

Ejemplo práctico : Edificio de oficinas de baja altura típico en Luxemburgo

Un importante edificio comercial de cinco pisos donde se utilizó un sistema de construcción mixto, que fue diseñado utilizando técnicas de ingeniería de seguridad ante incendio, logrando una economía considerable en la protección ante incendio. Los pilares están parcialmente embebidos y las vigas no están protegidas, excepto en las plantas bajo rasante



Edificio durante la construcción

Índice

1.	El logro	2
2.	Introducción	2
3.	Estructura	2
4.	Concepto de seguridad ante incendio	3
5.	Información general	5
6.	Referencias	5

1. El logro

Este edificio resalta debido al uso de técnicas de ingeniería de seguridad ante incendio lográndose los siguientes beneficios:

- Se utilizaron vigas sin protección en los niveles sobre rasante, logrando una economía considerable en los costes de protección ante incendio.
- Se utilizaron pilares parcialmente embebidos que eliminaron la necesidad de usar otras protecciones pasivas.
- El modelo de seguridad ante incendio permitió obtener un nivel aceptable de seguridad, lo cual fue aceptado por las autoridades reguladoras.
- Se utilizaron vigas parcialmente embebidas en el sótano para obtener 90 minutos de resistencia al fuego.

2. Introducción

La primera fase del edificio fue construida en el área de “Kirchberg” de la ciudad de Luxemburgo, la cual está cerca al centro de la ciudad y representa la nueva zona de negocios de Luxemburgo. El edificio fue diseñado utilizando una estructura de acero, la cual se analizó utilizando el concepto de seguridad ante incendio logrando un ahorro significativo en los requerimientos de protección ante el fuego.

3. Estructura

Las plantas superiores, utilizadas para oficinas, están hechas con vigas mixtas de gran luz y pilares parcialmente embebidos. En los niveles de sótano que se utilizan como aparcamientos, la estructura es idéntica excepto que las vigas también están parcialmente embebidas.

La estructura está construida en 4 plantas, de 3 vanos (15,15 m; 8,50 m y 15,15 m). La altura de planta a planta es 4,2 m.

La distancia entre pórticos principales adyacentes es 4,5 m. La losa del forjado tiene 360 mm de canto y está hecho con una losa de hormigón C30/37 de 160 mm, (incluyendo una losa prefabricada de 50 mm) y el acabado del forjado de 200 mm.

Se utilizaron vigas mixtas, fabricadas con acero grado S355, para las luces de 8,50 m y acero grado S460, para las grandes luces de 15,15 m. Las vigas de acero se unieron al forjado de hormigón con conectores de 22 mm de diámetro \times 125 mm de longitud. La sección transversal de la estructura se muestra en la Figura 3.1.

Los pilares mixtos, se fabricaron en base a perfiles H, de acero de grado S355, parcialmente rellenos, con hormigón de clase C30/37 y tienen continuidad a lo largo de 2 plantas. Aunque, la unión entre pilares en la tercera planta se hizo con chapas de borde a ras con 4 tornillos, ésta se consideró como rígida.



Figura 3.1 Vista lateral del edificio durante la construcción

Los pilares se consideran articulados a nivel del suelo. Los núcleos de hormigón que confinan las escaleras y ascensores dan estabilidad lateral a la estructura.

Antes del estudio de resistencia a fuego, los pilares interiores sólo fueron sometidos a carga axial ya que las vigas que se conectan se asumieron simplemente apoyadas. Los pilares externos están sometidos a poca carga axial (que comprende el peso de las fachadas), pero también a la flexión que transmite la fuerza de viento a las losas. Los momentos flectores debidos al viento son bajos en comparación con la carga axial y no influyen en el diseño de los pilares. Los pilares exteriores de las esquinas están sujetos a una mínima carga axial (que comprende el peso de las fachadas) pero también a flexión, en ambas direcciones, producida por el viento. Sin embargo, la condición de carga de viento tampoco influye en el diseño del pilar de las esquinas.

4. Concepto de seguridad ante incendio

Para realizar el estudio de de seguridad ante incendio de las partes superiores se consultó al departamento de investigación de PROFILARBED, en base a lo cual las autoridades aceptaron que se emplee el concepto de fuego natural para analizar seguridad ante incendio ^[1,2,3]. El diseño de seguridad ante incendio se basó en las prescripciones de EN1991-1-2 ^[1] (utilizando una carga de fuego característica para edificios de oficinas de 511 MJ/m²) teniendo en cuenta las medidas activas para combatir incendios (Alarma automática & transmisión a la brigada de bomberos, sistemas de eliminación de humos, etc.). No se necesitaron rociadores.

