



Ingeniero Mario Ricardo Monteiro Goulart, MSc. Gerente de Ingeniería y Calidad, Odebrecht Infraestructura América Latina, Panamá.



Reproducción autorizada por la revista Noticreto # 128, de Enero – Febrero 2015.

Editada por la Asociación Colombiana de Productores de Concreto – ASOCRETO.

Cinta Costera, Panamá: Una cinta en concreto como solución urbanística y vial

Durante los últimos años la Ciudad de Panamá ha presentado gran desarrollo económico, urbanístico y social, lo cual se traduce en una fuerte demanda de infraestructuras, en especial de nuevas vías y avenidas. La capital tiene un papel fundamental en el Istmo como eje de tránsito entre los océanos Atlántico y Pacífico y reclama cada día más soluciones integrales que, en términos de movilidad territorial y urbana, permitan rescatar la red vial del país y mejorar el intercambio comercial y turístico.

La Cinta Costera es una propuesta de reordenamiento vial en la Ciudad de Panamá que implementa la gestión ambiental con la inclusión de amplios espacios verdes, zonas públicas, deportivas y culturales. Las familias panameñas y los visitantes ya disfrutaban de la brisa del mar junto a la bahía de Panamá con todas sus posibilidades de descanso, meditación, lectura y gimnasia.

Esta innovación comenzó en el año 2007 con la construcción de la Fase I de la Cinta Costera, que fue una transformación integral del eje de comunicación que conecta la Avenida 3 de Noviembre con el Corredor Sur y la vía Israel, a través de la Avenida Balboa.

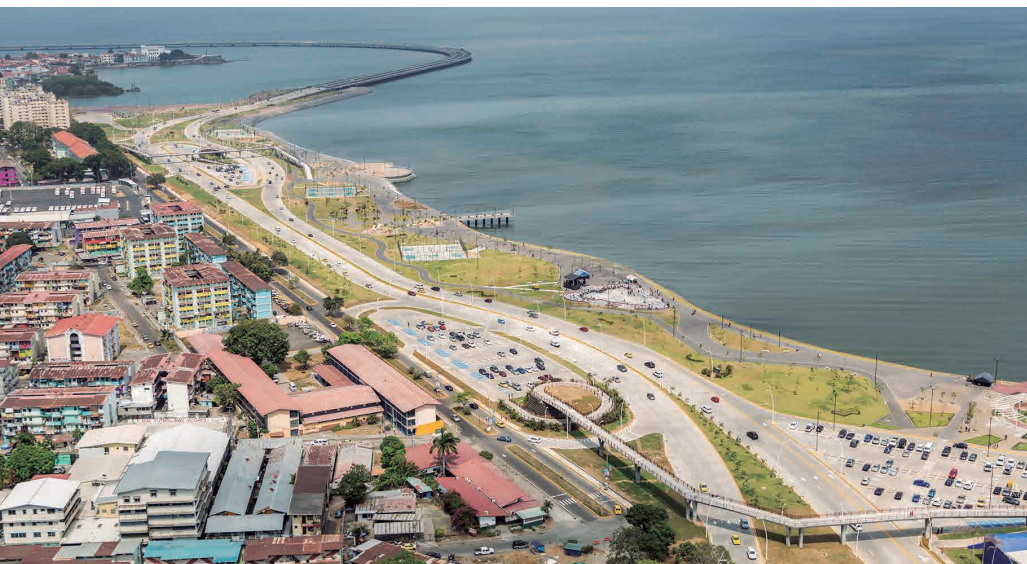
La obra incluye 3.2 kilómetros de autopista, 7 kilómetros de aceras peatonales, 6 pasos peatonales a lo largo de la vialidad y 1 puente vehicular sobre el río Matasnillo, entre otras áreas recreativas y culturales como 6 canchas deportivas para fútbol y baloncesto.

La Fase II fue una nueva respuesta a las necesidades de mejorar la vialidad al ofrecer más estacionamientos y un acceso más fácil, atractivos que requería el barrio de San Felipe y Casco Antiguo. El concepto contribuyó a reordenar y modernizar actividades tradicionales de la zona como la

navegación y la pesca artesanal, proveyendo infraestructuras de calidad que ayudan a cumplir las normas de sanidad en beneficio de los habitantes y trabajadores en el área.

El Proyecto de Interconexión Vial entre la Avenida Balboa y la nueva Avenida de Los Poetas, mejor conocido como Cinta Costera Fase III, surgió para integrar los barrios de El Chorrillo, Barraza, San Felipe y Santa Ana al desarrollo sostenible de la capital del Istmo.

