

Capítulo 9

APLICACIONES DEL CONCRETO PRESFORZADO Y PREFABRICADO

9.1 TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

*Tanque de Almacenamiento en Villahermosa, Tabasco.
(Grupo TICONSA, 1994)*

Esta solución fue compuesta de elementos prefabricados de concreto, "tabletas", los cuales fueron colocados para formar los muros del tanque y posteriormente se postensaron conjuntamente con la cimentación colada en sitio, para de esta manera realizar un trabajo muy similar al desarrollado en un tonel de madera. En el tonel de madera las dovelas de madera forman el mismo, y dos zunchos de acero comprimen los elementos entre sí para no permitir que este se desarme.



9.2 ESTADIOS Y GRADERÍAS

*Gradas del Autódromo Hermanos Rodríguez, México, D.F.
(Grupo TICONSA, 1997)*

La construcción del foro permanente de los Hermanos Rodríguez, proyecto realizado con prefabricados para acortar

los tiempos de construcción y de esta manera tener un programa financiero de recuperación reducido, permitió su construcción en un periodo muy corto de tiempo.



La obra fue realizada con gradas prefabricadas (más de 4,684 elementos de entre 3 a 12 metros de longitud) con un acabado excelente que realza la gran belleza arquitectónica del foro, tal como fue concebido. Se realizó en un tiempo verdaderamente corto, permitiendo la ocupación por los espectadores en el área terminada para los conciertos que se comenzaron casi de inmediato al terminar la obra.

El sistema se diseñó para que las secciones rectas de gradas se pudieran colocar en las zonas curvas de la gradería. La sección T utilizada para estas gradas es la que se utilizó en el escalonamiento de la gradería, y asimismo, permite una adecuada isóptica para los eventos que se presentan. Su forma general es de una herradura partida en dos precisamente por la pista de automóviles del autódromo.

El diseño se pensó para servir de gradería para las carreras de autos o bien, mediante la colocación de un escenario, al centro de la herradura, sirviera de foro para eventos masivos. También denominado Foro Sol, es una clara muestra de las ventajas de la prefabricación.

La estructura fue sometida exitosamente a pruebas de vibración como las que se producirían masivamente en conciertos de música, así como las de la gente celebrando en dichos eventos.



El Foro Sol, cuenta con columnas prefabricadas, travesaños T presforzados y escalones prefabricados, siendo esto una muestra de la versatilidad actual de la construcción industrializada en México.

La ubicación en una zona de acceso complicada se solucionó con la determinación de montar la estructura prefabricada en horario nocturno, incluso sin interrumpir los eventos automovilísticos que se estuvieron presentando aún durante el período de construcción del mismo.

*Grada del Estadio del Club Celaya, Celaya, Gto.
(Grupo TICONSA, 1997)*

La construcción de este estadio es un ejemplo de la flexibilidad de los sistemas constructivos prefabricados al ampliarse las gradas originales del Estadio Celaya.

La importancia de la obra radicaba en que en el estadio se jugaban partidos de la primera división profesional de fútbol soccer, siendo la casa del equipo de los Toros del Club Atlético Celaya, A.C.

La obra se realizó aún durante la operación del mismo, tan solo tomó un par de meses la terminación de la obra, con la ocupación inmediata de espectadores en el área terminada.



La solución fue prefabricada en forma de herradura cuadrada para contener en el interior las gradas existentes y de esta manera dar continuidad incluso a la isóptica, la cual fue mejorada en la parte alta de las gradas.



La estructura prefabricada muestra una vez más la compatibilidad del sistema aún con procedimientos constructivos de colado en sitio.

Se utilizaron columnas prefabricadas con travesaños de rigidez y travesaños alfarda para soporte de las gradas hechas con losas T con un nervio recortado.



*Estadio Corregidora Josefa Ortiz de Domínguez, Querétaro.
(VIBOSA)*

Sobre la Autopista México-Querétaro, en la ciudad de Querétaro, se ubica el estadio Corregidora Josefa Ortiz de Domínguez.



Las graderías de la parte superior fueron precoladas y pretensadas. Se llevaron los moldes al propio sitio del estadio y se precolaron a pie de obra. Esto permitió cumplir con el programa de construcción. Por otra parte, el precolado en sitio redujo el costo de la mano de obra, ya que se ahorró todo el costo del transporte en la distancia México – Querétaro.

*Lienzo Charro Apaseo, Apaseo El Grande, Gto.
(SEPSA, 1997)*

Estructura totalmente prefabricada a base de columnas, traveses portantes de graderío, traveses de rigidez y gradas para un lienzo charro ubicado en Guanajuato. La sección de las gradas es de tipo T, lo que permite una producción en serie a favor de los tiempos de construcción.



*Plaza de toros monumental de Aguascalientes, Ags.
(INPRESA, 1990)*



*Lienzo Charro Morelia, Morelia, Michoacán.
(SEPSA, 1999)*

Estructura a base de columnas circulares, traveses portantes, traveses de rigidez, gradas tipo t y losa extruida spirroll. El lienzo charro cuenta con capacidad de cinco mil personas, mas una área de palcos. El transporte y montaje de la obra se llevó a cabo en un lapso de ocho semanas, cumpliendo así con las expectativas del cliente en cuanto a calidad, costo y tiempo.





Estadio de fútbol "BRUJOS", San Francisco del Rincón, Gto. (Industrial El GRANJENO, 1994)

Graderío de concreto con traves portantes prefabricadas y gradas presforzadas para cubrir un ancho de pasillo de 40 cm y un ancho de asiento de 40 cm con altura entre gradas de 42.5 cm.



Montaje de Grada prefabricada y presforzada con sección de 60 cm de peralte por 90 cm de ancho de 7.50 m de longitud para tribuna de estadio Brujo construido en la ciudad de San Francisco del Rincón, Gto., en el año de 1994.



Estadio Azteca, Ciudad de México. (SEPSA)

El estadio cubierto más grande del mundo. Construido en 1963, sus gradas son elementos pretensados colados a pie de obra.



9.3 MUROS DE RETENCIÓN DE TIERRAS

Periférico ecológico de Puebla, Puebla. (Grupo TICONSA, 1995)

El crecimiento poblacional de las ciudades trae consigo el problema del incremento del parque vehicular, lo cual ocasiona grandes trastornos en el diseño vial de las ciudades, sobre todo en las ciudades construidas bajo esquemas en los cuales el diseño urbano de las vialidades es ya obsoleto.



La ciudad de Puebla, la cual posee una bella arquitectura colonial, requería debido a su crecimiento en las últimas décadas de un circuito periférico para evitar el paso de transportes pesados por la ciudad y de ese modo manejar de mejor manera el tránsito de la misma.



