

II Concurso
Iberoamericano
de Informes
1986

cuarto premio

SISTEMA CONCACERO I. UNA SOLUCION PARA CONSTRUCCIONES DOCENTES

(CONCACERO SISTEM I. A SOLUTION FOR EDUCATION BUILDINGS)

José A. Peña y Nancy Dembo, Ingenieros Civiles
Carlos Díaz, P.; Luisa Maggi y Carmen Yáñez, M., Arquitectos.
OTIP, C.A.

RESUMEN

Se presenta un sistema constructivo prefabricado, el SISTEMA CONCACERO I, para la construcción de edificaciones docentes y de servicios, desarrollado y puesto en marcha en Venezuela por el equipo profesional autor del presente trabajo.

Se plantean los conceptos fundamentales que determinan el Sistema y se describen en forma detallada los aspectos de diseño y producción de los componentes, así como el proceso de montaje de las edificaciones. A través de un conjunto de láminas con fotografías se ilustran los detalles del Sistema y sus aplicaciones.

Como conclusión del trabajo se plantean los aspectos que, a juicio de los autores, son los más significativos en los procesos de desarrollo y puesta en marcha de nuevas tecnologías, a la luz de la experiencia obtenida con el SISTEMA CONCACERO I, en la construcción de edificaciones educacionales.

SUMMARY

A prefabricated building system is presented, the CONCACERO SISTEM I, for the construction of educational and service buildings, developed and put into operation in Venezuela by the professional team which wrote this work.

The fundamental concepts which determine the system are outlined and the aspects concerning the design and production of components are described in detail, along with the buildings assembly process. Through a group of laminas with photographs the system's details and its applications are illustrated.

As a conclusion to the work, those aspects are set forth which, in the judgment of the authors, are the most significant in developing and putting into operation new technologies, from of the experience obtained with the CONCACERO SISTEM I in the construction of educational buildings.

INTRODUCCION

El presente trabajo es consecuencia de la labor de un equipo profesional que ha venido actuando durante los últimos veinte años en el campo del diseño y puesta en marcha de tecnologías para la construcción, teniendo como una de sus premisas fundamentales, para el desarrollo de dichas tecnologías, la incorporación mayoritaria de los recursos de equipo, inversión y mano de obra con que se cuenta en Venezuela.

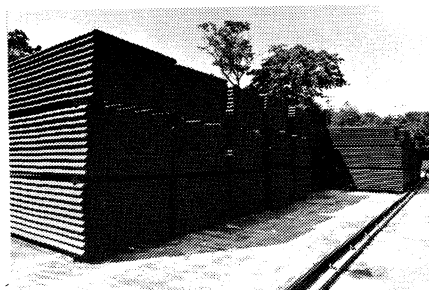
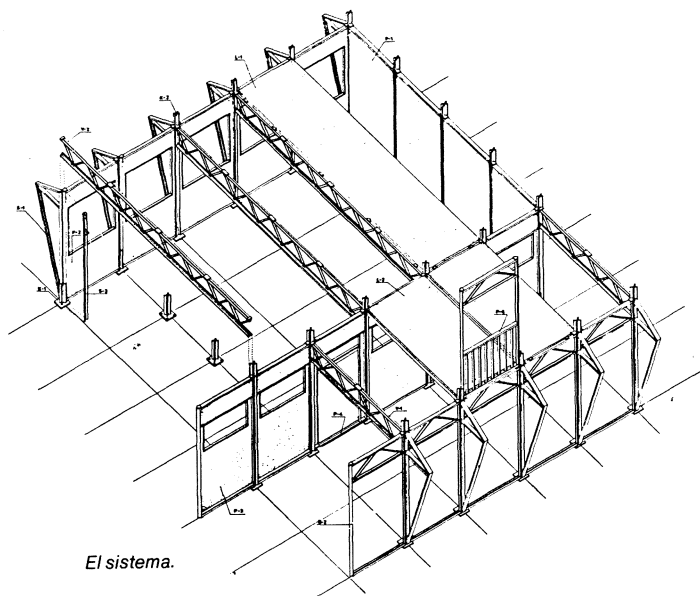
Las experiencias realizadas son diversas, y por la circunstancia de la alta demanda de edificaciones para vivienda existente en el país, ha sido a este sector al que le hemos prestado mayor atención. Sin embargo, también hemos actuado en otros campos como es el caso de las construcciones docentes y de servicios, en las que la aplicación de tecnologías industrializadas ha dado lugar a sistemas constructivos que resuelven de forma integral el problema de este tipo de edificaciones, tal es el caso del SISTEMA CONCACERO I, objeto del presente trabajo.

El Sistema CONCACERO I es un sistema totalmente prefabricado que combina el acero como armadura rígida con el hormigón armado, produciendo así una estructura mixta.

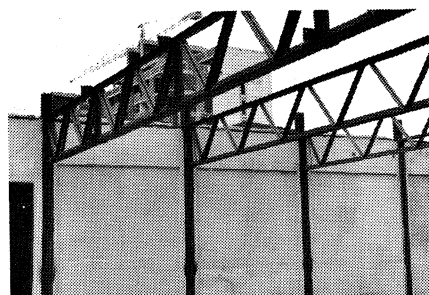
La forma de combinar estos materiales, en este sistema, surge como consecuencia de la experiencia de diseñar y producir las herramientas y equipos necesarios para la puesta en marcha de los sistemas constructivos desarrollados por nuestro equipo de trabajo, así como del uso, en manera no tradicional, del hormigón armado y el hormigón pretensado.