Esta obra forma parte del proyecto Nueva Red Vial de la Ciudad de Panamá, impulsada por el Ministerio de Obras Públicas (MOP). Ofrece a panameños y extranjeros una nueva postal de la Avenida Balboa y las comunidades adyacentes, convirtiéndose en una nueva referencia internacional de la arquitectura y el paisaje.



➤ **La Cinta Costera conjuga obras de tres tipos: vial, marina y urbanística. Fue inaugurada en abril de 2014. En la foto se observa el relleno de la Nueva Avenida de Los Poetas.**

Cortesía: Odebrecht Infraestructura América Latina.



► **Puente marino vehicular.**
Cortesía: Odebrecht Infraestructura América Latina.

LA FASE III

La Cinta Costera Fase III es una franja verde que corre a lo largo de la Bahía de Panamá y conjuga obras de tres tipos: vial, por la construcción de la nueva vía que se integra a la red existente; marina, por el relleno y el puente marino; y urbanística, por los nuevos ambientes creados, que renuevan la imagen de la Avenida de Los Poetas, El Chorrillo y San Felipe.

Entre otros beneficios del proyecto, se destacan el puente marino vehicular y peatonal, la nueva Avenida de Los Poetas, el mirador del pacífico y el rompeolas, además de los mejoramientos en la Avenida Balboa y el mantenimiento de las vías y parques.

El puente marino vehicular y peatonal circunda la península del casco antiguo y está articulada en tramos de amplia abertura que incluyen: 1 puente principal vehicular, 1 puente peatonal y 1 mirador conformado por 3 plataformas marinas en distintos niveles, que brindan al usuario diferentes vistas del casco antiguo.

La estructura tiene una extensión de 2,655 m, y está conformada por los siguientes elementos: 186 pilotes vaciados in situ de diámetro de 1.83 m; 2 estribos; 62 cabezales y 560 vigas longitudinales prefabricadas con dimensiones de 42.70 m, 40.30 m y 39.45 m. La resistencia establecida en el diseño del concreto de las vigas fue de 55 MPa.

Uno de los puntos clave de la obra fue el patio de prefabricación de vigas. Consistió en una línea de producción para la fabricación y almacenamiento simultáneos de las 560 vigas longitudinales destinadas al puente marino. Cada una de ellas fue colocada en su posición por una viga lanzadora. Durante todo el proceso no se perdió ni una sola viga de las fabricadas.

El método constructivo seleccionado para el puente marino fue un relleno provisional con pasos de agua alrededor del casco antiguo, ya que no era viable utilizar barcazas por el bajo calado del lecho marino de la zona, que durante la marea baja llega a secarse.

El conjunto de puentes metálicos y pasos de agua no interrumpe el flujo normal de las aguas alrededor del casco antiguo, y a su vez preserva la vida marina. Una vez culminado el proyecto fue retirado el relleno, dejando en servicio el puente marino.

Por su parte, el puente peatonal aporta dotaciones recreativas como área para caminar, ciclovia, pérgolas, mobiliarios urbanos, aspersores de agua potable, telescopios para observar de

cerca el casco antiguo, jardines y áreas verdes con sistemas de riego y drenaje.

Para el proyecto de la nueva Avenida de Los Poetas se tomaron en cuenta todas las restricciones definidas en las normas de diseño de Panamá; considerando el tráfico local y estacional, representado por los visitantes, y también los accesos a las áreas de esparcimiento. La construcción de la nueva Avenida de Los Poetas contempló: vialidad de 3 carriles en cada sentido, relleno marino y escollera de protección, pasos elevados para peatones, mirador (Pantalán), muelle para la pesca aficionada, redes de iluminación en LED, aguas pluviales, sistemas de prevención de incendio, canchas deportivas, voleibol de playa, parques urbanos, paseos con pérgolas, ciclovia y aceras peatonales.

Las 25 hectáreas dedicadas al esparcimiento incluyen el estadio de fútbol Carlos M. Pretel, más conocido como Estadio Maracanã, con patrón FIFA para 5,500 personas; una nueva Cooperativa de Pescadores, un área para venta de pescado y el Skate Park, para deleite de los jóvenes. Del mismo modo, se efectuaron mejoras en la avenida de Los Poetas y se construyeron nuevos parqueaderos.