La construcción del Periférico de Puebla fue en su momento la respuesta más adecuada para el manejo de los problemas viales, pero debido a la topografía y al gran número de carreteras que parten de la ciudad a otras poblaciones de los Estados de Puebla, Oaxaca y Veracruz, fue necesario construir varios puentes sobre ríos (Río Atoyac), y Pasos Vehiculares, los cuales debían armonizar con el entorno y construirse con las mínimas interrupciones a las vialidades existentes, por lo que la utilización de muros de concreto prefabricado con nervios variables, los cuales incluso sirven de estribos para la colocación de las traveses de los puentes, fue la solución más exitosa.



Se utilizaron más de 4,000 m² de muros de contención de tierras, los cuales fueron incluso grabados en la cara expuesta

con el logotipo de la Angelópolis, lo cual permitió enmarcar aún más la belleza de la ciudad, al imponer a la moderna obra el sello distintivo de la ciudad.

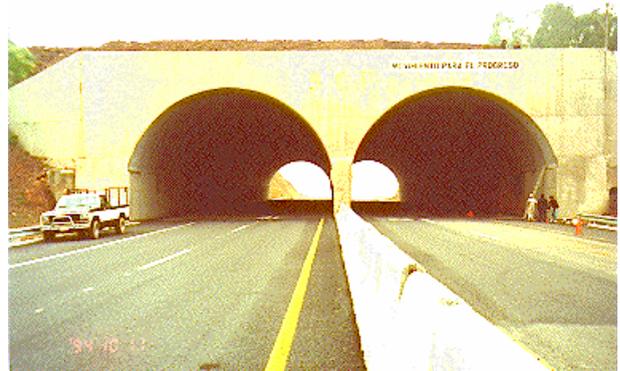
9.4 TÚNELES EN AUTOPISTAS

*Túnel Los Cipreses en México, D.F.
(Grupo TICONSA, 1994)*



La modernización de las carreteras en México, fue un reto importante para hacer innovación, como lo ejemplifica la solución de los túneles hechos en la autopista Chamapa – Lechería, la cual sirve como libramiento de la Ciudad de México y conecta las Autopistas México – Querétaro con la Autopista México – Toluca. Se buscó la mejor solución y la más rápida para la construcción de un túnel en una de las zonas de cortes en terraplenes, donde se quería conservar en la parte superior una zona de jardines que permitiera el paso de vehículos.

Esta solución requiere que se abra el cajón del túnel en excavación a cielo abierto, para luego colocar las dovelas que conforman la estructura, y posteriormente volver a rellenar el cajón excavado, permitiendo de esta manera asegurar aún en terrenos con problemas de estabilidad, el buen comportamiento de los taludes del relleno y del túnel.



Las dovelas pueden ser de una sola sección o en dos secciones, las cuales al centro se unen y se cuela la unión para su trabajo conjunto; la cimentación y el muro de apoyo pueden ser también prefabricados, dándole al sistema una inusitada velocidad de construcción.

Finalmente la cara de acceso y salida del túnel lleva una fachada que permite garantizar la estabilidad del talud superior.

9.5 METROPOLITANO

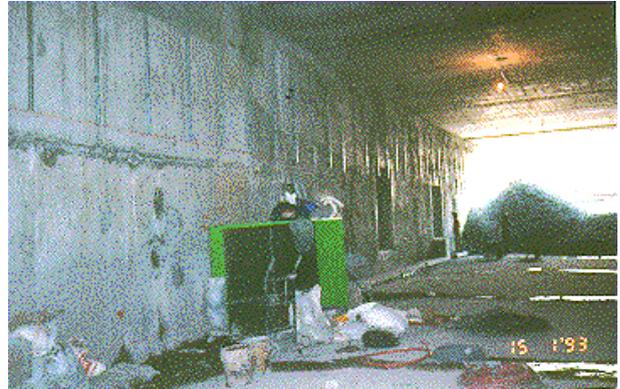
*Túnel del cajón para el Metro de la Ciudad de México.
(Grupo TICONSA, 1991)*

La necesidad de transporte en la Ciudad de México hizo necesaria la construcción del sistema de transporte colectivo, Metro, el cual en sus diferentes etapas ha utilizado elementos prefabricados para las líneas que actualmente posee.



En los tramos subterráneos se ha seguido el proceso de excavación a cielo abierto construyéndose después un cajón de concreto, el cual va a contener las vías y el tránsito de los vagones del metro. Finalmente, se tapa el cajón con tabletas de concreto prefabricado presforzado sobre las cuales se procede a colocar el relleno. Por último, se reconstruyen las avenidas,

para permitir la circulación de vehículos sobre las líneas del Metropolitano.



Prueba de este proceso son los tramos subterráneos de la línea 8 y recientemente la línea B del Metropolitano de la Ciudad de México.

*Tramo Elevado para el Metro de la Ciudad de México.
(Grupo TICONSA, 1984)*

En otros casos se ha recurrido a líneas que son elevadas, las cuales están conformadas por traveses de concreto prefabricado presforzado, que se colocan sobre columnas y quedan elevadas en la vialidades, permitiendo la circulación a lo largo de la línea de Metropolitano.



Este procedimiento se ha utilizado debido a las numerosas ventajas que ofrecen los sistemas prefabricados como la rapidez, ya que la interrupción de la circulación de las calles afectadas es por tiempos muy cortos, la circulación sobre las avenidas perpendiculares, también es afectada por espacios breves de tiempo, ya que la estructura es colocada y una vez generada la zona de circulación, el resto de los trabajos electromecánicos de las vías del Metropolitano se pueden continuar con circulación en las calles inferiores, incluso en pasos tan complicados como el cruce del Viaducto Río Becerra y Circuito Río Churubusco.



Recientemente se han construido con este sistema los tramos elevados de la línea 9 y la línea B del Metropolitano, en la zona norte de la Ciudad de México.

Estaciones San Lázaro, Gran Canal, Romero Rubio y Oceanía del tramo elevado de la Línea B del Metro de la Cd. de México. (Pretencreto, 1997)

Trabes cajón presforzadas de 8.00 m de ancho, fabricadas en planta a 75 km de la obra y transportadas a ella con equipo especializado. Apoyadas en marcos con cabezales postensados para recibir las vías del metro y otras trabes similares para los andenes de estación.



9.6 CUBIERTAS ESPECIALES

Cubierta de la Iglesia de Santiago Apóstol, Zumpango, Estado de México. (Grupo TICONSA, 1987)

La prefabricación de elementos de concreto presforzado para cubiertas como la de esta iglesia ofrecen una alternativa de gran

calidad para cubrir las necesidades de estos centros de reunión, ya que se requieren claros libres muy amplios y grandes alturas para poder evocar la grandeza del espíritu.



En este caso se utilizaron trabes cajón, cuyo centro aligerado permitió reducir el peso de las mismas, y la colocación de elementos (prelosas) entre ellas, alternando elementos de cubierta opacos con translúcidos y así obtener iluminación cenital.