El sistema CONCACERO I ha permitido resolver las diversas exigencias de espacios que pueden tener las edificaciones destinadas a la docencia, abarcando desde el aula de dimensiones tradicionales hasta los espacios de grandes luces, lo cual mostramos a través de la descripción de los componentes del Sistema su producción y montaje, así como de las experiencias realizadas.

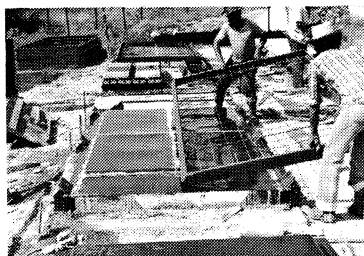
Lámina 1

SISTEMA
CONCACERO I

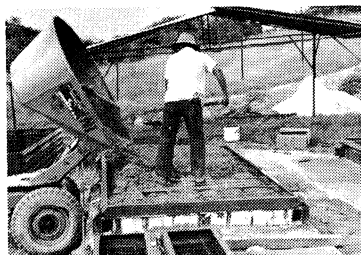
Depósito de bastidores.



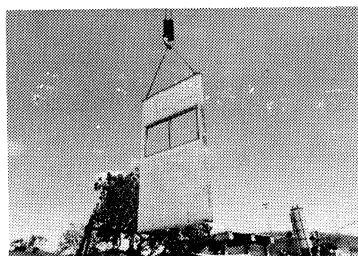
Unión viga-pared.



Mesa de producción.



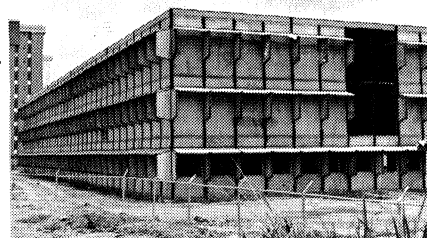
Vaciado de elemento prefabricado.



Elemento pared.



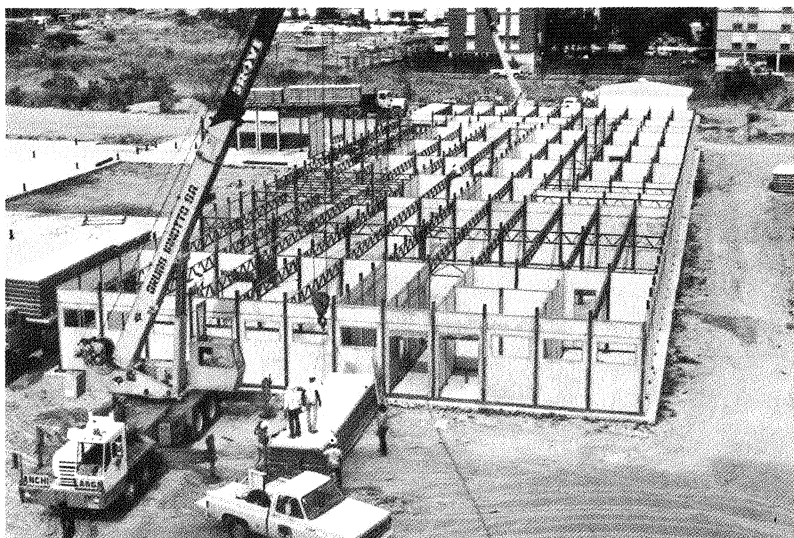
Etapa del montaje.



Edificación montada.

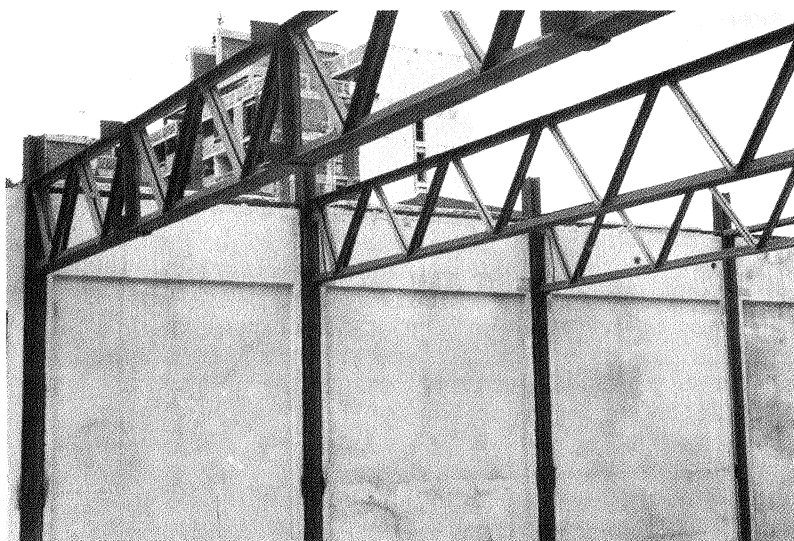
Lámina 2

SISTEMA CONCACERO I



1

Proceso de montaje en planta baja.



2

Unión viga-cercha con pared.



3

Montaje en triple altura y luz libre de 12,60 m.

EL SISTEMA CONCACERO I

El concepto fundamental del Sistema CONCACERO I, es la producción de elementos prefabricados planos de acero - hormigón, en los cuales la armadura rígida de acero está localizada en todos sus bordes conformando un bastidor y el hormigón armado actúa como un diafragma rigidizador del bastidor. El hecho de plantear los elementos prefabricados con bordes metálicos, además de las ventajas que ofrece para su producción y manejo, obedece a la premisa de utilizar la tecnología ampliamente conocida en la producción y montaje de estructuras metálicas de acero unidas mediante soldadura. El conocimiento de esta tecnología hizo posible desarrollar piezas especiales –conectores, soportes y vigas tipo cercha– que permiten conformar la edificación con un conjunto de elementos prefabricados de acero-hormigón y elementos de acero que se integran entre sí, haciendo uso de las técnicas de unión de elementos de acero mediante soldadura. El manejo y montaje de los elementos prefabricados se apoya en la experiencia obtenida por el equipo profesional y en el desarrollo y puesta en marcha de sistemas constructivos prefabricados (Lámina 1).