La temperatura del gas se calculó utilizando el programa 2-zone *OZone* ^[1,2]. Se realizó una serie de simulaciones analizando diferentes compartimentos y utilizando varios escenarios en los que se produce la rotura de vidrios. Como las máximas temperaturas experimentadas en el acero, que se daban en las secciones IPE600, llegaron a más de 850°C, se tuvo que realizar un análisis por elementos finitos en 2-D, teniendo en cuenta la estructura entera del edificio.

El pórtico más cargado fue simulado con el programa de elementos finitos *CEFICOSS* ^[5]. Se aplicaron las cargas estáticas bajo condiciones de fuego de acuerdo con prEN1990 ^[6].



Figura 4.1 *Detalle de la unión de una viga en un pilar parcialmente embebido*

Las vigas fueron diseñadas inicialmente como simplemente apoyadas, pero debido a las recomendaciones del departamento de investigaciones de PROFILARBED en un antiguo proyecto; se utilizó una chapa de borde con una línea de tornillos situada en la losa de hormigón. El detalle de la conexión se ilustra en la Figura 4.1. En caso de incendio al menos una fila de tornillos se mantiene ‘fría’ y es capaz de transmitir las “reducidas” fuerzas cortantes. Este efecto positivo se tomó en cuenta en el análisis por FE (elementos finitos), y añadiendo algunas barras de refuerzo en el apoyo central se pudo lograr un momento flector negativo. De esta manera se demostró que la estructura resistiría un incendio natural.

Los resultados de este análisis de ingeniería ante incendio fueron que todas las vigas de acero podían utilizarse sin elementos de protección pasiva ante incendio.

Para los niveles en los sótanos, las autoridades exigieron una resistencia de R90. Esto se logró, utilizando vigas y pilares, parcialmente embebidos, con el refuerzo requerido.

5. Información general

- Arquitecto: Atelier a+u
- Planeamiento de la estructura: Schroeder & Associés S.A. ; TR-Engineering
- Constructora: HOCHTIEF Luxemburgo S.A.
- Expertos en protección ante incendio: PROFILARBED-Research
- Tiempo de ejecución: 2000 - 2001
- Altura total: 21,60 m
- Área en planta: 63 x 38 m.

6. Referencias

- [1] EN1991-1-2, Eurocode 1- Actions on structures, Part 1.2-Actions on structures exposed to fire. CEN Central Secretariat, Brussels, November 2002.
- [2] Competitive steel buildings through natural fire safety concept. ECSC Research 7210-SA/125; 1994-98.
- [3] Natural fire safety concept –Full scale tests, implementation in the Eurocodes and development of a user-friendly design tool. ECSC Research 7210-060, 1997-2000.
- [4] Valorisation project - Natural Fire Safety Concept. ECSC Research 7215-PA/PB/PC – 042-057, D-E-F-I-NL-UK & ECCS, 1999-2001.
- [5] CEFICOSS, A Computer Program for Analysis of Structures Submitted to the Fire, University of Liège, Department Structures du génie Civil, Service Ponts et Charpentes.
- [6] CEN; prEN1990, Eurocode – Basis of structural design, 2001.

Registro de Calidad

TÍTULO DEL RECURSO	Ejemplo práctico : Edificio de oficinas de baja altura típico en Luxemburgo		
Referencias(s)			
DOCUMENTO ORIGINAL			
	Nombre	Compañía	Fecha
Creado por	Haller Mike	PARE	2003
Contenido técnico revisado por	Haller M	PARE	08/11/05
Contenido editorial revisado por	Brasseur M.	PARE	08/11/05
Contenido técnico respaldado por los siguientes socios de STEEL:			
1. Reino Unido	G W Owens	SCI	20/1/06
2. Francia	A Bureau	CTICM	20/1/06
3. Suecia	A Olsson	SBI	20/1/06
4. Alemania	C Müller	RWTH	20/1/06
5. España	J Chica	Labein	20/1/06
6. Luxemburgo	M Haller	PARE	20/1/06
Recurso aprobado por el Coordinador técnico	G W Owens	SCI	11/5/06
DOCUMENTO TRADUCIDO			
Traducción realizada y revisada por:		eTeams International Ltd.	21/02/06
Recurso de traducción aprobado por:		Labein	24/03/06

Enmienda No 1, 26/3/07

Titulo enmendado, con pequeñas modificaciones en el texto. Nueva imagen en página 1