La aplicación de los prefabricados para los grandes claros y cubiertas en recintos de reunión, posee las características de calidad y seguridad estructural adecuadas, ya que al tener un control de calidad más estricto que en los colados en sitio, permite solucionar adecuadamente los retos que estas estructuras plantean.



Asimismo, la estética de los elementos de concreto expuestos, poseen un acabado más estético, ya que fueron colados en moldes metálicos, por lo que el acabado final del elemento de concreto es más terso y de apariencia más regular.

La iglesia fue construida en periodos muy cortos de tiempo y se logró que la interrupción de las ceremonias fuera mínima.

9.7 PUENTES PREFABRICADOS DE GRANDES CLAROS

*Puente Quetzalapa, en la Autopista México - Acapulco.
(Grupo TICONSA, 1994)*

El puente Quetzalapa se encuentra ubicado en el kilómetro 165 + 665 de la autopista México Acapulco (Autopista del Sol), sobre el poblado de Quetzalapa.



Es del tipo atirantado, construido sobre una cañada a una altura de 115 m, con una longitud de 424 m, y un ancho de 21.4 m, permitiendo la circulación de 4 carriles.



La superestructura en su totalidad está formada con elementos prefabricados, siendo estos, 192 dovelas que al unirse forman dos vigas principales suspendidas por tirantes, corridas a lo largo de todo el puente; un juego de 91 piezas de puente que se apoyan en las vigas principales y un juego de 588 losas prefabricadas que forman la pista de rodamiento apoyadas sobre las piezas del puente.

El proceso de montaje se hizo lanzando las piezas con estructuras deslizantes de acero denominadas Lanzadoras, mediante las cuales se colocaban las traveses laterales y se iban postensando, para luego colocar las losas intermedias que eran presforzadas y generaban la losa de rodamiento.



De acuerdo al proyecto, el puente Quetzalapa forma su superestructura mediante el ensamble de los elementos prefabricados. Formado por un total de 871 piezas, el puente Quetzalapa destaca entre los de su género en todo el mundo.

*Puente Zacatal, en Ciudad del Carmen, Campeche, México.
(Grupo TICONSA, 1993)*

El puente El Zacatal se encuentra ubicado en la parte suroeste de Ciudad del Carmen, en el kilómetro 165+000 de la carretera Villahermosa – Ciudad del Carmen en Campeche, cruzando la Laguna de Términos.



El Puente Zacatal, con una longitud de 3,861 m y un ancho de 9.0 m, permite la circulación en dos carriles, fue en su momento

de terminación, el puente de más longitud en América Latina, construido sobre el mar.



La superestructura en su totalidad está formada a base de elementos prefabricados, siendo estos: 121 cabezales prefabricados de concreto, 496 traveses AASTHO tipo IV modificado, y 8 traveses cajón, así como 124 losas de concreto postensado.



El Montaje de los elementos fue hecho en algunas zonas centrales por un chalán en el cual se monto la grúa y desde esta se colocaron las traveses prefabricadas, y otras secciones se montaron con lanzadoras, las cuales colocaban las traveses e iban avanzando sobre las secciones ya colocadas.

Formado por elementos sencillos como las traveses AASTHO, el puente demuestra la capacidad de la prefabricación para simplificar la solución a las necesidades de puentes en México.

Puente Amacuzac, Autopista del Sol México – Acapulco (VIBOSA, 1993)

Para el Montaje de las traveses se utilizó la estructura metálica que se puede observar en la foto. Como la estructura era autodesplazable tanto longitudinalmente como transversalmente, el montaje se llevó a cabo de una manera muy sencilla.



Vista inferior del puente. Pueden observarse las nueve traveses que integran la superestructura y los dos diafragmas intermedios para mejor distribución transversal de la carga rodante. Los cabezales prefabricados se integraron a las pilas mediante un postensado vertical. Las pilas tuvieron alturas variables, siendo la más alta de unos 50 metros aproximadamente.

El Puente Amacuzac, sobre la autopista del Sol a Acapulco, está ubicado en el estado de Morelos. Tiene 2 tramos de acceso de 38.92 metros y 4 tramos de 40.64 metros, con una longitud total de 240.40 metros. La superestructura está constituida por 9 traveses presforzadas tipo AASTHO VI de 1.85 metros de peralte, con separación centro a centro de 2.10 metros y tiene un ancho total de 20.00 metros. Sobre los patines superiores de las traveses se colocaron unas prelosas de un metro de longitud y 10 centímetros de peralte, sobre las que se vació una losa de concreto de 10 centímetros, para dar un peralte total de losa de 20 centímetros. Las traveses se ligaron en los apoyos longitudinalmente con presfuerzo de continuidad, a base de cables de postensado. La rasante tiene una pendiente de 2%.



*Puentes Peatonales, Querétaro, Qro.
(SEPSA, 1993)*

Además de la importancia que tiene en sí mismo un puente peatonal para la seguridad de los usuarios, en este caso en particular, se cuidó de una manera especial el aspecto arquitectónico logrando que la estructura sea agradable al entorno de la autopista México - Querétaro.

Actualmente ha surgido la problemática de resolver los cruces peatonales de vías rápidas, como las carreteras que han quedado, con el crecimiento de las ciudades, inmersas en ellas, se han buscado soluciones estéticas y funcionales.



Se ha resuelto, por ejemplo en la Ciudad de Querétaro, con pasos peatonales prefabricados, que han tenido las ventajas de no interrumpir el tránsito durante la construcción de los mismos, así como poder entrar en funcionamiento en períodos muy cortos de tiempo.

*Puente para la Termoeléctrica Petacalco, Lázaro Cárdenas, Michoacán, México.
(SEPSA, 1989)*

Este puente tiene una longitud mayor a los dos kilómetros y transporta entre otras cosas carbón para la termoeléctrica en Petacalco Michoacán. Fue construido a base de traveses presforzados y prefabricados, lo que permitió tener la obra lista en el tiempo programado a pesar de a las condiciones adversas del lugar.



Puente construido en una zona de difícil acceso se resolvió con elementos AASHTO y permitió salvar el claro total en un tiempo muy corto.

*Puentes Cuesta China, Querétaro, Qro.
(SEPSA, 1995)*



Es un sistema de puentes formado por seis estructuras (cinco puentes vehiculares y un puente peatonal), que permite tener un tráfico fluido en esta zona de la ciudad. Los puentes son totalmente prefabricados, es decir la subestructura está formada por columnas, traveses portantes y estribos doble T tipo Sepsa.



La superestructura está formada por traveses tipo cajón con aletas, con lo que se obtienen varias ventajas, entre las que podemos citar que gracias a sus propiedades geométricas permite utilizar un menor número de traveses por puente comparándolo con otros sistemas de traveses, tales como las I tipo AASHTO lo que disminuye el costo de la obra.