El Sistema CONCACERO I resuelve conjuntamente los aspectos estructurales, los cerramientos externos e internos y los elementos de protección de fachada de las edificaciones. Estas pueden alcanzar hasta cinco pisos de altura. Sus componentes han sido normalizados de forma tal que permiten obtener diferentes soluciones de diseño para edificaciones de servicios tales como centros educacionales, centros asistenciales, oficinas, centros comunales y locales comerciales, entre otros.

EL SISTEMA ESTRUCTURAL Y LA CONFORMACION DE LOS ESPACIOS

Desde el punto de vista estructural es un sistema en base a paredes portantes en dos direcciones ortogonales, que se complementa con un

sistema portante horizontal en base a vigas-cerchas que se apoyan en los soportes. Estos se unen a los bordes superiores de las paredes mediante los conectores. Las losas se apoyan en las paredes y en las vigas-cerchas (Lámina 2). El sistema cruzado de muros portantes en dos direcciones permite al conjunto estructural resistir, además de las cargas verticales, las eventuales fuerzas originadas por sismo o viento.

Para la conformación de los eficios se parte de una trama horizontal ortogonal de 1,80 m por 1,80 m, que permite la ubicación de las paredes portantes en dos direcciones, atendiendo a las exigencias funcionales de la edificación. La altura de los pisos es de 3,20 m, siendo su altura útil de 2,60 m. Los espacios de altura útil de 2,60 m pueden tener en planta desde 1,80 m hasta 9,60 m en una dirección por múltiplos de 1,80 m en la dirección perpendicular. Cuando se requieren luces mayores es posible utilizar los mismos elementos componentes de paredes y losas, pero con alturas de pisos mayores, pudiendo ser espacios de doble o triple altura, en función del múltiplo de 3,20 m. La altura útil, en estos casos, dependerá de las luces de los espacios, pudiendo lograrse luces libres hasta de 45,00 m; en estos casos se varía solamente la altura de las vigas-cerchas en función de la luz libre a cubrir, teniéndose especial cuidado en arriostrar las paredes de contorno que conforman los espacios libres de doble o triple altura, mediante elementos perpendiculares a ellas ubicadas a distancias no mayores de 3,60 m (Lámina 2, foto 3 y Lámina 6, fotos 1 y 3).

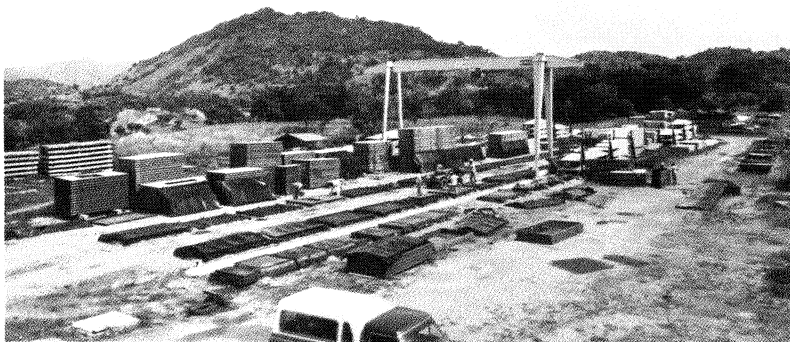
Como se desprende de la anterior descripción, con las dimensiones de la retícula en planta, en base al módulo de 1,80 m se obtienen los espacios prescritos para docencia, tales como aulas (7,20 m x 7,20 m), laboratorios y bibliotecas (7,20 m x 9,60 m ó 7,20 m x 10,80 m), pasillos (1,80 m ó 3,60 m) o áreas administrativas.

Si fuese el caso de plantear aulas especiales de 14,40 m x 14,40 m, con altura de piso de 3,20 m, ello es posible planteando en el centro del espacio una columna.

Lámina 3

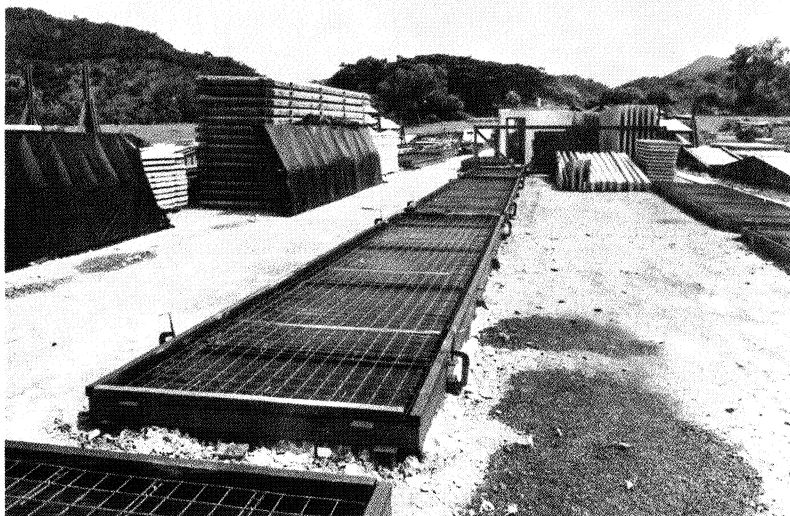
SISTEMA
CONCACERO I

1

Planta de producción
San Sebastián de los Reyes-
Estado de Aragua

Area: 30.000 m².
Capacidad de producción:
150 m²/día, en un solo turno.

