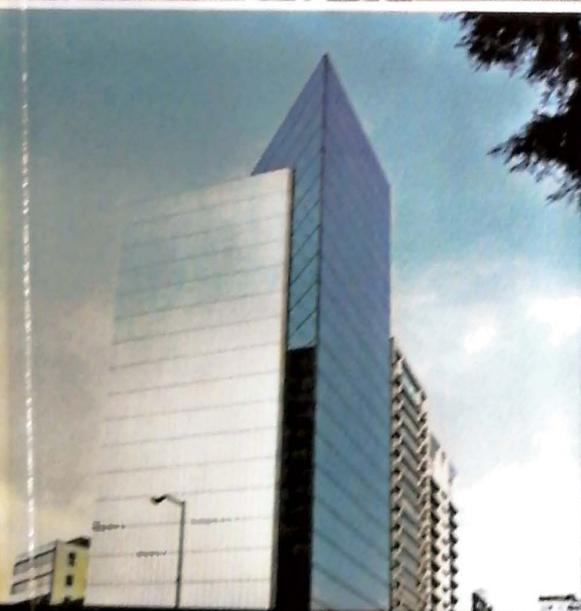


# ESTRUCTURA TRIDILOSA PARA GRANDES CLAROS



- Conceptos y antecedentes
- Propiedades del sistema
- Criterios de fabricación
- Casos de estudio:  
*World Trade Center, Centro de convenciones,  
Torre Chapultepec*

Heberto Castillo Juárez



trillas 

## **Principios estructurales de la arquitectura mexicana**

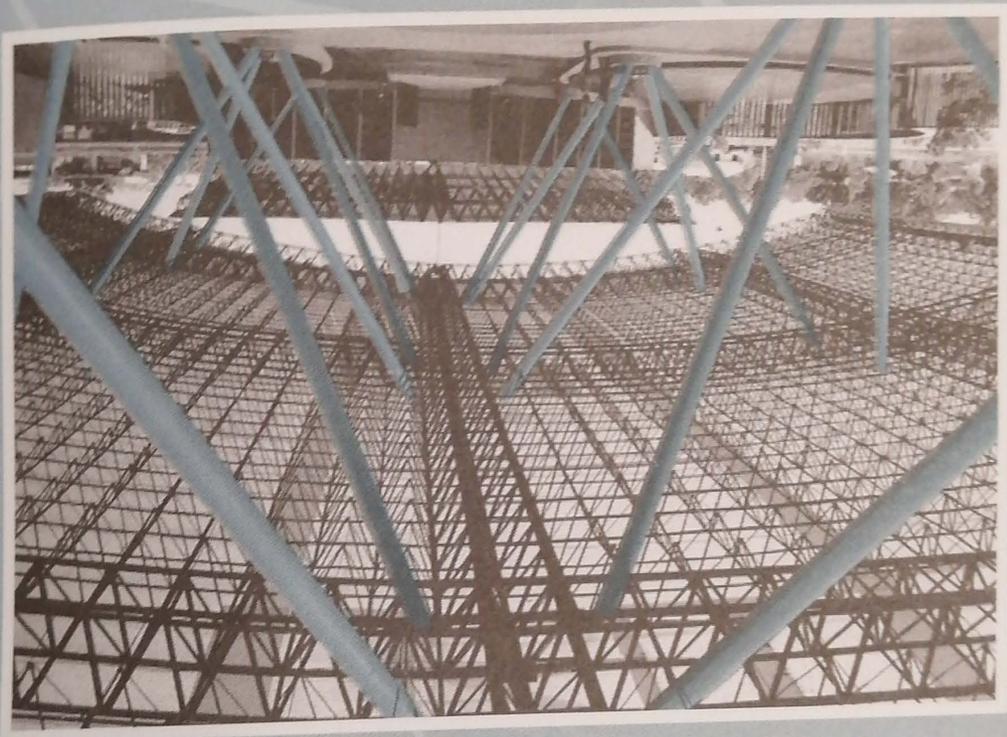
**Luis Fernando Solís Ávila**

Este libro analiza diversas estructuras de edificios representativos de la arquitectura mexicana. Por medio de un cuadro sinóptico, se muestra la clasificación de las estructuras en conjunto, de acuerdo con los esfuerzos que intervienen en las mismas; después se estudian de manera individual los 27 edificios.

