

REALIZACIÓN URBANA DE UNA CUBIERTA DE HORMIGÓN ARMADO, DE GRAN LUZ

POR RODOLFO LAMA PRADA, INGENIERO DE CAMINOS

Se describe en el presente artículo una interesante estructura de un Mercado en La Coruña, con indicación del procedimiento de cálculos seguido y de diversos detalles constructivos.

Descripción general.

En sustitución de un conglomerado de carcomidos puestos de venta en malas condiciones de salubridad, el Ayuntamiento de La Coruña acometió la construcción, en el solar que aquéllos ocupaban, de un Mercado, que proyectaron los Arquitectos Municipales D. Antonio Tenreiro y D. Santiago Rey Pedreira.

Fuí encargado de la realización de estas obras y del proyecto de la estructura de hormigón armado, que someramente voy a describir.

El área ocupada por la edificación es de 2 249,24 metros cuadrados, habiéndose excavado en toda esta superficie un sótano, aprovechando la pendiente del terreno, con entrada directa para vehículos por la fachada principal, destinándose a almacenes y cámaras frigoríficas de conservación de productos alimenticios.

Cubriendo esta planta de sótanos existe un entramado de vigas rectas y forjados, sobre pilares, que sirve de piso para la planta principal de ventas, destinada al público, cuyas dimensiones son de 54 x 35 metros, aparte de la nave de entrada, que mide 23 x 9 metros.

En comunicación directa con la planta principal, y con los sótanos, por intermedio de cuatro escaleras en los cuatro ángulos del edificio, se ha construido una planta superior, destinada también al público, que bordea todo el perímetro de la nave, con una anchura de 5 metros.

En las fachadas lateral y posterior, con entrada directa por el exterior, se han alojado los puestos de venta de

carne, que están protegidos por un voladizo de 3 m. de luz, hecho con losa continua de hormigón armado.

Los pisos de planta principal y planta alta se han calculado para una sobrecarga de 500 kilos por metro cuadrado, dejando lucernarios formados con pavés de cristal, para iluminación del sótano.

La cubierta de la nave principal y de la nave de entrada es una bóveda en forma de catenaria, siendo las de la planta alta bóvedas circulares de generatriz horizontal, que se interceptan con la cubierta principal (figs. 1.^a, 2.^a y 3.^a).

Estructura de la bóveda.

La nave principal está cubierta por una bóveda formada por 10 arcos, que soportan un forjado con-