2



Radio de acción



1. - Caracas. 2. - Tucupido. 3. - Camaguan.
4. - Valencia. 5. - Barquisimeto. 6. - Puerto
Ordaz.

3

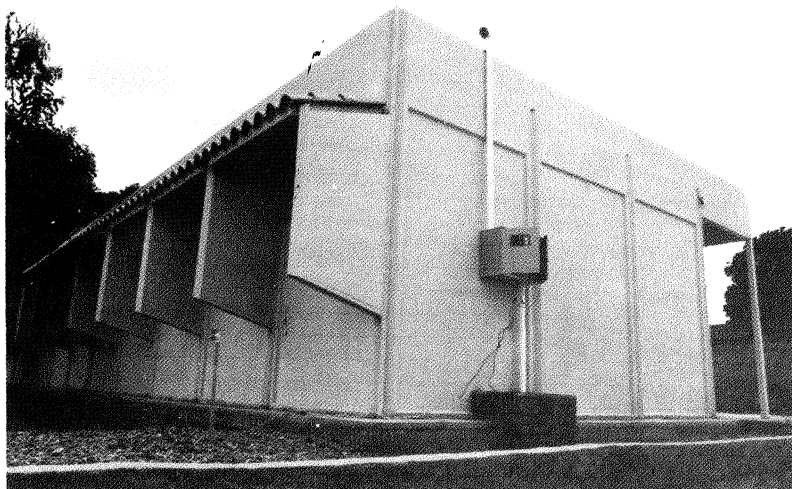


1 Vista general de la pista de prefabricación.

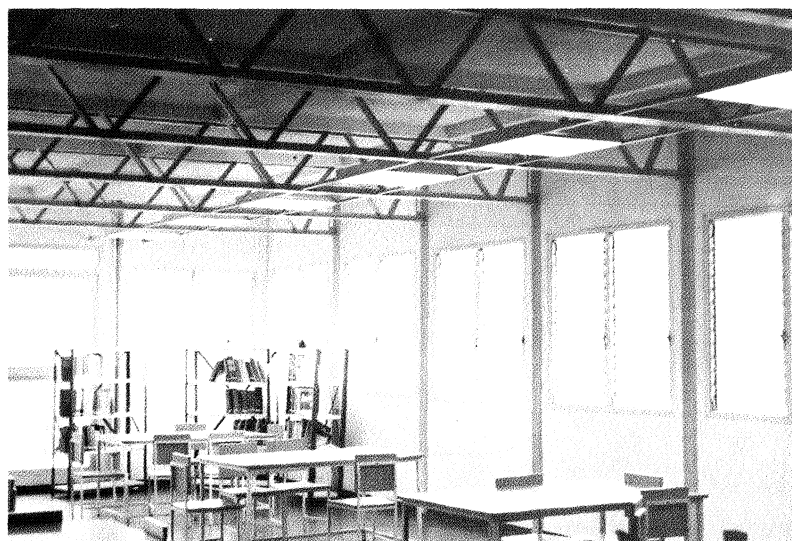
2 Encofrado de paredes.

3 Vaciado de un elemento.

Lámina 4



1

**SISTEMA
CONCACERO I**
**Centro Audiovisual
Grupo Escolar Josefa
Irausquin. Caracas**


2

Ubicación: Urbanización San Luis, Caracas.

Area de construcción: 420 m².

Costo total de la obra: BS. 420.000.

Contratista: OTIP, C.A.

Contratante: Comunidad Educativa.

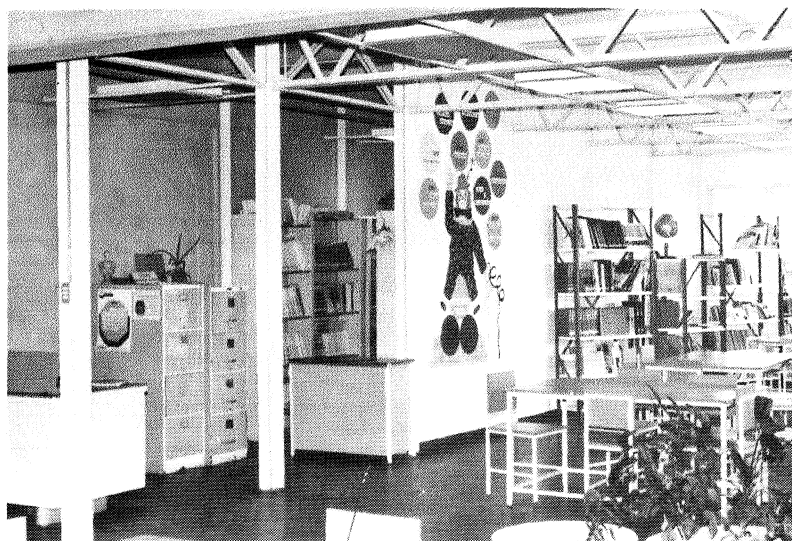
Tiempo de construcción: dos meses.

Año: 1982.

Proyectista OTIP, C.A.

Características de la obra

Ampliación de una edificación educacional existente para albergar las actividades de biblioteca y centro audiovisual. La construcción sirvió como módulo experimental para la evaluación del sistema, aportando OTIP, C.A. el 50 % del costo de la obra.