Una vez clasificados, cada edificio se identifica con una ficha que contiene los datos del proyecto: proyectista, ubicación, tipo de inmueble y sistema estructural, entre otros. Posteriormente se describe la obra arquitectónica cualitativa y cuantitativamente y se expresan las condiciones geotécnicas del terreno en el cual se desplantó el edificio. El texto continúa con la explicación de cada tipo de estructura, primero a nivel geométrico y estructural, exponiendo los elementos que intervienen en éste, tales como tipo de columnas, muros, entrepisos, cubiertas, ejes de composición y módulos.

Uno de los aportes de la obra lo constituyen los modelos tridimensionales de las estructuras que muestran paso a paso. Ésta es una forma lúdica de enseñar los principios estructurales en la arquitectura mexicana. Para enriquecer el texto, se proporciona un mapa del Distrito Federal y el área metropolitana, donde se ubican los inmuebles que se detallan en este libro. Para finalizar, se anexa una bibliografía comentada muy completa.

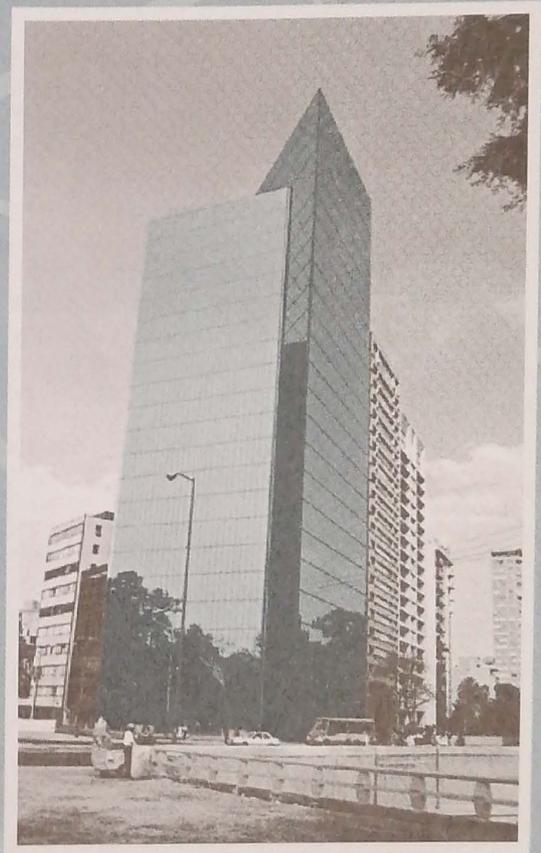
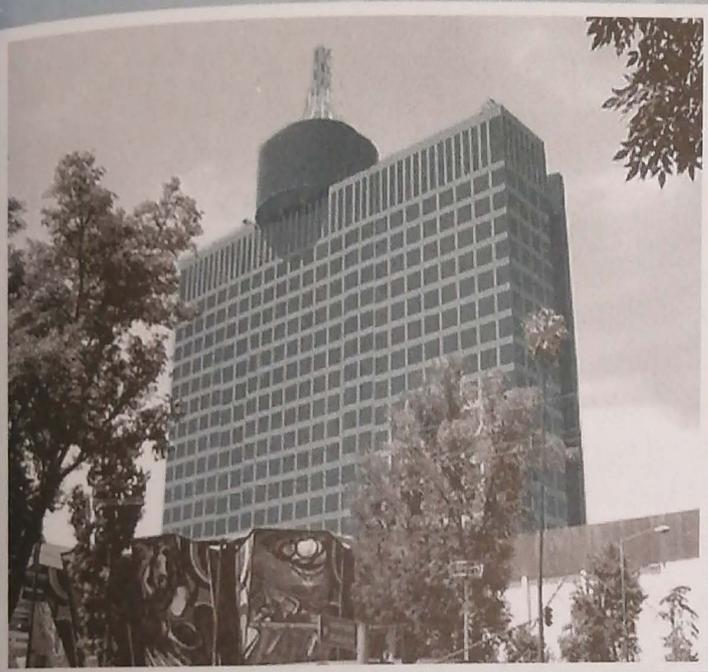
Con todo mi amor, para mi esposa Claudia y mi pequeña hija Hebe,  
por todo su apoyo y comprensión.



# ESTRUCTURA TRIDILOSA

## PARA GRANDES CLAROS

Heberto Castillo Juárez



EDITORIAL  
TRILLAS



México, Argentina, España,  
Colombia, Puerto Rico, Venezuela

®

## Catalogación en la fuente

Castillo Juárez, Antonio Heberto

*Estructura tridilosa para grandes claros. -- 2a ed. --*  
México : Trillas, 2013 (reimp. 2016).