Puente Cuesta China Peatonal, Querétaro, Qro.
(SEPSA, 1995)



Puente "Ceylan", Estado de México.
(SEPSA, 1998)

Este puente se realizó con base en dos tipos de piezas, traveses cajón con aletas con claros hasta de 30 metros, y traveses AAHSTO tipo VI de varias longitudes, siendo las mas largas de 42.12 metros, las que se fabricaron en la planta de Jiutepec, Morelos; En tres segmentos, se transportaron al puente y a pie de obra se alinearon y postensaron para posteriormente montar el elemento de 42.12 metros de largo y 91 toneladas.



Puente vehicular "Palmas - Periférico", México.
(INPRESA, 1992)



Puente vehicular "Tlalpan - División del Norte", México.
(INPRESA, 1992)



Puente vehicular "Ermita", Calzada Ermita y Periférico Arco Oriente, México.
(INPRESA, 1993)

En este Distribuidor se diseñaron una sección modificada de trabe cajón para las gazas del puente (rampas) estas tienen la función de trabe portante de losas T y la peculiaridad de ser trapeciales en planta. Estas traveses fueron proyectadas para funcionar tanto como trabe central como trabe de apoyo con doble voladizo para lograr grandes distancias entre los apoyos situación que se convierte en una solución versátil. Para reducir costos se diseñó y se fabricó una mesa de preesfuerzo capas de presforzar ambos tipos de piezas cuya ubicación de preesfuerzo varía significativamente.



En los moldes el acero de refuerzo colado y colocación de corazones (cimbra interior recuperable) Los moldes estas seccionados en módulos de 12 m, lo cual permitió que se fabricaran en ciclos de 48 horas.

El transporte requirió de tractocamiones con módulo especial DOLLY además en el montaje no solo se requirió de una grúa de 140 t en un tiempo estimado de 4 a 6 hrs. Así como de una

estructura metálica auxiliar para las maniobras en puntos específicos de la obra.

Elementos prefabricados que contiene: traveses cajón de 400/140, traveses exterior portante curva en gaza, traveses interior portante curva en gaza y traveses sección T de planta trapecial.

Puente vehicular "Tepezala", Planta de Cementos y Concretos Nacionales, SA de CV, Aguascalientes, Ags. (INPRESA, 1998)

Construcción de un Puente Vehicular con traveses prefabricados sección "T", de 25.00 m de claro, 10.00 de ancho y 7.00 m de altura, dentro de las instalaciones de la Nueva Planta de Cemento de Cruz Azul, en Aguascalientes.

En un principio el Puente estaba concebido para salvar el claro por medio de traveses tipo AASHTO IV, por lo que se tendría que considerar además, en costo y tiempo, la obra civil de los estribos para recibir las traveses.



Nuestra empresa propuso un cambio de proyecto, lo que permitió un considerable ahorro en dinero y en tiempo de ejecución ya que es importante hacer notar que en esta ocasión, tanto las zapatas como los muros estribo, fueron prefabricados, por lo que mientras se hacían los movimientos de tierra y rellenos, de inmediato se procedió a fabricar y a colocar este tipo de elementos. El tiempo programado para la ejecución de la obra, fue de diez semanas, incluyendo proyecto, obra civil, fabricación, flete y montaje.

La propuesta de nuestra empresa consistió en cambiar el diseño de las traveses tipo AASHTO IV, por traveses tipo "T", y hacer todos los elementos del puente prefabricados, por lo que los elementos del puente consistieron en: zapatas prefabricadas, muros estribo prefabricados, columnas de sección rectangular de 80 x 80 prefabricadas, traveses tipo "T invertidas" presforzadas/prefabricadas y traveses tipo "T" presforzadas/prefabricadas de 171.00 cm de ancho, 120.00 cm de peralte y de 17.00 y/o 4.00 m de longitud.



Puente vehicular, Estado de Guerrero. (PREMEX, 1994)

Utilización muy especial de la vigueta y bovedilla en este puente, ya que resolvió de manera muy adecuada el problema en un sitio donde hubiera sido muy caro resolverlo de otra manera.



La superficie de rodamiento está construida con sistema de vigueta y bovedilla y los elementos principales portantes son armaduras a base de perfiles de lámina doblada.



*Puente Ayuntamiento 2000, Cuernavaca, Morelos.
(SEPSA 1999)*

Puente vehicular de 18 metros de ancho y casi 200 metros de largo, dividido en seis claros con longitudes variables entre los 20 y 35 metros. Resuelto con traveses cajón con aletas de 1.35 metros de peralte. La subestructura esta formada por columnas prefabricadas hasta de 42 metros, las cuales se elaboraron en segmentos que posteriormente en obra se conectaron para dar la longitud total. La obra en su totalidad se realizó en cuatro meses y medio lo cual fue todo un éxito para la magnitud de dicha obra.



*Puente vehicular "Tláhuac", Periférico Oriente, Cd. de México.
(Pretencreto, 1994)*

Estructura a base de traveses cajón presforzadas de 1.40 a 2.00 m de altura y pesos de 70 a 100 toneladas apoyadas en estructura provisional para la ejecución de diafragmas postensados.



*Puente vehicular Alameda Oriente, ciudad de México.
(Pretencreto, 1994)*

Estructura prefabricada a base de traveses cajón de 1.40 a 2.30 m de peralte con pesos de hasta 150 toneladas. Alcanza claros libres de mas de 50 m y realizando el montaje librando el gran Canal en el D.F.



*Puente vehicular "VALTIERRA", León, Gto.
(Industrial El GRANJENO, 1999)*

Superestructura para puente vehicular sobre arroyo Alfaro y Blvd. Vicente Valtierra en la ciudad de León, Gto., construido en el año de 1999.



Resuelto a base de vigas con sección "T" prefabricadas y presforzadas de 40 cm de ancho y 85 cm de peralte con una longitud de 17.10 m.

*Paso vehicular inferior calle Obregón, Salamanca, Gto.
(Industrial El GRANJENO, 1999)*

Superestructura para paso vehicular y peatonal a base de vigas con sección "T" y "TT" prefabricadas y presforzadas de 75 y 150 cm de ancho, por 55 y 35 cm de peralte y longitudes de 9.06 y 8.60 m respectivamente para paso inferior vehicular sobre la calle Obregón en la ciudad de Salamanca construido en el año de 1999.



*Puente vehicular.
(Constructora QUID)*

Puente vehicular sobre río, trabe AASHTO VI de 36.00 m.



*Puente vehicular.
(Constructora QUID)*

Puente vehicular sobre carretera, traves AASHTO IV y VI de 28.00 y 36.00 m.



*Puente vehicular.
(Constructora QUID)*

Puente vehicular sobre vía de ferrocarril, trabe AASHTO IV de 29.00 m.