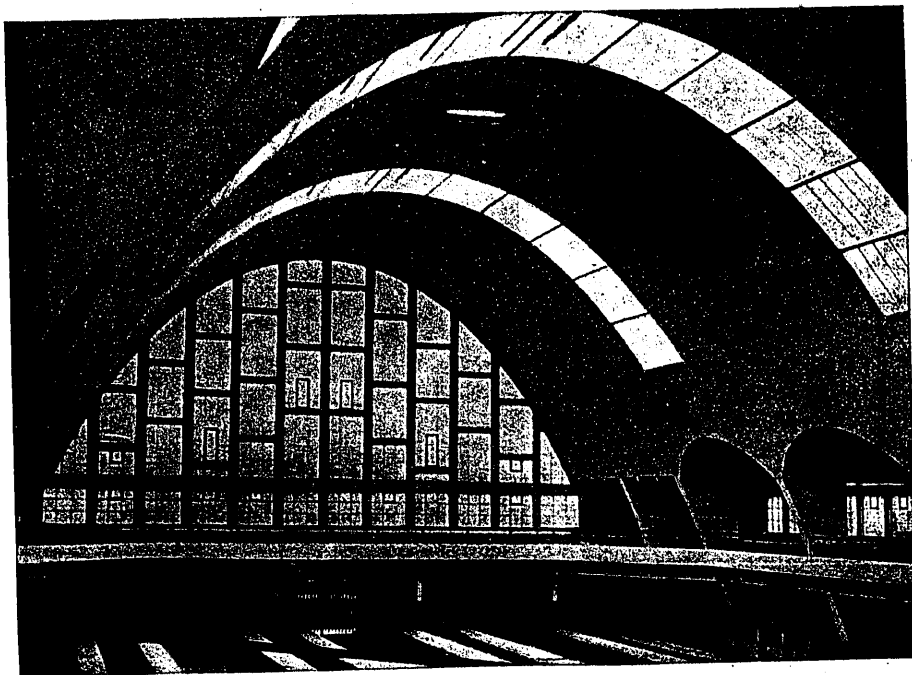


Figura 1.^a

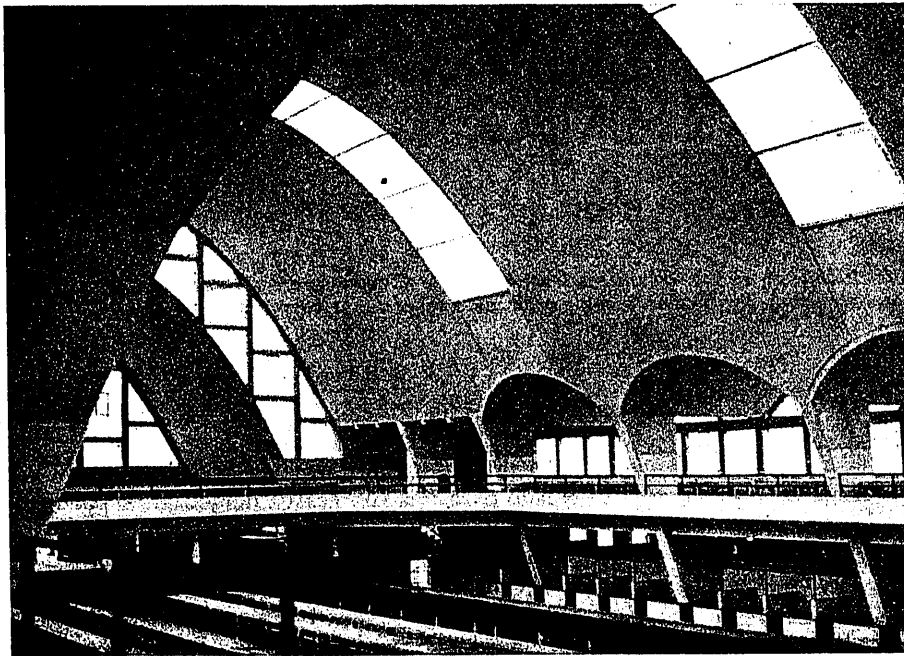


Figura 2.ª

tinuo de hormigón armado. La cubierta de la nave de entrada es semejante a la principal, con menos luz y peralte.

Al objeto de producir en el interior una superficie continua de agradable aspecto, que constituye por sí sólo un motivo estético, se han resaltado los arcos hacia el exterior de la bóveda (figs. 1.ª, 2.ª y 3.ª).

En estrecha colaboración con los arquitectos, he estudiado la forma más conveniente de la directriz de los arcos, ya que se me impuso por ellos el peralte que había de tener la cubierta, dejándome en libertad para estudiar la curva más racional y económica.

Las acciones que se tuvieron en cuenta para el estudio de los arcos fueron el peso propio de la cubierta, presión del viento a razón de 125 kilogramos/m.² y variación de la temperatura en más menos 10° en la directriz. No he tomado en consideración la carga de la nieve, dada la situación geográfica de La Coruña.

La separación entre arcos

es de 7 m., a excepción de los cuatro laterales, dos en cada extremo, que van separados 5 m., siendo la luz de los mismos de 28,50 m.

He realizado los tanteos de rigor, ensayando varias formas de la directriz, entre otras, la parábola de sección constante y de momento de inercia variable y las curvas en forma de catenaria, de inercia variable y constante, hallando en todas ellas los valores máximos absolutos de la envolvente de las leyes de momentos flectores hiperestáticos.

