situar cargas concentradas en el ala inferior de la vigueta se utilizaron unas varillas roscadas bien colgadas desde el entrevigado o desde el forjado o la cubierta o bien se fijaban a la propia vigueta durante el proceso de fabricación.

En algunas zonas del edificio existían cargas importantes debidas a la maquinaria del aire acondicionado. La capacidad portante de la cubierta se aumentó en esas zonas reduciendo el espaciamiento de las viguetas o usando piezas de PSL o LVL.

Debido a la naturaleza de los trabajos realizados en el laboratorio y el tamaño del edificio, los requerimientos de conducción de aire son grandes, necesitando más de 1,5m. (5 pies) de espacio libre (plenum) sobre el falso techo suspendido.

CARGAS LATERALES.

El edificio fue proyectado para cumplir los requisitos sísmicos de Vancouver. Como es normal para edificios de estas proporciones la carga de viento condicionó el diseño de los muros entramados que configuran los altos muros. Para resistir el movimiento y la posible rotura de las tuberías en el caso de un terremoto, todas las instalaciones se aseguraron contra movimientos horizontales fijando las tuberías a los muros con cables a 45° que no están tensionados a no ser que entren en carga por fuerzas de origen sísmico.

AISLAMIENTO ACUSTICO.

Dada la proximidad de las áreas de trabajo a las zonas más tranquilas, como las oficinas y la biblioteca, el aislamiento acústico fue un requerimiento importante del proyecto. El objetivo fue conseguir una razonable privacidad de las conversaciones entre los despachos, el control del impacto de pisadas entre pisos, el aislamiento del ordenador HVAC y otros ruidos procedentes de los equipos mecánicos.

La privacidad de las conversaciones se consiguió utilizando muros entramados insonorizados con tableros de cartón yeso. Para locales de alta privacidad los montantes de madera se dispusieron en dos filas al tresbolillo y se incluía un medio elástico para incrementar el aislamiento acústico. El aislamiento al ruido de impacto se consiguió añadiendo una capa de hormigón de 38 mm de espesor sobre el entrevigado de tablero contrachapado. Esta medida se completaba con la utilización de moqueta en las oficinas y solados elásticos en los comedores y los laboratorios.

La maquinaria de las instalaciones se aislaba empleando varias capas de tableros de cartón yeso y láminas elásticas. Cuando esta solución no era suficiente para conseguir la masa para aislar las áreas más ruidosas, se empleó una combinación de tablero de yeso sobre una mampostería de bloques. En la mayoría de los casos, el entramado de madera en combinación con materiales de probada capacidad de atenuación del sonido fue suficiente para obtener un alto grado de aislamiento acústico.

APROXIMACION

A LAS CARACTERISTICAS

DE SEGURIDAD AL FUEGO.

Se utilizaron algunos criterios de diseño que diferían de los requisitos del Código de obligado cumplimiento que fueron propuestos y aceptados, basándose en un estudio detallado de la valoración de seguridad al fuego. Para ello se analizó el objetivo de las especificaciones del Código, diseñando soluciones de protección alternativas, tales que llegarán a resultados equivalentes a los prescritos.

COMPARACION DE COSTES.

Forintek deseó utilizar productos de madera para demostrar que podían realizarse aplicaciones dife-

rentes igualando o sobrepasando a los materiales de la competencia en términos de costes, resistencia al fuego, aislamiento acústico, rigidez y fácil adaptación a las inevitables modificaciones futuras.

Los estudios de viabilidad indicaron que una estructura de madera cumplía todos los requisitos y se hizo una detallada comparación de costes entre la construcción con acero y con madera para tres muestras de superficies que representan al 90% del edificio. Para el edificio de oficinas se hicieron diseños en acero y madera con una exigencia de limitación de la flecha a la luz/600 debido a la naturaleza del trabajo de laboratorio allí realizado.

Aplicando estos criterios de deformación al diseño en acero, se seleccionó una estructura mixta de acero y hormigón por sus ventajas en relación a la deformabilidad y peso propio.

Los resultados de la comparación de costes se basaron en los costes de construcción en madera y las estimaciones en acero. Aunque no es una comparación exacta se considera que tiene una precisión en torno al 5%.

El coste de los elementos comunes a ambos tipos de construcción, como las instalaciones eléctricas y el aislamiento, lógicamente no se incluyeron en los costes unitarios ni tampoco la cimentación que se consideró equivalente en ambos tipos de construcción, lo mismo que el de los sistemas de rociadores o sprinklers requeridos en ambos tipos, para un edificio de este tamaño.

Como comentamos en un artículo precedente, Forintek inició estudios de las ventajas de la madera relativas al respeto del medio ambiente en productos para la construcción comparados con el acero y el hormigón. Se ideó un programa de trabajo para medir el impacto global de los edificios en el medio ambiente. Este programa considera el impacto ambiental de los productos y su ciclo de vida desde la extracción inicial de la materia prima (corta o extracción de las minas), la fabricación, el uso, la demolición y los desechos. Se estudió un caso concreto (desde la extracción de la materia prima hasta la entrega en obra de los productos de la construcción) utilizando los datos del nuevo edificio de laboratorio Forintek del Oeste de Canadá. Este moderno edificio multiuso de 105.000 pies cuadrados utilizó al máximo la madera. Su diseño fue comparado con los materiales alternativos : hormigón y acero.