9.8 EDIFICIOS

*Edificio de oficinas, Querétaro, Oro.
(SEPSA, 1995)*

Edificio ubicado en la ciudad de Querétaro, totalmente prefabricado. Formado por cuatro niveles a base de columnas, muros spiroll, faldones y losa spiroll; con claros de 13 metros. Construido en un tiempo récord, lo cual abate los costos de la obra y permite recuperar la inversión en un menor tiempo.



*Edificio Nueva Imagen, Jiutepec, Morelos.
(SEPSA, 1993)*

Edificio de vivienda de interés medio; ubicado en la ciudad de Jiutepec Morelos. Es una estructura totalmente prefabricada, construida a base de muros spiroll, columnas, faldones y losa spiroll lo que permitió salvar claros de 13 metros obteniendo así áreas grandes que se subdividieron de acuerdo a las necesidades de cada usuario.



Jardineras Edificio Arcos, Santa Fé, México.
(SEPSA, 1996)

Precolados arquitectónicos de 14 metros de longitud que sirven a su vez como jardineras para el estacionamiento del edificio los arcos. El acabado es a base de grano de mármol expuesto.



Centro comercial "Plaza Patria", Naucalpan, Estado de México.
(INPRESA, 1992)



Torre Médica "Meteppec", Toluca, Estado de México.
(INPRESA, 1993)



Edificio Aulas del ITESM Campus Toluca, Estado de México.
(INPRESA, 1996)

Para la construcción del Edificio denominado Aulas 5, se dividió en tres cuerpos, Cuerpo "A", "B" y "C". El cuerpo "A", tiene la característica de estar ligado al edificio existente Aulas 4, así como de tener en la planta baja, además de las aulas, un auditorio, el cual tiene una cimentación especial para conservar el nivel de unión entre los dos edificios y la isóptica necesaria en el auditorio.



La cimentación está hecha a base de zapatas corridas, presentando una innovación en la conexión de la cimentación con las columnas. Los trabajos de cimentación fueron ejecutados por la contratista de Obra civil, según los datos técnicos de la mecánica de suelos y la propuesta de la empresa prefabricadora, desplantándose a 1.80 mts, colando los dados

de cimentación, rellenando y compactando y dejando preparaciones para recibir columnas. En tanto en la Planta prefabricadora, se hacían los trabajos de habilitación de moldes y fabricación de accesorios y elementos. Una vez terminada la cimentación, se procedió al montaje de la superestructura, iniciando con columnas, traveses y losas, en ese orden. Es importante hacer notar que en tanto se montaban losas, se dejaban tableros libres, los cuales, la empresa encargada de realizar los trabajos de Obra Civil, le daban el avance necesario con la colocación de malla y los colados complementarios, así como los colados de nudos trabe-columna.



Elementos prefabricados que contiene: columnas circulares, traveses portantes, traveses portantes tipo T invertida, traveses rigidizantes y losas tipo TT.



Cafetería y Aulas, ITESM Campus Aguascalientes. (INPRESA, 1998)



Edificio de oficinas "Corporativo Revolución", Avenida Revolución esq. San Antonio, México. (INPRESA, 1998)

La construcción de este edificio de oficinas de ocho niveles (el último nivel a doble altura) para oficinas y tres niveles de estacionamiento, en un área de 18.00 X 35.00 m por planta con elementos prefabricados donde los trabajos de excavación para la cimentación y desplante de la columna central de sección 1.00 X 1.00 m ya se habían iniciado; siendo una obra situada en un lugar muy conflictivo en cuanto al tránsito vehicular (Av. Revolución y Eje 5 Sur San Antonio). El principal reto fue retomar la obra sin que se sufriera ningún retraso por no definirse el método constructivo y cumplir con un programa muy ajustado.



Una vez definido el sistema constructivo para los muros de contención, estos se fabricaron en planta y se enviaban a obra para que se troquelaran según lo indicaba la mecánica de suelos. Una vez terminado de colocar los muros de contención

se procedió a montar la estructura (columnas, traves portantes, traves portantes tipo T, y T invertida, traves rigidizantes y losas TT además de muros de contención prefabricados con un diseño especial en los tres niveles de estacionamiento



Este edificio llevó un diseño especial muy complejo de muros de contención prefabricados para los tres niveles de estacionamiento, columnas de tres niveles, traves portantes T y T invertida, traves rigidizantes, losas tipo TT para conformar la superestructura del edificio.



BANCOMER Toluca, Toluca, Estado de México. (VIBOSA)

Estructura prefabricada de 6 niveles en la que se precolaron columnas, traves portantes, traves rigidizantes y losas TT de entrepisos y de cubierta. Este procedimiento permitió ahorrar 4 meses en el tiempo total de ejecución de la obra.



Liceo franco mexicano de Cuernavaca, Cuernavaca, Morelos. (VIBOSA)

Estructura totalmente prefabricada de 3 niveles.



Dado que las columnas fueron prefabricadas fue posible construir y terminar la obra a tiempo para la iniciación de los cursos: Tiempo de Construcción 3 meses.

Se dejaron las losas TT de cubierta con volado para provocar un área sombreada en los pasillos y lograr un mejor efecto arquitectónico.



Centro Comercial "Interlomas", Huixquilucan, Estado de México. (VIBOSA)

Aprovechando una hondonada del terreno, se realizó un proyecto para desarrollar un Centro Comercial que era muy necesario en esa zona.



La estructura prefabricada consistió en columnas, travesaños portantes primarios, travesaños portantes secundarios y vigas que en su mayor parte estaban constituidas por viguetas sin bovedillas y en dos zonas restringidas, por las losas nervadas TT.

Interlomas es el centro comercial más grande de América Latina, con excepción de la cimentación, todos los elementos de la estructura fueron prefabricados.

Tiene una superficie total de 120,000 metros cuadrados y el tiempo total de construcción fue de 10 meses.

Las columnas se desplantaron sobre candeleros ligados por travesaños de cimentación y hubo cinco niveles diferentes de

desplante de las plataformas de cimentación. Las columnas más largas monolíticas, son de poco más de 35 metros y llevan protuberancias (capiteles de concreto) para recibir las travesaños; después del montaje de estas se colocaron las varillas para dar la continuidad en los nudos y después montar las viguetas y la cimbra metálica suspendida de las viguetas, se procedió al colado de la losa y de los nudos.



El resultado es una estructura muy limpia, construida en un tiempo récord.

Edificio Habitacional, Lomas de Chapultepec, México. (PREMEX, 1994)

Localizado en Alencastre No. 99 Col. Lomas de Chapultepec, en México, D.F.



Estructura híbrida, columnas y traves coladas en sitio y las losas se construyeron a base de vigueta y bovedilla de cemento arena.



Edificio de oficinas, Revolución y San Antonio, México.
(PREMEX, 1994)

Localizado en Revolución y San Antonio, en San Pedro de los Pinos, en México, D.F.



Estructura híbrida, columnas y traves coladas en sitio. La losa fue resuelta a base de Premex cimbra.



