

Edificios de marcos rígidos

Productos de Concreto S.A.





Edificios de marcos rígidos

<i>ED-1. Generalidades</i>	3
<i>ED-2. Características</i>	3
<i>ED-3. Aspectos de diseño</i>	5
<i>ED-4. Instalación</i>	8
<i>ED-5. Almacenamiento y manipuleo</i>	8

Foto de portada: Zona Franca América
Interior de portada: Edificio Universidad Interamericana - Heredia

ED-1. Generalidades

El sistema de Marcos Rígidos para edificios prefabricados tiene gran versatilidad, se adapta a los requisitos arquitectónicos de funcionalidad, seguridad y economía en los diferentes proyectos.

Este sistema presenta una serie de ventajas en comparación con estructuras coladas en obra. La rapidez constructiva y el ahorro en formaleta son dos de sus principales ventajas. Adicionalmente, los elementos prefabricados son producidos y colados en plantas con altos estándares de control de calidad, que permiten el uso de tecnologías de punta en tema de materiales, tales como los concretos de alto desempeño, los concretos autonivelantes y creación de secciones especiales.

Los procesos de producción de elementos prefabricados permiten el uso de tecnologías para preesforzar el concreto. Las ventajas de los elementos de concreto preesforzado son: menores deformaciones, mayor rigidez de los elementos y la posibilidad de usar secciones más esbeltas que sus equivalentes en concreto colado en sitio. Los concretos de alta resistencia son más compactos, lo que aumenta la durabilidad de las estructuras.



Cerramientos y fachadas prefabricadas

El sistema se adapta con gran facilidad a muchos sistemas de cerramiento perimetral y divisiones internas.

Entre las principales ventajas del sistema se encuentran:

- Menor plazo de construcción.
- Versatilidad estética y de diseño arquitectónico.
- Bajo mantenimiento.
- Amigable con el medio ambiente.
- Asesoría técnica.
- Mayor control de calidad en los materiales y proceso constructivo.
- Alta protección contra fuego.
- Cumple con códigos y normas vigentes.
- Amplia gama de acabados.
- Mayor durabilidad.

ED-2. Características

El sistema de Marcos Rígidos ha sido concebido siguiendo los conceptos actuales de diseño y construcción sismo-resistente. El sistema está compuesto fundamentalmente por marcos de concreto prefabricado hiperestáticos en sus dos direcciones ortogonales con o sin muros acoplados, los entresijos prefabricados cumplen una función de diafragmas rígidos.

Los elementos de la estructura y las conexiones entre ellos pueden ser detallados como componentes de ductilidad local óptima o moderada según las definiciones del CSCR-2002. Productos de Concreto, S.A. ha demostrado a través de pruebas estructurales de nudos viga-columna realizados en el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME) que las estructuras con base en elementos prefabricados detalladas adecuadamente pueden alcanzar ductilidades superiores a las estructuras coladas en sitio, con niveles de daño consistentemente menores. La experiencia a nivel mundial respalda estos resultados. El diseñador puede emplear las ductilidades globales especificadas por el CSCR-2002 para edificios de concreto reforzado.

Actualmente Productos de Concreto, S.A. recomienda diversas tecnologías para realizar las conexiones entre los elementos de marcos:

a. Emulación del concreto reforzado

Con este sistema, las conexiones son húmedas y se realizan en los nudos viga-columna. Las vigas se fabrican parcialmente prefabricadas y su refuerzo puede ser pretensado, postensado o convencional. El acero inferior de los extremos de las vigas se deja previsto en la pieza en forma de ganchos estándar de varilla convencional, que se traslapan en el nudo con los ganchos de las vigas adyacentes o a través de ductos para colocar la varilla e inyectar con mortero fluido. El acero superior convencional se provee en obra. Se colocan los entrepisos de vigueta, Losa Lex o doble te y se colan en una sola operación los nudos, la porción superior de las vigas y la sobrelosa. Las columnas se pueden fabricar en varios pisos de altura. La zona del nudo se deja abierta para el colado en sitio de las uniones (fig 1). Cuando resulte necesario dividir las columnas, las partes son conectadas empleando ductos, barras de refuerzo e inyección de mortero fluido.