El mirador del Pacífico y el rompeolas están situados en la Cinta Costera, después del Mercado del Marisco en dirección hacia Paitilla. Este mirador cuenta con áreas de esparcimiento y de turismo.



► **Estadio Maracanã y áreas recreativas cercanas en la avenida de Los Poetas.**
Cortesía: Odebrecht Infraestructura América Latina.

En el relleno adjunto a la Cinta Costera Fase II fue construido un rompeolas que también ofrece áreas para la recreación.

Ambos espacios suman 10 hectáreas. Cabe destacar que la función principal, tanto del mirador del Pacífico como del rompeolas, es mejorar la operatividad del Muelle Panamá que fue construido en la II fase de este proyecto, con lo cual protegen y abrigan el muelle. La obra contempla áreas verdes, ciclovia, bancas, miradores, gimnasio, canchas de

tenis y polideportivas, juegos infantiles, pérgolas, fuentes, reloj de flores, jardín aromáticos, juegos sonoros, anfiteatro y restaurantes.

La Fase II de la Avenida Balboa incluye obras de mejoramiento, entre ellas el soterramiento de toda la línea de alta tensión (115 kW) con 5 km de longitud entre las subestaciones Marañón y Locería, obras de mejoramiento de la red de aguas pluviales y construcción de dos puentes peatonales sobre la Cinta Costera Fase I y la Avenida Balboa, a la altura del Parque Urracá.

METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA

Vigas Transversales

En el éxito obtenido en el proyecto y su cumplimiento adelantado de los plazos contractuales tuvieron gran relevancia el patio de prefabricación de vigas, la resistencia, el tipo de curado de concreto, la maquinaria para el transporte e izaje de las vigas, además de una planificación detallada de la fabricación y el almacenamiento de los elementos prefabricados.



➤ *Relleno de empalme del puente marino hacia Cinta Costera II.*
Cortesía: Odebrecht Infraestructura América Latina.

Para el concreto de las vigas longitudinales se estudiaron varios tipos de curado y mezclas (térmica, a vapor, normal, con hielo, sin hielo), y se hicieron estudios numéricos de temperatura y de etapas de vaciado y prototipos con termopares en campo. Todos los parámetros técnicos de las normas internacionales se cumplieron con rigor: relación agua/material cementante, adición de sílices para mitigar el efecto la reacción álcali/agregado, permeabilidad al ion cloruro, contenido máximo de iones cloruro, resistencia a los sulfatos, temperatura máxima del concreto fresco, asentamiento, temperatura interna máxima y tiempo de manejabilidad.

Al final de todos los estudios de laboratorio y campo, se adoptó una mezcla autocompactante de curado normal, con agregados de tamaño según la tasa de acero que cumpliera la resistencia de diseño a los 28 días de 55 MPa, con resistencia de 15 MPa a las 18 h para retirar el encofrado y 33 MPa

a las 36 h para el primer tensado (2 cables de un total de 4 cables).

El patio de prefabricación de las 560 vigas longitudinales, tipo AASHTO con altura de 2.10 m, longitudes de hasta 42.70 m y 90 toneladas de peso, fue construido para vaciar 4 vigas por día, con 4 juegos de formaletas, y con capacidad para almacenar 306 vigas. El puente marino tenía 8 vigas longitudinales y el puente peatonal 2.

Construir y movilizar estas enormes estructuras fue todo un desafío de construcción e ingeniería. Se buscó una solución diferente a la convencional de camiones, grúas y gran cantidad de personas. Todo el proceso de fabricación de las vigas fue calculado para obtener la máxima seguridad de los operarios y equipos que participaron en el proceso.

Las vigas se transportaron entre el sitio de las formaletas y el almacenaje con equipos tipo *Fischetti* y al área de lanzamiento con equipos tipo *Carrelones*. Para colocar las vigas en su posición final se utilizó una viga lanzadora. Se logró una productividad media de 4 vigas lanzadas por turno. De esa manera las vigas eran desplazadas a los sitios finales de colocación a pocos centímetros del suelo, aportando significativa seguridad a todo el proceso.

El método constructivo para la ejecución de los pilotes y cabezales del puente marino fue un relleno temporal, con material granular y puentes temporales de acero, para garantizar la fluidez de la marea hasta las orillas de las playas del casco antiguo. En los sitios de ejecución de los pilotes se añadió al relleno un material de granulometría adecuada sobre los ejes de los pilotes a cada 45 m (distancia entre cabezales) y en centro de esa isla, para no perjudicar la posición exacta de cada pilote y su ejecución.