Edificio de oficinas, Av. 5 y Calle 4, Naucalpan, Edo. de México.
(PREMEX, 1994)

Estructura híbrida, columnas y traves de concreto colado en sitio.



La losa fue resuelta a base de sistema Premex cimbra.



*Hotel Fiesta Inn, Naucalpan, Estado de México.
(PREMEX, 1997)*

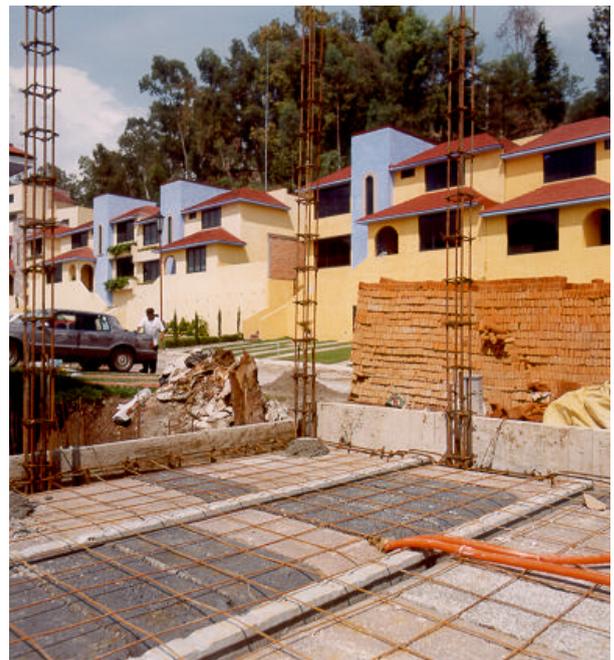
Estructura híbrida, columnas y traveses de concreto reforzado colado en sitio. La losa fue resuelta a base de sistema Premex Cimbra.



Se construyó en un tiempo muy corto, aún con la complicación de la zona donde se ubica, se cumplió con el programa.

*Fraccionamiento Valle de las Pirámides, Tenayuca, Estado de México.
(PREMEX)*

Conjunto habitacional, casas a 2 niveles, donde las losas son a base de vigueta y bovedilla.



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hgo.
(Grupo ITISA, 1998)

Estructura prefabricada de concreto que se aproxima a los 8,000 m² de construcción.



Los elementos prefabricados que la componen son columnas, traveses portantes, traveses de rigidez, losas y muros.



Central de abastos "Emiliano Zapata", Cuernavaca, Morelos.
(PREMEX, 1994)

Losa de azotea a doble altura, para alojar un mezzanini, resuelto a base de sistema Premex Cimbra.



Edificio para escuela y dormitorios en la fundación Aloysius Chalco.
(Pretencreto, 1995)

Estructura prefabricada, a base de columnas, traveses portantes, traveses rigidizantes, traveses TT, para edificio de 7 niveles de altura.



Salón de usos múltiples para el Ejército Mexicano.
(Pretencreto)

Salón de usos múltiples de dos niveles totalmente prefabricado formado por columnas, traveses portantes, traveses cajón de 25.00 m de largo y cubierta a base de trabelosas TT de peralte variable.



Edificio corporativo "Grupo Financiero IXE", León, Gto.
(Industrial EI GRANJENO, 1999)

Losa de entepiso y azotea a base de vigas tipo "TT" prefabricadas y presforzadas de 1.50 m de ancho por 55 cm de

peralte para cubrir claros de 10.00 y 14.00 m de largo, para edificio de oficinas de Grupo Financiero Ixe en la ciudad de León, Gto. Construido en el año de 1999.

de ancho y con unas longitudes variables de entre 14.00 y 16.00 m para albergar las oficinas centrales de Industrial El Granjeno, y otras constructoras locales; construido en la ciudad de León, Gto en el año de 1992.



Edificio de oficinas, Irapuato, Gto.
(Industrial El GRANJENO, 1995)

Edificio de 3 niveles, con sistema de piso a base de losas tipo canal prefabricadas y presforzadas de 22 cm de peralte por 90 cm de ancho y 10.00 m de longitud; construido en la ciudad de Irapuato, Gto., en el año de 1995.



Salón de usos múltiples del ITESM Campus León, León, Gto.
(Industrial El GRANJENO, 1998)



Edificio de Oficinas Centrales "Industrial Granjeno", León, Gto.
(Industrial El GRANJENO, 1992)

Edificio de 5 niveles con sistema de piso a base de vigas tipo "T" prefabricadas y presforzadas de 55 cm de peralte por 75 cm



Edificio.
(Constructora QUID)

Losas prefabricadas con vigas doble "T" de 10.00 m.



Hotel "Calinda"
(Grupo TICONSA)



Hotel "Oasis"
(Grupo TICONSA)



Hotel "Copacabana"
(Grupo TICONSA)



Hotel "Moon Palace"
(Grupo TICONSA)



9.9 NAVES INDUSTRIALES

Fraccionamiento Industrial "El Trébol", Tepetzotlán, Estado de México.

(PREMEX, 1993)

Nave Industrial con uso de Bodega, la techumbre se resolvió a base de Premex cimbra apoyada en armaduras metálicas con un claro de 40 m.



Nave industrial con estacionamiento, Ciudad de México.
(Pretrecreto, 1999)

Estructura prefabricada a base de columnas, traveses portantes, rigidizantes y sistema de piso con traveses "TT" de 4 niveles de altura y cargas en zonas de producción de 2,000 kg/m².



Naves industriales "Cedros Business Park", Tepetzotlán, Estado de México.

(Grupo ITISA, 1999-2000)

Estructura prefabricada que se aproxima a los 104,844 m³ de construcción, a base de columnas, traveses portantes, traveses canalón, largueros y muros.



Nave Industrial.
(Constructora QUID)

Losas prefabricadas con acabado aparente con muros divisorios.



*Nave Industrial.
(Constructora QUID)*

Losas prefabricadas con trabe cajón con aletas de 26.00 m.



*GIGANTE Cuajimalpa, Cuajimalpa, México.
(VIBOSA)*

Trabes TY prefabricadas y lámina estructural para la cubierta de un centro comercial en Cuajimalpa, D.F.



Las trabes se colocaron unas a un nivel y las siguientes a otro nivel y transversalmente se colocó la lámina estructural. Las trabes TY tienen la ventaja de poder funcionar como canalón, resolviendo naturalmente el desalojo de las aguas pluviales.

*Centro de distribución de ELEKTRA en Guadalajara, Jal.
(INPRESA, 1997)*

El proyecto constó de 5 áreas relacionadas entre sí: nave central, oficinas sur, plataforma sur, edificio de servicios y muro de contención.