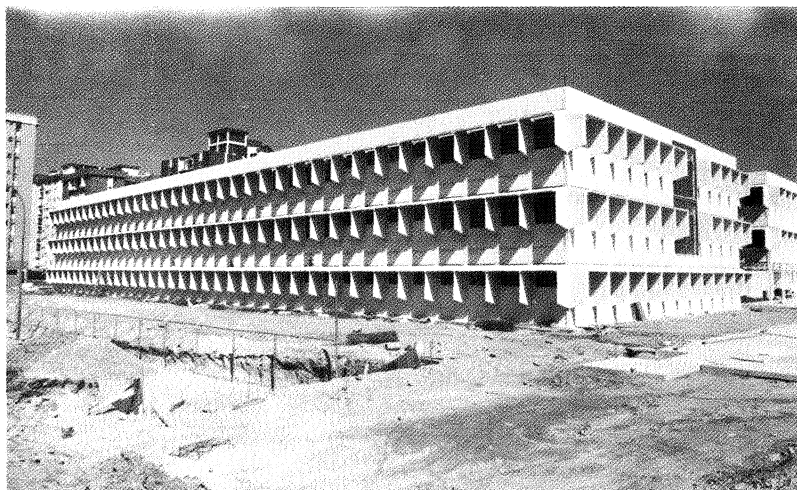
3

1 Fachada.

2 Vista interna.

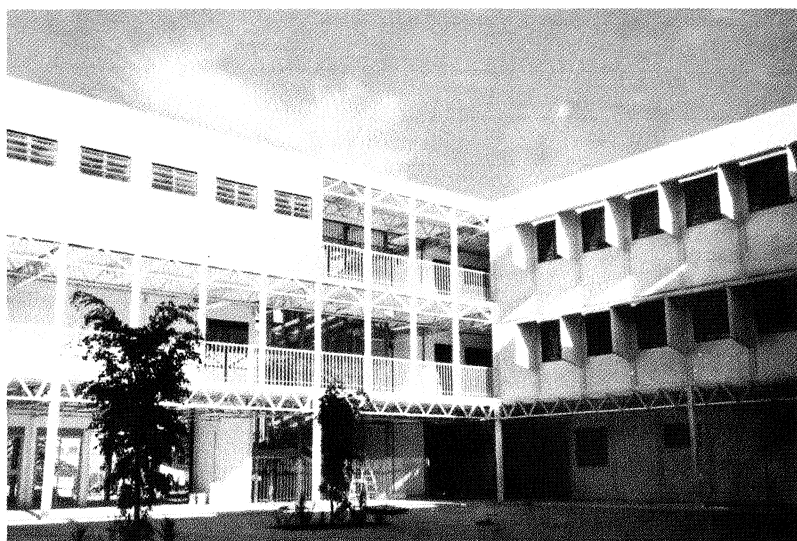
3 Vista de la biblioteca.

Lámina 5

SISTEMA
CONCACERO I

1

Liceo Aplicación, Caracas



2

Ubicación: Urbanización Montalbán, Caracas.

Área de construcción: 8.500 m².

Costo total de la obra: BS. 20.000.000.

Contratista: OTIP, C.A.

Contratante: FEDE-MINDUR.

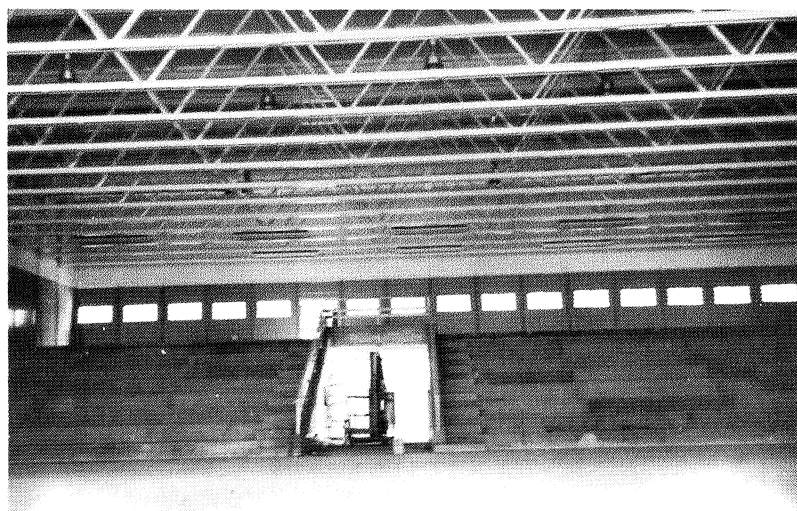
Tiempo de construcción: un año.

Año: 1984-1985.

Proyectista: OTIP, C.A.

Características de la obra

Complejo educacional que incluye un bloque de aulas y talleres desarrollados en tres pisos para 1.800 alumnos, un auditorio, un gimnasio cubierto, y los servicios correspondientes.



3

1 Bloque de aulas.

2 Patio interno.

3 Vista interna del gimnasio.

COMPONENTES DEL SISTEMA CONCACERO I

Los componentes prefabricados que constituyen el sistema son los siguientes:

1. **Bastidores de acero**, que tienen doble función ya que constituyen la armadura rígida de la estructura y sirven como encofrados para el vaciado del hormigón.

Los bastidores son de dos tipos:

Bastidores para la producción de muros portantes: Sus bordes verticales son angulares de $75 \times 75 \times 7$ y los horizontales, UPN100; tienen un ancho de 1,80 m, una altura de 3,20 m y un espesor de 0,10 m. Con ellos se producen las paredes exteriores e interiores de la edificación. A estos bastidores previamente al vaciado de hormigón, se incorporan las armaduras constituidas por cabillas y mallas electrosoldadas, así como los marcos para puertas y ventanas cuando la pared así lo requiere. El espesor del hormigón es de 0,10 m en los bordes y de 0,06 m en la parte central (Lámina 2, foto 2).