Como era de prever, los valores máximos más reducidos de momentos flectores los dió la catenaria de sección constante, puesto que es sabido la influencia decisiva que tiene el peso propio en estas clases de cubiertas,

siendo la catenaria la forma más racional de soportar estos esfuerzos, por ser el antifunicular de las cargas debidas a peso propio.

La ecuación de la directriz se obtiene hallando el valor del parámetro de la expresión de la catenaria, con la condición de que pase por los puntos que se me

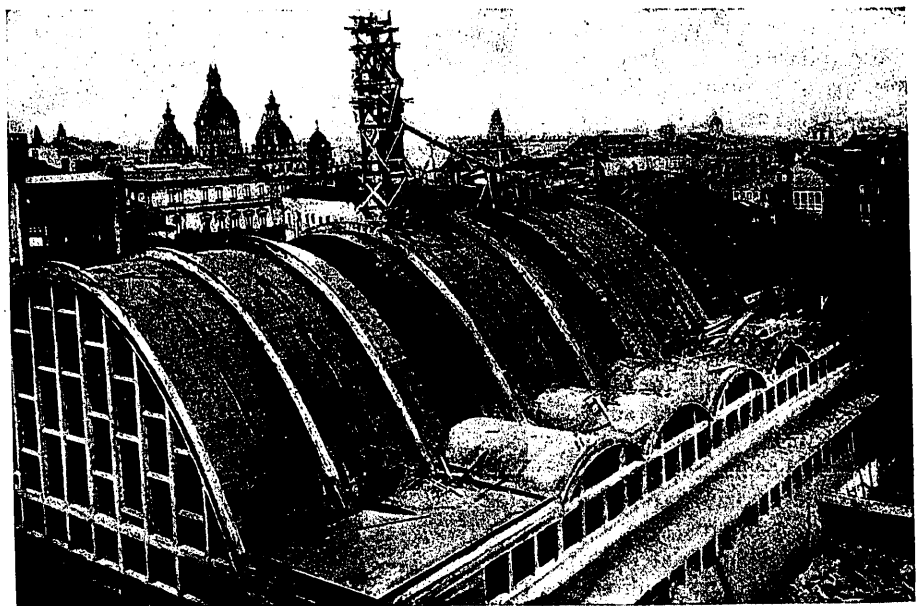


Figura 3.ª

fijaron, determinados por la luz de la bóveda y peralte de la misma.

La ecuación resultó ser:

$$y = 3,91 \left[e^{\frac{x}{7,82}} + e^{-\frac{x}{7,82}} \right].$$

El procedimiento de cálculo empleado ha sido el que resulta de aplicación del teorema de Castigliano, con la simplificación de Müller-Breslau, en la forma que se explica en el libro *Mecánica Elástica*, de don Alfonso Peña.

Los arcos se calculan empotrados a la altura del piso de la nave principal. Este empotramiento se obtiene de una manera perfecta por intermedio de un marco formado por una viga horizontal y un pie derecho, aparte del atirantado que supone el entramado del piso principal.

Por conducto de la viga y el pie derecho, se transmiten las reacciones del empotramiento del arco al muro de contención del sótano y a la placa de cimentación corrida que sirve de sustentación al muro de contención y a estos elementos de transmisión.

La sección del arco tiene de dimensiones 35 cm. de ancho por 65 cm. de canto, armados simétricamente con una cuantía metálica de 0,015, siendo las cargas de trabajo del hierro y hormigón las normales.

Llamamos la atención de la reducida sección de los arcos, comparada con la luz de los mismos, prueba evidente que la directriz en forma de catenaria resulta muy adecuada para adoptar en cubiertas muy peraltadas.

En planta principal y planta alta, se le ha dado a los arcos un suplemento de sección, a fin de obtener un trasdós vertical, que mejora el efecto estético de la construcción.