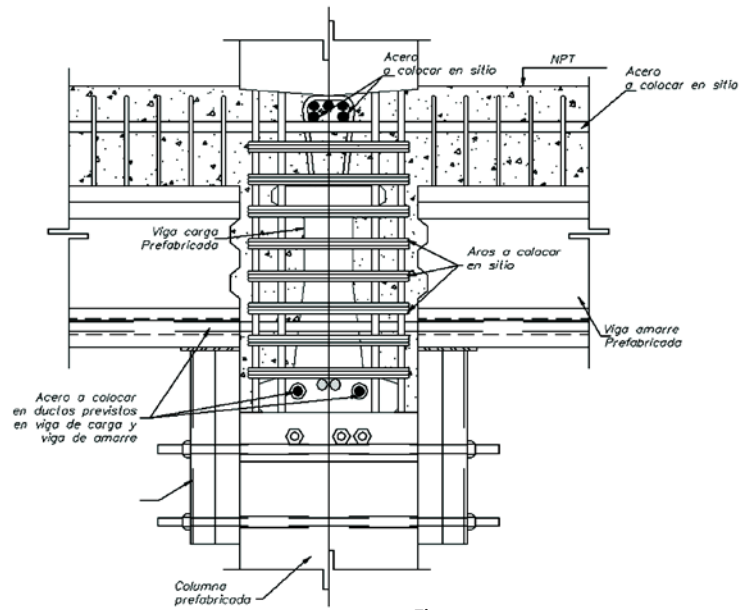


Figura 1

Para controlar los desplazamientos, el sistema constructivo permite incluir muros estructurales, prefabricados y colados en sitio, cuyo método de conexión puede ser tradicional o híbrido.

b. Uniones postensadas híbridas:

Detalladas para lograr la continuidad mediante refuerzo convencional con pequeñas zonas desadheridas, y cables de postensión desadheridos que permitan la adecuada disipación de energía y una concentración de deformaciones en la cara de contacto viga-columna (Sección 12.4 CSCR-2002). En este tipo de uniones, las columnas prefabricadas contemplan los nudos y ménsulas donde se soportan temporalmente las vigas. En los nudos se dejan previstos ductos para colocar en sitio las varillas de acero convencional y los cables de postensión (fig 2 y 3). Las columnas se pueden fabricar de varios niveles. Cuando sea necesario las columnas se dividen en varias partes, las cuales se conectan por ductos, barras de refuerzo e inyecciones de mortero fluido.

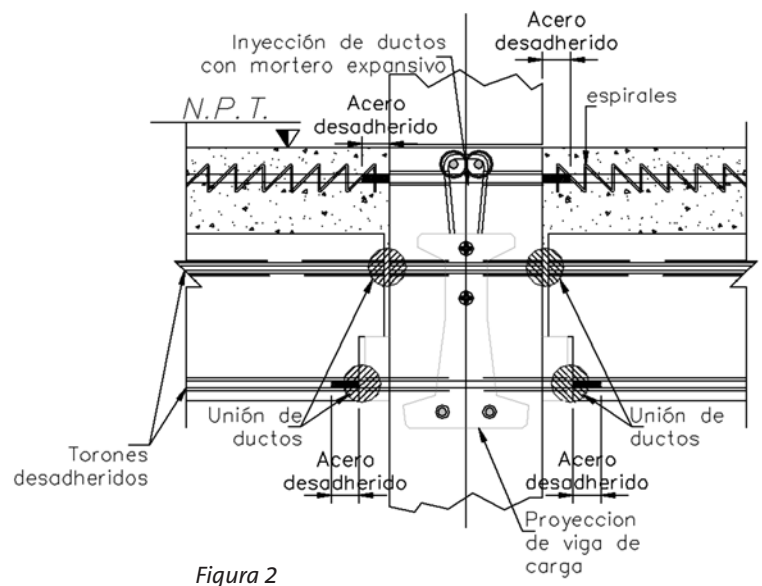


Figura 2

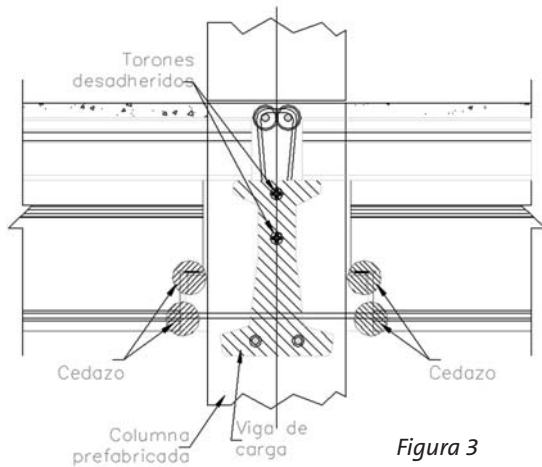


Figura 3

ED-3. Aspectos de diseño

El sistema Edificios de Marcos Rígidos está compuesto por los siguientes elementos prefabricados:

- **Placas de fundación:** Elementos capaces de transmitir las cargas al suelo o a vigas de fundación. Para edificios de pocos pisos con cargas axiales bajas en las columnas las placas pueden ser totalmente prefabricadas.