Bastidores para la producción de losas: Todos sus bordes son perfiles UPN100, tienen un ancho de 1,80 m y longitud de 3,60, 5,40 m y 7,20 m y un espesor de 0,10 m. También en este caso se incorporan las armaduras previamente al vaciado de hormigón. Las losas tienen una altura de 0,16 m y son reticulares con nervios a cada 1,80 m; el espesor de la losa es de 0,06 m. El peso máximo es de 2.400 kg (Lámina 2, foto 3).

2. **Pilares**, de acero en forma de cruz, de altura constante de 3,20 m, que están formadas por perfiles UPN100 (Lámina 4, foto 3).
3. **Vigas-cerchas**, construidas con perfiles angulares de acero; sirven de apoyo a las losas cuando éstas no apoyan sobre los muros portantes. Tienen longitudes de 3,60 m y de 7,20 m y una altura de 0,54 m. El peso máximo de las vigas es de 160 kg (Lámina 2, foto 2).
4. **Vigas-cerchas de grandes luces**, de acero, construidas con perfiles angulares y UPN. Permiten cubrir grandes espacios como auditorios, gimnasios, plazas cubiertas, etc. Tienen longitudes hasta de 45,00 m. Su altura depende de la luz a cubrir (Lámina 5, foto 3 y Lámina 8, foto 3).
5. **Elementos de protección de fachada**. Son de dos tipos: los elementos verticales, de

forma trapezoidal, que se colocan a cada 1,80 m; tienen 0,90 m de ancho por 0,10 m de espesor, sus bordes son de acero y el espesor del hormigón es de 0,10 m. Estos elementos se combinan con elementos horizontales de hormigón de 0,10 m de espesor por 0,85 m de ancho y por 3,60 m de largo (Lámina 4, foto 1 y Lámina 5, foto 1).

6. **Soportes y conectores** de acero. Los primeros, contruidos en angulares de $75 \times 75 \times 7$, sirven de apoyo a las vigas-cerchas y los segundos, en base a pletinas de 10 mm de espesor, en forma de cruz, que sirven de unión entre elementos prefabricados (Lámina 2, foto 2).

UNIONES ESTRUCTURALES

Las uniones verticales entre paredes y vigas-cerchas se realizan con soldadura a través de los conectores especialmente diseñados que se colocan en las intersecciones de las paredes y los soportes (Lámina 2). La unión de las losas con los elementos verticales o con las cerchas, se logra por soldadura de las pletinas de apoyo previstas en los bastidores de las losas; el espacio entre las losas y el cordón superior de las vigas-cerchas, de 0,10 m por 0,16 m, se rellena con hormigón (Lámina 8, foto 3).

INSTALACIONES

Todas las instalaciones tanto eléctricas como sanitarias son superficiales y se trazan a través de las vigas-cerchas; los pasos de las instalaciones de un ambiente a otro se hacen mediante perforaciones previstas en los elementos prefabricados.

CIMENTACIONES

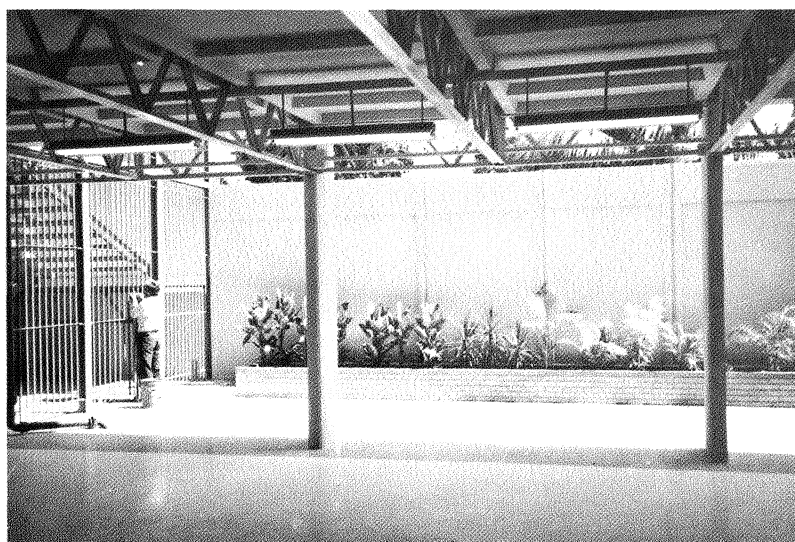
Dependiendo del tipo de suelo, la fundación puede ser de dos tipos:

- Para el caso de suelos cuya resistencia alcance $0,80 \text{ kgf/cm}^2$, la cimentación puede ser una losa flotante armada en dos direcciones.
- Para suelos de menor resistencia, la fundación se logra mediante el uso de pilotes, sobre los cuales se vacían cabezales y vigas de riostra en manera apropiada.

Lámina 6

SISTEMA
CONCACERO I

1

Centro Cultural Manuel
Tomás Aquino, Tucupido

2

Ubicación: Tucupido, Estado Guárico.
 Área de construcción: 1.000 m².
 Costo total de la obra: BS. 2.800.000.
 Contratista: OTIP. C.A.
 Contratante: MINDUR.
 Tiempo de construcción: cuatro meses.
 Año: 1985.
 Proyectista: Luis Guillermo Díaz, Arquitecto.