138 p. : il. ; 24 cm.

Bibliografía: p. 135

Incluye índices

ISBN 978-607-17-2598-1

1. Losas. 2. Construcción - Contratos y especificaciones. I. t.

D- 695'C135e

LC- TA660.56'C3.4

5742

*La presentación y  
disposición en conjunto de  
ESTRUCTURA TRIDILOSA PARA  
GRANDES CLAROS  
son propiedad del editor.*

*Ninguna parte de esta obra puede ser  
reproducida o transmitida, mediante ningún  
sistema o método, electrónico o mecánico  
(Incluyendo el fotocopiado, la grabación  
o cualquier sistema de recuperación y  
almacenamiento de información),  
sin consentimiento por escrito del editor*

*Derechos reservados  
© TI, 2016, Editorial Trillas, S. A. de C. V.*

*División Administrativa,  
Av. Río Churubusco 385,  
Col. Gral. Pedro María Anaya,  
C. P. 03340, México, D. F.  
Tel. 56884233, FAX 56041364  
churubusco@trillas.mx*

*División Logística,  
Calzada de la Viga 1132,  
C. P. 09439, México, D. F.  
Tel. 56330995  
FAX 56330870  
laviga@trillas.mx*

 **Tienda en línea**  
[www.etrillas.mx](http://www.etrillas.mx)

*Miembro de la Cámara Nacional de  
la Industria Editorial  
Reg. núm. 158*

*Primera edición TI  
ISBN 978-607-17-1431-2*

**Segunda edición, marzo 2016**  
ISBN 978-607-17-2598-1

*Impreso en México  
Printed in Mexico*

## Prefacio

A partir de 1997 el ingeniero Heberto Castillo Martínez dio a conocer sus teorías cuando impartió las cátedras de Estabilidad de las Construcciones, Estructuras de Madera y Metálicas y Estructuras Hiperestáticas en la Universidad Nacional Autónoma de México y en el Instituto Politécnico Nacional por más de 20 años, entre ellas destacaron temas como “Los Invariantes Estructurales”, que se basa, fundamentalmente, en la inversión de matrices de alto rango, “La Barra en el Espacio”, “El Método de Castillo” y el “Estudio de Geometría Matricial”, las cuales se presentaron en el simposio Científico de Pekín (hoy Beijing), China en 1964. Como resultado se editaron tres tomos de la serie *Análisis y diseño de estructuras*, que se apoyó en programas de cómputo elaborados por el autor para hacer más práctico su estudio y su aplicación.

El objetivo de esa serie fue servir como material de consulta para los profesionales de la construcción y para los estudiantes de ingeniería y arquitectura, acompañado por programas de cómputo para facilitar la comprensión de esas teorías.

Es importante mencionar que desde hace algunos años la *tridilosa* ha sido utilizada por proyectistas y contratistas sin tener la información adecuada, ya que es sencillo copiarla; sin embargo, pueden tener fallas que, la mayoría de las veces, terminan en el colapso de la estructura. Dado que el cálculo estructural no es una prioridad para la licenciatura en Arquitectura, es necesario que el arquitecto posea un criterio estructural básico que aplique en el proyecto arquitectónico que tenga en mente.

En este libro se presenta la información acerca del sistema constructivo que el ingeniero Heberto Castillo Martínez llamó *tridilosa*, y cuya intención es mostrar la manera en que se aplica este sistema, además de que se describe, de forma sencilla y práctica el comportamiento de esta estructura, así como las ventajas y beneficios que representa utilizar este sistema.

En este material se incluyen los antecedentes, las propiedades geométricas, los criterios de dimensionamiento, las consideraciones dentro de su proce-

so constructivo y sus aplicaciones en las obras más importantes edificadas en el país con el sistema tridilosa, proporcionando datos técnicos y fotografías del proceso y la conclusión de la obra.

Posteriormente, se presenta un análisis comparativo entre el sistema tridilosa y el sistema estructural de concreto y de acero tradicional que suele utilizarse para construir grandes claros a partir de nueve metros y en donde ya es necesario evaluar el peso de la estructura y el ahorro de materiales utilizados a medida que los claros son más grandes.

Considero importante mencionar que la primera obra relevante construida con este sistema fue la presa hidroeléctrica La Villita en Lázaro Cárdenas, Michoacán en 1961. Otra construcción en la que se aplicó la tridilosa fue el Hotel de México, hoy World Trade Center, en 1967, ubicado al Sur de la Ciudad de México y que actualmente es uno de los edificios más importantes de Latinoamérica y del mundo.