Las zonas de oficinas sur quedan a un nivel de 7.00 m superior al de la nave central, con el fin de facilitar al personal

administrativo las labores de supervisión en esta área. El área de Servicios corre a lo largo de la fachada poniente y se integra directamente al área principal, teniendo en algunas partes dos pisos. La plataforma sur corresponde a la azotea del edificio sur y tiene la función de alimentar de mercancías a la nave central esto pasando por debajo del edificio de oficinas sur, el cual queda como puente de paso inferior, entre estas dos áreas. Durante la etapa preliminar la plataforma sur tiene la doble función de carga y descarga de mercancías a lo largo del muelle. El límite entre el edificio plataforma sur y el resto del conjunto, es el muro de contención que tiene 12.00 m de altura y en cuya corona se encuentra el muelle de descarga. El edificio plataforma sur se integra al centro de distribución mediante escaleras, su integración al resto del conjunto es menos importante ya que aloja oficinas de la administración central del Grupo. El edificio sur consta de áreas con altura de 12.00 m piso a techo, zonas con mezzanine, y zonas de edificio de cuatro pisos, dejando constante su altura de azotea, y de planta baja. Características principales de los elementos prefabricados que contiene:



Para el edificio de oficinas, plataforma sur y el de servicios se usaron trabelosas de concreto sección TT para la losa de entrepiso apoyados sobre trabes portantes sección L, formando marcos con las trabes de rigidez sección rectangular, y todo esto apoyado sobre columnas de concreto prefabricadas.

Para la nave central trabelosas de concreto sección TY, apoyadas sobre columnas de concreto prefabricadas, la cubierta se solucionó mediante el sistema arcotecho de lámina metálica.

*Centro Comercial, Ciudad de México.
(SEPSA, 1996)*

Centro comercial para una tienda de supermercado de 37,000 m² con base en columnas cuadradas, trabes portantes, trabes de rigidez y losa Spiroll para diversas cargas y con claros hasta de 16 metros. Las conexiones se efectuaron mediante el sistema de ventanas en las columnas; método patentado por el

Ing. René Carranza Aubry, lo que permitió tener un excelente comportamiento de la estructura en su conjunto. Esta obra se realizó en tan solo 5 meses, lo cual fue posible gracias al sistema constructivo de la estructura con base en elementos prefabricados.



*Cubierta prefabricada Almacenes Zara.
(Pretencreto, 1998)*

Almacén con traveses de cubierta de peralte variable para caída natural de agua alcanzando claros de 26.00 m de longitud.



*Tienda SAM'S CLUB Pachuca, Hgo.
(INPRESA, 1999)*

La Tienda se llevó a cabo con nuestro SISTEMA TY 2000 Sistema Integral a base de elementos prefabricados (zapatas,

columnas y muros de fachada TT) asociados a cubierta de Lámina engargolada Arcotecho. En este caso se requirió de una SUPERFACHADA de lámina, ésta es una de las ventajas que proporciona el mismo sistema de acuerdo a los requerimientos del cliente; que se pueden hacer modificaciones y adecuaciones al proyecto.



Elementos prefabricados que contiene: zapatas de concreto prefabricado y presforzado, columnas prefabricadas y presforzadas, traveses tipo TY (diseño especial de INPRESA) y muros tipo TT.

9.10 ESTACIONAMIENTOS

*Estacionamiento "Acapulco", Acapulco, Guerrero.
(SEPSA, 1991)*

En esta estructura, se optó por resolver el sistema de piso a base de la losa extruida tipo spiroll con claros de 10 metros y un peralte de 25 centímetros.

Entre las ventajas que presentó el sistema, se mencionan: el tiempo de construcción, que se redujo considerablemente del programa original, así como el peso propio de la losa que al ser menor que otros sistemas, ayuda considerablemente al comportamiento de la estructura.



Estacionamiento para el Colegio Israelita, Ciudad de México.
(Grupo ITISA, 1998-1999)

Estructura prefabricada a base de columnas, traveses portantes, traveses de rigidez, losas y muros.



Estacionamiento de 2 niveles para el colegio Americano.
(Pretencreto, 1998)

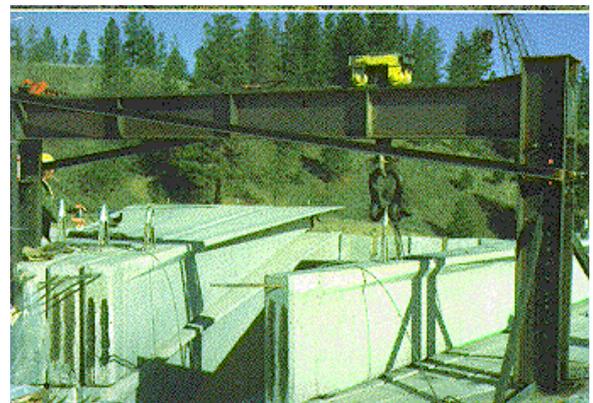
Estructura prefabricada a base de columnas, traveses portantes y sistema de piso con doble "T" para estacionamiento subterráneo diseñado para recibir cargas de estacionamiento en el nivel inferior y en el superior canchas deportivas, resuelto con claros de 9 x 15 m.

9.11 ALGUNAS EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

Tanques de almacenamiento de agua

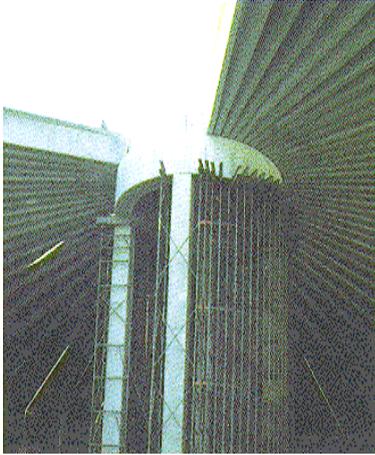
Tanques LINCON en Spokane, Washington.

Recientemente en Spokane, Washington, USA, se utilizó un procedimiento para prefabricar tanque de almacenamiento de agua de grandes dimensiones para la Planta de Glenaire. El procedimiento usado permitió prefabricar incluso la losa tapa del tanque.



Estos tanques tienen aproximadamente 25 m de diámetro y 10 m de altura interior (aunque estos están parcialmente enterrados en el subsuelo).

Los tanques están contruidos con elementos T en sus caras y dos traves radiales que realizan el trabajo de compresión o zuncho.



La tapa del tanque esta realizada con traves T de ancho variable radial que permite su prefabricación y apoyadas en un elemento al centro. En estos tanques, el concreto colado en sitio solo fue la cimentación y parte de las traves radiales de los mismos.



Estadios y graderías

Estadio de Fútbol, en Bari, Italia.

Este estadio para 59,000 personas en la Población de Bari, en Italia fue construido para el Mundial de Italia. El diseñador es el celebre Arquitecto Renzo Piano, el cual debido a las exigencias de tiempo, decidió hacerlo prefabricado.