Para edificios con cargas axiales altas se construyen parcialmente prefabricadas, de tal manera que se pueda colocar la columna sin

necesidad de completar la losa de la fundación y así acelerar el proceso constructivo.

El uso de manguitos o candeleros para transmitir los momentos flectores a las fundaciones, los que además permiten reducir el espesor de las fundaciones.

- **Vigas de fundación:** elementos de sección rectangular, se conectan al sistema de fundación mediante juntas húmedas, pueden ser detallados como tensores o pueden resistir momentos flectores.
- **Columnas:** pueden ser detalladas como elementos de ductilidad local moderada u óptima. Las secciones pueden ser rectangulares de 55, 60, 65, 70 y 75 cm de lado. La resistencia del concreto puede ser incrementada hasta $f'c=700 \text{ kg/cm}^2$ para aumentar su rigidez y su capacidad de tomar carga axial.
- **Vigas de entrepiso sección Torre:** elementos normalmente con sección de I de concreto presforzado de alto desempeño. Al utilizar este tipo I de material es posible reducir al máximo la sección y alcanzar luces mayores, de manera que se aumente significativamente la efectividad de la viga.

Normalmente se utilizan vigas de carga de mayor peralte que las de amarre con el fin de descongestionar de acero y ductos los nudos y lograr aprovechar mejor las capacidades demandadas de las vigas. La sección presenta una ménsula a ambos lados especialmente concebida para el asiento del sistema de entrepiso a utilizar.

Las vigas estándar para el sistema híbrido tienen adicionalmente una cajita detallada para el asiento de la misma en la ménsula de las columnas prefabricadas, de esta forma no se requiere sistema de apuntalamiento.

En las vigas tipo Torre se deja saliendo la parte superior del aro con el objetivo de que se cree una sección compuesta con el concreto de la sobrelosa colado in situ aumentando así la capacidad de la viga para tomar las cargas de servicio en continuidad. Las secciones que se encuentran disponibles se muestran en la figura 5.

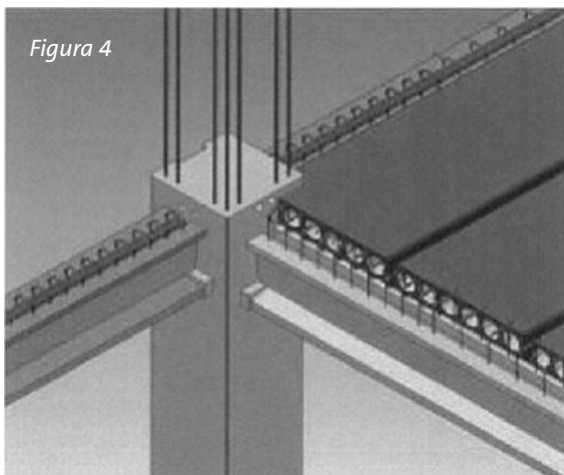


Figura 4

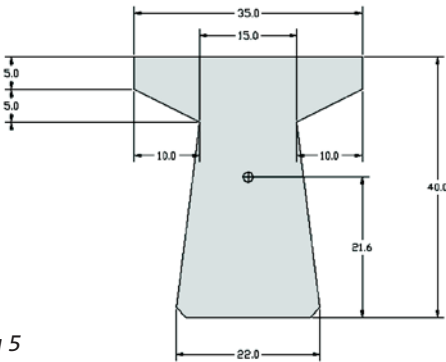
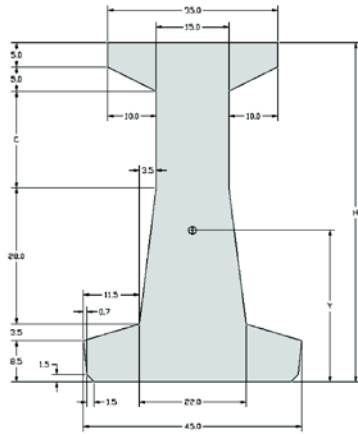


Figura 5

- Sistema de entrepiso: en la sección de sistemas de entrepiso de este catálogo se puede consultar los sistemas de entrepiso normalmente utilizados en edificios. El uso de

concretos presforzados de alto desempeño permite aumentar la distancia entre ejes y utilizar sistemas de entrepiso de alcancen luces considerables. Además, todos los sistemas cumplen la función de suministrar un diafragma rígido a nivel de entrepiso por lo que el cortante sísmico se distribuye en los elementos verticales en función de su rigidez.