Como se observa, estas teorías han sido llevadas a la práctica para la construcción de edificios, cubiertas, puentes vehiculares y peatonales en diferentes estados de la República por el autor y sus hijos, los arquitectos Javier, Laura Itzel Castillo Juárez y un servidor.

El ingeniero Heberto Castillo patentó este sistema, sin embargo, debido a su encarcelamiento por el movimiento estudiantil de 1968, le fue cancelada y pasó a ser propiedad pública. El propio Gobierno de México se la adjudica en publicaciones oficiales negando incluso el nombre que le puso y llamando a los puentes que se hacen con su tecnología "una aportación de la ingeniería mexicana", lo que implica que proviene de ingenieros anónimos.

A pesar de lo anterior, durante los años setenta y ochenta se construyeron diferentes tipos de edificios, cubiertas, puentes peatonales y vehiculares en diversos países como Venezuela, Colombia y Cuba con la asesoría del autor.

Un país que no tiene educación, no tiene futuro, por lo que considero necesario invertir en este rubro para desarrollar tecnologías propias dentro del campo científico como la tridilosa, que es reconocida a nivel nacional e internacional, pues revolucionó a la ingeniería y a la arquitectura, siendo tecnología mexicana que compite con cualquier otra con resultados positivos, por ello pienso que como profesionales del diseño y la construcción debemos apoyarla y difundirla.

Finalmente, considero pertinente mencionar que con esta obra se rinde un homenaje al Ing. Heberto Castillo por las aportaciones que hizo en vida como científico, ideólogo y político al país y cuyos restos descansan en la "Rotonda de las Personas Ilustres", entendiéndolo que el arte, la ciencia y la política pueden ser instrumentos de lucha para la construcción de una sociedad más justa.

ARQUITECTO HEBERTO CASTILLO JUÁREZ

*Hubo una vez un principio, un compromiso que sólo terminará  
con la muerte misma*

HEBERTO CASTILLO MARTÍNEZ



# Índice de contenido

|  |    |
|--|----|
| Prefacio   | 5  |
| Cap. 1. Tridilosa  | 11 |
| 1.1. Antecedentes  | 13 |
| 1.2. Propiedades geométricas   | 16 |
| 1.3. Criterios de dimensionamiento   | 19 |
| 1.4. Consideraciones para la fabricación de la estructura llamada tridilosa  | 21 |
| Cap. 2. Aplicaciones   | 23 |
| 2.1. Hotel de México   | 25 |
| 2.2. Gran Salón del centro de convenciones y comercial del desarrollo urbano "Tabasco 2000" en Villahermosa, Tabasco | 35 |
| 2.3. Gimnasio y Salón de usos múltiples en Cunduacán, Tabasco, 1979  | 44 |
| 2.4. Centro social y de usos múltiples en Macuspana, Tabasco, 1979   | 50 |
| 2.5. Torre Chapultepec, Ciudad de México, 1990-1992  | 54 |
| 2.6. Puentes vehiculares   | 72 |
| 2.6.1. Puente San Miguel Totolapan, Guerrero   | 72 |
| 2.6.2. Puente "Las Flores", Chiapas, 1982  | 75 |
| Cap. 3. Análisis comparativo con otros sistemas estructurales de concreto y acero. Tipologías                        | 79 |
| 3.1. Estructura de concreto  | 83 |
| 3.1.1. Cálculo de trabe de concreto y losa de marco rígido de 9 m  | 83 |
|  | 9  |

|  |     |
|--|-----|
| 3.2. Estructuras de acero  | 88  |
| 3.2.1. Cálculo de viga de acero IR de marco rígido con losa de 9 m   | 88  |
| 3.2.2. Cálculo de la viga de acero IR y losa de marco rígido de 12 m | 94  |
| 3.2.3. Cálculo de viga de acero IR y losa de marco rígido de 15 m    | 97  |
| 3.3. Estructura tridilosa  | 101 |
| 3.3.1. Cálculo de trabe tridilosa de 9, 12 y 15 m                    | 101 |
| 3.3.2. Cálculo de tridilosa tapa central de 9, 12 y 15 m             | 116 |
| Conclusiones   | 119 |
| Anexo  | 125 |
| Bibliografía   | 135 |
| Índice analítico   | 137 |