Los resultados provisionales mostraron que la estructura de madera del laboratorio no sólo costó un 30% menos, sino que también requirió un 50% menos de inversión en energía, generó un 60% menos de emisión de CO₂ y un 93% menos de dióxido sulfúrico que el diseño en acero. Los resultados de este estudio, que todavía continúa, llevaron al departamento de I + D de Forintek, a informar a los proyectistas de edificios sobre las ventajas ecológicas de los productos de madera.

LOS PRODUCTOS DE MADERA

MADERA

Elementos	Costes
Cubierta y muros del edificio de oficinas/laboratorio. Superficie de la muestra = 1.012 m ² (10.870 pies ²)	
Pilares de madera laminada	1.100 \$
Vigas de madera laminada	1.100 \$
Muros de carga entramados	17.100 \$
Viguetas en "I"	26.400 \$
Entrevigado de contrachapado	13.600 \$
Tabiquería de madera	3.900 \$
Paramentos de contrachapado	15.800 \$
Material ignífugo (tablero de cartón yeso)	7.100 \$
Coste total	86.100 \$
Coste unitario (7,90 \$/pie ²)	85,20 \$/m ²

ACERO

Elementos	Costes
Cubierta y muros del edificio de oficinas/laboratorio. Superficie de la muestra = 1.012 m ² (10.870 pies ²)	
Pilares	21.500 \$
Arriostramientos	9.100 \$
Vigas de acero	15.400 \$
OWSJs	16.000 \$
Entrevigado de acero	14.100 \$
Tabiquería de montante de acero	24.100 \$
Material ignífugo (tableros de cartón yeso)	26.300 \$
Paramentos exteriores	6.200 \$
Coste total	132.700 \$
Coste unitario(12,20\$/pie ²)	131,40 \$/m ²

FORJADOS Y MUROS DEL EDIFICIO DE OFICINAS/LABORATORIO.

Superficie de la muestra = 950 m ² (10.225 pies ²)	
Columnas de madera laminada	300 \$
Vigas de madera laminada	2.400 \$
Muros de carga entramados	19.900 \$
Viguetas en "I"	30.600 \$
Entrevigado de contrachapado	8.700 \$
Conectores metálicos	1.800 \$
Capa de hormigón	11.400 \$
Paramentos de contrachapado	14.900 \$
Tabiquería de madera	3.200 \$
Material ignífugo (tableros de cartón yeso)	13.300 \$
Coste Total	106.500 \$
Coste unitario (10,40 \$/pies ²)	112,10 \$/m ²

Superficie de la muestra = 950 m ² (10.225 pies ²)	
Pilares	22.700 \$
Arriostramientos	8.600 \$
Vigas de acero	53.400 \$
Pilares para resistir cargas laterales	9.300 \$
Entrevigado de acero	15.200 \$
Capa de hormigón	27.100 \$
Tabiquería de montantes de acero	22.600 \$
Material ignífugo (tableros de cartón yeso)	25.200 \$
Paramentos exteriores	5.000 \$
Coste Total	189.100 \$
Coste unitario (18,50 \$/pies ²)	199,10 \$/m ²

MADERAS UTILIZADAS EN EL EDIFICIO.

Rotonda de recepción	Paredes de abedul.	Douglas Fir con montantes	-edge grain, acabado claro. láminas de albura detrás del mostrador de recepción. el resto de duramen.
	Falso techo	Cedro.	-corte plano, limpio
	Mostrador de recepción	Douglas fir con encimera de arce, columnas de hemlok	-tinte granate
	Solados Columnas	Arce preacabado. Parallam.	-tinte. -edge grain, Clear finish.
Escalera principal	Paredes de abedul.	Douglas-Fir con montantes	-solid edging, clear.
	Solado	Arce	-clear finish.
	Rastreles	Abedul.	-edge grain, stained maroon.
Boardroom	Paredes Boardroom	Hemlok del Este.	-clear finish.
	Solado	Burled Madrona (madroño), cantos de arce macizo.	-clear finish.
Biblioteca	Paredes (sobre estantería)	Tablero aglomerado.	-tinte marrón.
	Techo en las pilas	Aliso.	-machihembrado, clear.
	Estantería	Arce/Abedul.	-clear finish.
Sala de juntas	Pilastras	Abedul.	-flat cut, stained finish.
Comedor	Falsos techos	Tablero aglomerado.	-clear finish.
	Columnas	Parallam.	
Mobiliario	Mesas de despacho y de Ordenador	Roble.	-flat cut, clear finish.
Elementos tipo	Puertas, cercos	Arce.	-clear finish.
	ventanas (unidades de esquina)	Douglas Fir.	-clear finish, exterior pintado.
	Ventanas de los despachos extr.	Hemlock del Este y Douglas Fir.	-tratamiento con presión, pintado al exterior.
Exterior	Fachada	Cedro rojo del Este	-tinte de varios colores.
	Fachada	Panel 15	-tableros contrachapados con capa superpuesta de aluminio (en ambas caras) con esmalte al fuego estampado en el exterior