Características de la obra

El centro comunal cuenta con un auditorio con capacidad para 200 personas, área de exposiciones, biblioteca, taller de artes y oficios y área de usos múltiples.



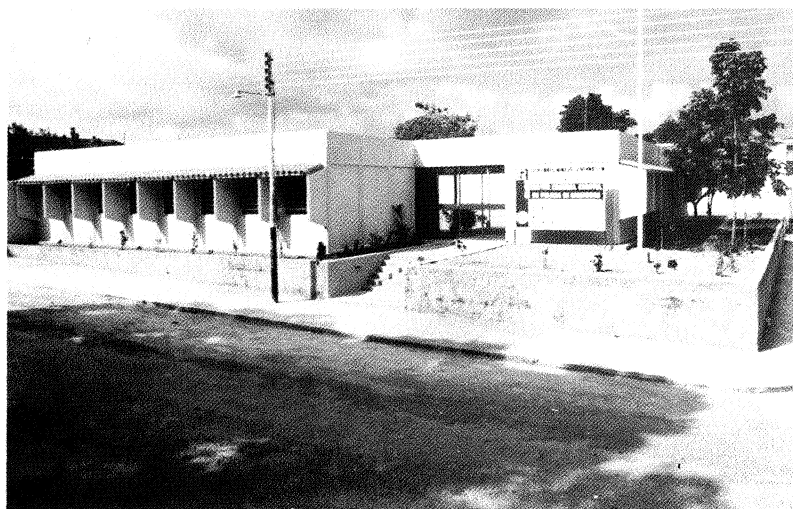
3

1 Fachada principal.

2 Patio interior.

3 Auditorio.

Lámina 7

SISTEMA
CONCACERO I

1

Centro Comunal y Cuartel
de Policía, Camaguan

2

Ubicación: Camaguan, Estado Guárico.
 Área de construcción: 350 m².
 Costo total de la obra: BS. 1.528.338,15.
 Contratista: OTIP, C.A.
 Contratante: Gobernación del Estado Guárico.
 Tiempo de construcción: tres meses.
 Año: 1986.
 Proyectista: OTIP, C.A.

Características de la obra

El centro comunal cuenta con locales para el cuartel de policía, prefectura, junta comunal, biblioteca y un patio central para usos múltiples.



3

1 Vista del conjunto.

2 Vista fachada.

3 Entrada principal.

Lámina 8

SISTEMA
CONCACERO I

1

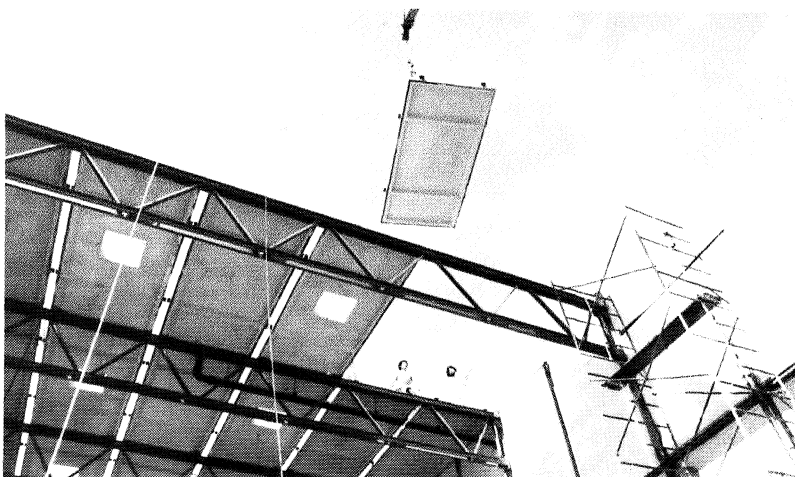
Instituto Universitario de
Tecnología de Valencia,
Valencia

2

*Ubicación: Valencia, Estado Carabobo.
 Área de construcción: 730 m².
 Costo total de la obra: BS. 1.999.500.
 Contratista: OTIP. C.A.
 Contratante: MINDUR.
 Tiempo de construcción: tres meses.
 Año: 1985-1986.
 Proyectista: Luis Antonio Herrera, Arquitecto.*

Características de la obra

Edificación de tres pisos que contiene el Laboratorio de Operaciones Unitarias -de triple altura- con sus locales anexos de aulas, oficinas y servicios correspondientes.



3

1 Fachada principal.

2 Montaje en triple altura.

3 Montaje de losa.

PRODUCCION

Los elementos prefabricados de acero - hormigón: paredes, losas y elementos de protección de fachada se producen en dos etapas. La primera, que es la producción de los bastidores de acero, se realiza en los talleres metal - mecánicos. Los bastidores así producidos son transportados al sitio donde se realiza la segunda etapa, que la constituye el vaciado de hormigón (Lámina 1).

El vaciado de hormigón se realiza sobre mesas metálicas horizontales a las cuales se fijan los bastidores, sirviendo el contorno de ellos como encofrado lateral.

Las mesas metálicas son transportables, lo que permite su utilización en diferentes obras o en una planta fija de producción. Las vigas, conectores, anclajes y soportes son producidos totalmente en los talleres metal-mecánicos.

La producción actualmente se realiza en una planta fija que hemos ubicado en San Sebastián de los Reyes, en el Estado Aragua, con un rendimiento de 150 m²/día (Lámina 3).

MONTAJE

Al vaciar las fundaciones se fijan los anclajes, sobre los cuales se colocan los conectores que sirven de guía y de fijación de las paredes en la planta baja (Lámina 1). Los elementos están diseñados en forma tal que no es necesario apun- tarlos durante el montaje.