- Existen otros elementos que complementan este sistema. Entre estos elementos se encuentran: vigas canoa, paneles de fachada, vigas de techo, losas planas, voladizos, precintas, parapetos, escaleras, entre otros. Estos elementos pueden ser pretensados, reforzados o incluso postensados de acuerdo a la solución que se plantee.

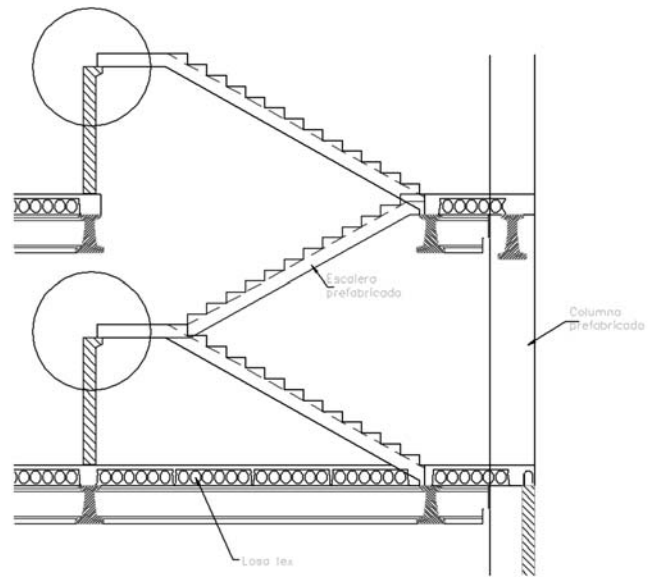


Figura 6

Propiedades geométricas de las vigas de entrepiso sección torre						
Dimensiones		Peso (kg/m)	Área (cm ²)	I _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	Y (cm)
H (cm)	C (cm)					
40	0	215	860	133745	42300	21.6
50	0	327	1309	342839	113043	22.5
60	10	365	1459	560333	115855	26.9
70	20	402	1609	849808	118668	31.4
80	30	440	1759	1219007	121480	35.9
90	40	477	1909	1675594	124293	40.6

ED-3.1 Tipología de edificios

Edificios de estacionamientos

La separación entre columnas y la utilización de rampas tanto para la circulación vehicular como para espacio de parqueo optimiza el área disponible al utilizar por completo la huella del edificio. Esto permite una mayor cantidad de espacios de estacionamiento disponibles en el mismo espacio en comparación con la solución tradicionalmente utilizada.

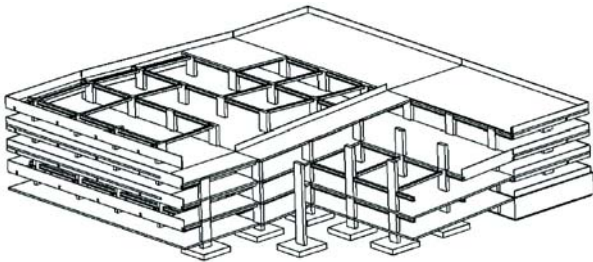


Figura 7. Edificios de estacionamientos.

Edificios de oficinas

El sistema ofrece versatilidad al diseño arquitectónico brindando libertad para la distribución de las estaciones de trabajo al contar con amplios espacios libres.

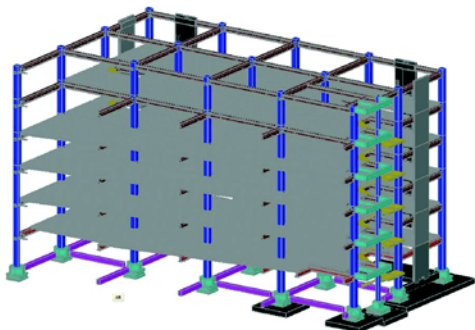


Figura 8. Edificios de oficinas.

Edificios de uso especial

Este tipo de solución minimiza los trabajos constructivos en el sitio permitiendo el montaje en zonas alejadas con limitaciones en el suministro de materiales. Ofrece versatilidad en el diseño y se amolda a las necesidades requeridas.

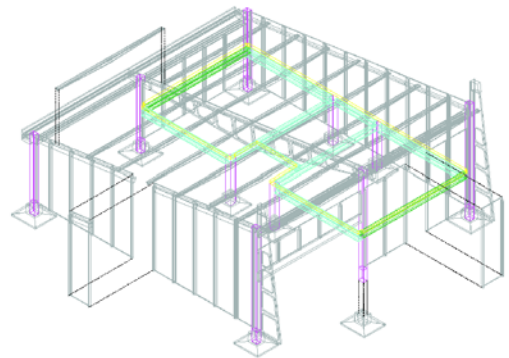


Figura 9. Edificios de uso especial.