La nave de entrada está formada por un forjado que se apoya en dos arcos, separados 9 m. entre sí, semejante en todo a los de la nave principal, siendo su cálculo análogo a lo descrito anteriormente.

Otros detalles.

Como hemos dicho, la planta alta, contigua a las fachadas laterales, se cubre con bóvedas de generatriz horizontal y forma circular, a excepción de las cuatro esquinas del edificio, encima de las escaleras,

que van cubiertas con un entramado plano de hormigón armado, formando cuatro terrazas laterales.

La impermeabilización de las bóvedas se ha resuelto muy satisfactoriamente, aplicando directamente a la superficie del hormigón un producto a base de alquitrán, puesto que la gran pendiente de la cubierta impide que el agua de lluvia se retenga lo más mínimo, escurriendo velozmente hacia los desagües.

Para dar iluminación al Mercado, se han dispuesto en la cubierta unas claraboyas formadas con barras emplomadas y cristal armado. Estas claraboyas se han montado sobre plomo, para no hacerlas solidarias con los movimientos de la cubierta.

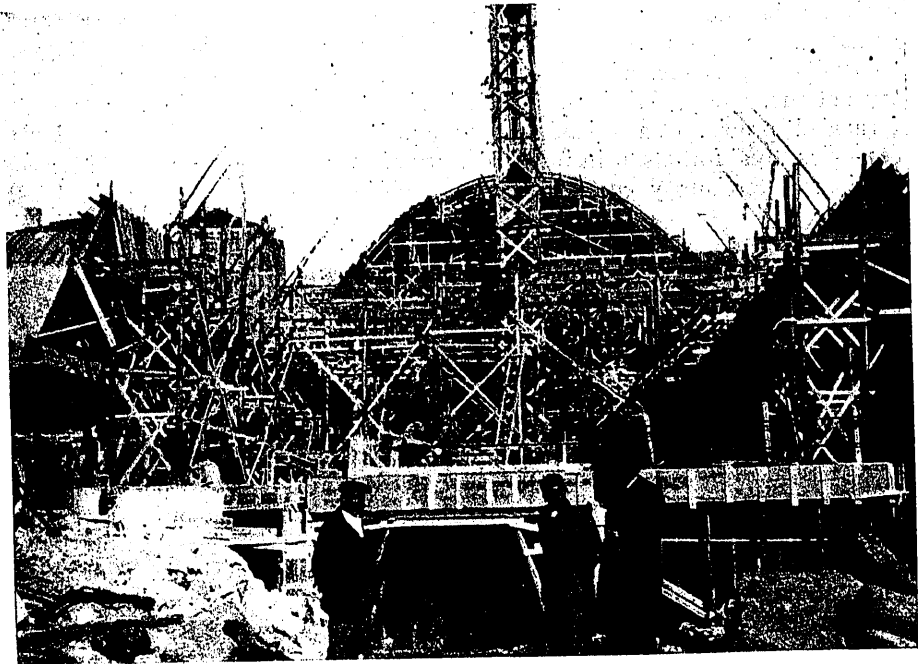


Figura 4.ª

El hormigón que se empleó en la obra se hizo a base de una dosificación corriente de 300 Kg. de cemento Portland artificial por metro cúbico de áridos, con gravilla de granito, y una arena de cuarzo, formada por la mezcla de dos de tamaños diferentes.

Para la puesta en obra del hormigón, se emplazó una sección central de elaboración mecánica del mismo, contigua a un castillete, desde el cual fué distribuido a los diversos tajos de la obra por intermedio de canaletas, empleando para ello un hormigón bastante fluido (figs. 3.ª y 4.ª).

La cimentación de todo el edificio se ha hecho directamente sobre un terreno formado por granito descompuesto.

Lleva esta estructura varios años construída, y el comportamiento de la misma ha sido perfecto.