Una vez realizado el montaje de las paredes, se colocan inmediatamente los conectores y luego las vigas con sus soportes correspondientes. Luego se procede a la colocación de las losas. Una vez soldados los conectores a nivel de piso, se montan las paredes del siguiente entrepiso y se procede de inmediato al vaciado de hormigón en los espacios entre losas y vigas-cerchas repitiéndose el proceso hasta completar la edificación.

El montaje se hace mediante el uso de grúas sobre cauchos, con una capacidad de 20 tf. El rendimiento que se ha logrado es de 100 m²/día, por frente de trabajo.

MATERIALES EMPLEADOS, SOBRECARGAS Y GASTO DE MATERIALES

Los perfiles de acero que se utilizan son UPN100 y angulares de alas iguales que varían desde 35 x 35 x 4 mm hasta 75 x 75 x 7 mm; son de calidad $F_y = 2.500 \text{ kgf/cm}^2$.

El hormigón es de calidad $F'c = 250 \text{ kgf/cm}^2$.

Las armaduras del hormigón son cabillas de 10,0 mm y de 12,7 mm de diámetro y mallas electro-soldadas formadas por alambre de 5,0 mm de diámetro; son de calidad $F_y = 4.000 \text{ kgf/cm}^2$.

La sobrecarga prevista para los entrepisos es de 300 kgf/m² y para los techos es de 100 kgf/m².

El gasto promedio de materiales en el SISTEMA CONCACERO I, es el siguiente:

	Perfiles	Hormigón	Armadura
Por m ² de superficie de edificio	38,90 kg	0,16 m ³	12,99 kg

EXPERIENCIAS REALIZADAS CON EL SISTEMA CONCACERO I

1. Centro Audiovisual del Grupo Escolar Josefa Irausquin, Caracas D. F. 1982. Obra en servicio. Area = 420 m² (Lámina 4).
2. Liceo Aplicación, Caracas D. F. 1985. Obra en servicio. Area = 8.500 m² (Lámina 5).
3. Centro Cultural Manuel Tomás Aquino, Tucupido Estado Guárico, 1985. Obra en servicio. Area = 1.000 m² (Lámina 6).
4. Centro Comunal y Cuartel de Policía. Camaguan Estado Guárico, 1986. Obra en servicio. Area = 350 m² (Lámina 7).
5. Instituto Universitario de Tecnología de Valencia, Estado Carabobo. Obra en construcción. Area = 2.700 m² (Lámina 8).
6. Facultad de Agronomía de la Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Estado Lara. Obra en Construcción. Area 5.000 m².

CONCLUSIONES

La experiencia en el desarrollo y puesta en marcha del Sistema CONCACERO I, ha ratificado nuestro criterio de la necesaria participación sistemática de los equipos interdisciplinarios en la toma de decisiones acerca de problemas de diseño. Esta forma de actuar, en nuestro caso, ha tenido como resultado soluciones en las cuales todos los aspectos son compatibles, pues cada situación particular que se presenta durante el proceso de diseño de las edificaciones, es analizada en función de su influencia o de su consecuencia sobre el Sistema en su totalidad. En el campo de las construcciones docentes, estas particularidades han sido ampliamente investigadas, lo que ha dado lugar a la definición de una serie de patrones de comportamiento de las edificaciones educacionales, que han hecho posible el análisis exhaustivo de las posibilidades que el Sistema ofrece para este tipo de construcciones.

El equipo profesional creador del SISTEMA CONCACERO I ha obtenido en este quehacer lineamientos y guías de diseño que han permitido a profesionales, ajenos al equipo, la utilización del Sistema en proyectos para diversos tipos de construcciones docentes, quedando así demostrado que con los sistemas prefabricados es posible obtener la versatilidad deseada en cuanto a la adecuación de los ambientes a su uso, la flexibilidad de organización de los espacios, la diversificación de la volumetría y la calidad de los acabados.

La producción, transporte, montaje y acabados de las edificaciones construidas con el Sistema, hasta el presente, han sido ejecutadas por una única Empresa (OTIP, C.A.), en la cual participa

el equipo profesional creador del mismo. Esto ha asegurado que las determinantes se hayan cumplido cabalmente y ha permitido constatar los índices de productividad preestablecidos. Es así como en las obras ejecutadas con el SISTEMA CONCACERO I, se ha logrado aumentar la productividad respecto a las técnicas tradicionales de construcción utilizadas para el mismo fin, lo cual se manifiesta en una economía de costos de un 10 % y una disminución de tiempos de ejecución hasta de 50 %.

La tecnología del SISTEMA CONCACERO I ha producido significativas ventajas económicas en la producción y montaje de edificaciones educacionales por cuanto utiliza en forma racionalizada los materiales disponibles en el país y el plantel industrial existente. Cabe señalar que en Venezuela se cuenta con una Industria Siderúrgica, plantas de producción de cemento, disponibilidad de áridos para el hormigón y talleres metal-mecánicos de reconocida capacidad. Por otra parte, la simplificación de los procesos de producción y montaje han permitido la incorporación de un alto contingente de mano de obra no especializada.

En síntesis, para el desarrollo de un Programa de Construcciones Docentes, el SISTEMA CONCACERO I, ofrece la posibilidad de adaptarse a una amplia gama de proyectos, utilizando los mismos elementos constructivos; en consecuencia, es factible organizar un proceso de producción «en avance» de dichos elementos, lo que finalmente redundará, no sólo en ventajas de tipo económico, sino en la agilización de los procesos de ejecución de dichos programas, con los consecuentes beneficios de orden socio-cultural que implica el contar con edificaciones de calidad para el desarrollo de la educación.

* * *