Las gradas se apoyan en grandes vigas extremas, que sirven como tímpanos, y estos a su vez se apoyan en un par de columnas; la gradería se completa en la parte inferior con un acabado liso en placas dobladas que le dan su especial arquitectura con el entorno urbano.

La altura de la zona de graderías llega hasta 36 m y el nivel de la cancha está en una depresión del terreno.

El estadio se terminó en muy poco tiempo, y estuvo listo para la fecha prevista gracias al empleo de prefabricados.



Muros de retención de tierras

Viaductos Prefabricados en San Sebastián, España.

La utilización de muros de contención de tierras a los cuales adicionalmente se les recubre con losas dobles T en la parte superior, generan de esta manera un paso vehicular, el cual incluso puede tener zonas de jardín en su parte superior, permitiendo una solución estética y ecológica muy bella para las vialidades deprimidas en zonas urbanas.



Túneles en autopistas

Túnel en San José de Málaga, España.

Esta Obra, también denominada Falso Túnel, es para una autopista de doble calzada de 3 carriles, con dovelas que tienen una sección de 64 a 185 m² en doble arco, con un gálibo de cada arco de 12 por 5 metros; la obra está en curva, con 400 metros de longitud.

La obra fue prefabricada y montada en 5 meses, y actualmente está en servicio, siendo este uno de los túneles más representativos de la búsqueda de los urbanistas españoles por solucionar el problema de las autopistas en las cercanías de las zonas urbanas.

Las secciones fueron ensambladas y se colocó un material impermeabilizante entre las juntas, con lo cual se aseguró que no hubiera goteras en el interior del túnel; después, se rehizo el terraplén en la parte superior del cajón abierto para el túnel, y se compactó en capas adecuadas, para finalmente sembrar una zona jardinada en la parte superior del túnel.



El interior se iluminó debido a la falta de visibilidad en el otro extremo por la curva que describe el túnel. Se hicieron dos túneles paralelos, los cuales son de un solo sentido cada uno, y cuenta en el interior con una zona de banqueta o acotamiento.



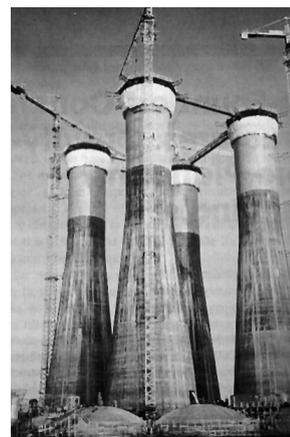
Estructuras marinas

Estructuras Marinas en el Mar del Norte.

La extracción de petróleo en zonas de condiciones tan agresivas como el Mar del Norte ha creado condiciones tan especiales que la solución a la necesidad de estructuras, tales como las plataformas para los pozos de extracción, debe ser igualmente especial.



El concreto presforzado posee las características adecuadas para soportar las condiciones extremas de ataque de la corrosión del agua marina, los fuertes vientos que se convierten en grandes tormentas y producen olas que chocan constantemente en la base de las plataformas, y por si fuera poco, en buena parte del año, los icebergs a la deriva pueden llegar a chocar contra las estructuras de las plataformas marinas.



La extracción de petróleo en la zona, se ha convertido en una actividad de la que depende gran parte del norte de Europa, por lo que las grandes estructuras de las plataformas marinas se prefabrican en las costas del norte. Se impermeabilizan y son

huecas en su interior, por lo que flotan sobre el mar, donde son arrastradas por remolcadores hasta su posición final, en la cual se procede a llenarlas de agua, y hundirlas en su posición final.

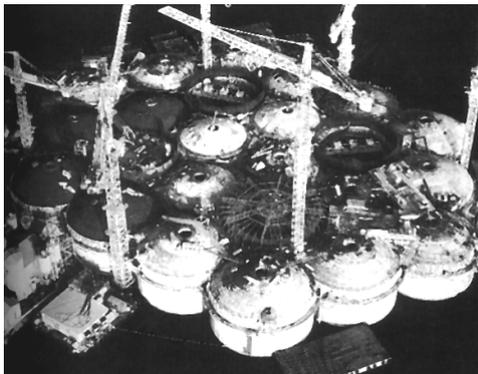
Estas plataformas han permitido perforar pozos petroleros en zonas donde el mar alcanza hasta 100 m ó más de profundidad.

La plataforma que se muestra en la fotografía es Gulfak's C y está localizada a una profundidad de 220 metros y fue construida para trabajar a una profundidad de hasta 305 m.

Las bajas temperaturas y los ciclos de congelamiento y deshielo que se producen en estas latitudes, son también lo que ha requerido del presfuerzo en el concreto para soportar los esfuerzos a los que se ven sometidas estas estructuras durante estos ciclos.

Estructuras Flotantes de Tanques en Noruega y el mar del Norte.

La extracción de petróleo en el Mar del Norte también ha requerido de grandes depósitos para almacenar y en su caso transportar el crudo que de ahí se extrae, lo cual ha sido solucionado con grandes estructuras flotantes.



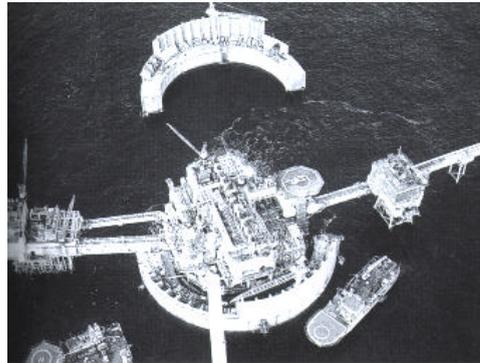
Estas se ocupan como lugares de carga y almacenamiento del petróleo, para luego, distribuirlo en barcos – cisterna a los puntos donde se requiera este petróleo.



Algunas de estas estructuras llegan a desplazar hasta 600,000 toneladas, resistiendo embates de oleaje marino intenso de

hasta 30 metros de altura, y como ya mencionamos, están diseñadas incluso para soportar el impacto de iceberg de los glaciares de Groenlandia, los cuales en la época de deshielo llegan hasta el Mar del Norte.

Muchas de estas estructuras, como la Estructura de Almacenamiento de Petróleo Ekofisk Caisson, han tenido un excelente comportamiento, ya que ha estado en servicio casi 20 años sin dar muestras de ninguna corrosión o perder durabilidad el concreto, las fotografías muestran la plataforma de tanques durante la construcción de la misma.



El excelente comportamiento de estas estructuras flotantes de concreto presforzado ha demostrado que ha sido muy resistente al ataque de los sulfatos, de la reacción Alkali – agregado, y el ciclo de congelamiento – deshielo, el cual puede comenzar a presentar fisuras en el concreto por fatiga, en la cual el presfuerzo le ayuda a evitar la aparición de estas, ayudando a que el concreto no permita la entrada de agentes corrosivos al acero de refuerzo y de presfuerzo, elevando con esto la durabilidad del mismo.