Edificios de vivienda

El sistema se compone de una estructura optimizada modular que se amolda a la distribución de las unidades habitacionales requeridas. Se utiliza un sistema tipo muro que soluciona parte importante de los cerramientos externos del edificio.

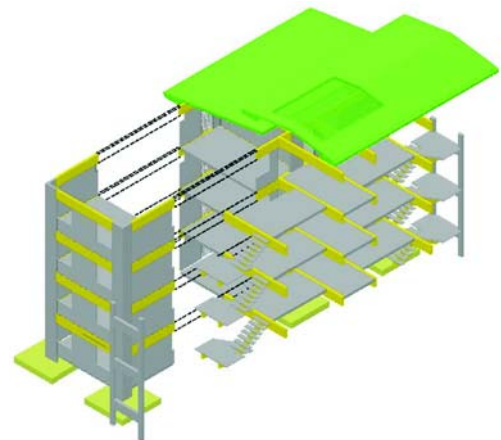


Figura 10. Edificios para viviendas.

ED-4. Instalación

Manejo sencillo

El montaje en sitio se desarrolla sin mayores obstáculos mediante la utilización de una grúa móvil o torre cumpliendo con los mayores estándares de seguridad en materia de izaje y transporte. Existe muy poco impacto en el sitio de construcción y los sitios adyacentes a éste.

Menor plazo de ejecución

Los edificios prefabricados por su naturaleza presentan un ahorro significativo de los tiempos de construcción con respecto a los sistemas tradicionales de edificios de concreto reforzado colado en sitio.

El uso de columnas prefabricadas de varios niveles permite que se trabaje en dos niveles simultáneamente y la disminución o eliminación total del apuntalamiento de elementos aumenta significativamente la efectividad y velocidad del montaje. Adicionalmente, los elementos prefabricados pueden ser colocados aún en condiciones climáticas adversas, cumpliendo con el cronograma planeado.

Mientras avanza el montaje, el proceso de fabricación en planta se está dando, de manera que una vez que se tenga preparado el terreno para iniciar la obra, una cantidad importante de piezas ya se encuentran listas, fabricadas y almacenadas.

El menor plazo de ejecución trae ventajas comparativas importantes para el dueño del inmueble. El flujo de caja es mucho más controlado ya que se hace una sola compra para casi la totalidad de la obra gris, el contratista puede iniciar antes los trabajos de acabados y divisiones internas y es posible colocar el edificio en el mercado con mayor antelación.

Asesoría técnica oportuna

Productos de Concreto ofrece una asesoría de alto nivel técnico en todo el proceso, desde la concepción inicial del proyecto, pasando por prediseño, anteproyecto, diseño estructural, planos constructivos de taller y de montaje, hasta la construcción y acabados finales de la edificación. Un equipo de profesionales da un estricto control de calidad al proyecto, tanto durante la prefabricación de las piezas como durante el montaje de las mismas.

Productos de Concreto está siempre a la vanguardia de la prefabricación y se asegura de que todas sus edificaciones tengan el máximo nivel de calidad, seguridad y estética que permita el estado del arte de la industria a nivel mundial.

ED-5. Almacenamiento y manipulación

Los sistemas prefabricados de concreto permiten mantener el sitio de obra más limpio y eliminan los trabajos constructivos en obra, permitiendo mejoras en logística y seguridad ocupacional. Esta habilidad de proveer un sitio de obra limpio resulta vital en campos o zonas de alta densidad urbana, donde los negocios adyacentes pueden mantener y continuar con normalidad sus actividades cotidianas. El manejo en sitio se desarrolla sin mayores obstáculos ya que no requieren técnicas especiales para transportar o manipular los elementos prefabricados. En otros sistemas, este tipo de actividades a menudo requieren revisiones estructurales adicionales y mayor inspección para minimizar su riesgo.



Edificio de marcos rígidos



**PRODUCTOS
DE CONCRETO**

Empresa Holcim (Costa Rica) S.A.

Salas de Ventas:

- San Francisco de Dos Ríos • Tel. 2226-3333
- San Rafael de Alajuela • Tel. 2205-2828

Soporte Comercial

Tel. (506) 2205-2800 • Fax 2205-2700

Apdo. 4301-1000

San Rafael de Alajuela, Costa Rica

www.pc.cr