CONTROL DE CALIDAD

En la obra se implementó un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), para garantizar la correcta ejecución de todos los componentes, la compra de materiales, procedimientos de las actividades de campo y oficina, especificaciones técnicas, diseños de mezclas, además de instalar un completo laboratorio de suelos y concreto.

En este laboratorio se llevaron a término diversos ensayos bajo las normas ASTM, AASHTO, ACI y del cliente, entre los cuales citamos: resistencia



➤ *Relleno del mirador del Pacífico.*
Cortesía: Odebrecht Infraestructura América Latina.



► **Patio de prefabricados de concreto.**
Cortesía: Odebrecht Infraestructura América Latina.

a la compresión simple de testigos de concreto, rotura de vigas del pavimento, granulometría, límites de Atterberg, proctor modificado y estándar, CBR, gravedad específica, pesos unitarios, desgaste Los Angeles, terrones de arcilla, colorimetría, solidez de sodio, solidez de magnesio, análisis de cloruro, análisis de sulfatos, equivalente de arena, partículas livianas, macrotextura del pavimento y densidad con el cono de arena.

Allí se efectuaron más de 120,000 ensayos bajo la plena confianza y aprobación del cliente. De ellos, solo unos 90,000 eran testigos de concreto. El laboratorio dispuso de un cuarto de curado con sistema automático de temperatura y humedad, y con capacidad para almacenar simultáneamente 2,774 testigos de concreto.

También se estudiaron y ensayaron más de 55 canteras para verificar la potencia y características geomecánicas y geotécnicas del material, además de analizar 250 mezclas distintas de concreto para las diversas necesidades de la obra. Los ensayos de todos los 186 pilotes del puente marino se efectuaron a través de PIT (*Pile Integrity Test*) y *Cross-Hole*.

En 2013, el proyecto Cinta Costera Fase III efectuó distintos procesos de auditoría que evaluaron todas las áreas de la obra, verificando que efectivamente cumpliera los requisitos normativos; como resultado, en diciembre se logró la acreditación en las normas ISO 9001:2008 (Calidad), ISO 14001:2004 (Medio Ambiente) y OHSAS 18001:2007 (Salud y Seguridad Ocupacional).

En años recientes, y con la evolución de las técnicas constructivas, el control tecnológico de calidad en la construcción supera dos grandes retos: cumplir las exigencias establecidas en normas y especificaciones de los clientes, y mostrar resultados de manera comprensible y rápida para facilitar el buen control, la verificación y el seguimiento de las obras de ingeniería. Al mismo tiempo se demuestran el valor y los aportes de estos datos.

El Sistema de Gestión de la Calidad de la obra tuvo gran importancia para la mejora

de los procesos, el ahorro de costos y la rebaja en el cronograma de entregas de la obra.

DATOS GENERALES

- *Mano de obra directa: más de 4,000 colaboradores, 90% de ellos habitantes de los alrededores de la obra (Chorrillo, Santa Ana y San Felipe).*
- *Seguridad en el trabajo: la empresa implantó los procedimientos del Sistema de Gestión Integrado y realizó capacitaciones a todo el personal del proyecto a través de inducciones, charlas diarias de trabajo (TDT) e instrucciones de desarrollo.*
- *Salud ocupacional: el área de salud realizó evaluaciones y control de los factores de riesgo presentes en el ambiente laboral, previniendo las enfermedades y accidentes de trabajo y realizando actividades de promoción y capacitaciones de bienestar y adaptación de los trabajadores a sus labores.*
- *Aspectos sociales: durante las obras, el contratista*

cumplió una serie de actividades sociales de desarrollo humano, en el marco del Proyecto Cinta Costera III.

- *Concreto total (aproximado) de la*

obra (pavimento rígido, pilotes, vigas longitudinales, vigas transversales, diafragmas y losas del puente marino): 145,000 m³.

- *Acero de refuerzo: 25,000 toneladas.*
- *Relleno marino definitivo: 31 Ha (2,500.000 m³).*
- *Vialidad de concreto: 5 km.*
- *Áreas verdes: 15 Ha.*
- *Ciclovías: 5 km.*
- *Actualmente circulan por el puente marino cerca de 35,000 vehículos/día.* **C**

En el éxito obtenido en el proyecto y su cumplimiento adelantado de los plazos contractuales tuvieron gran relevancia los prefabricados de concreto.



► **En los sitios de ejecución de los pilotes se añadió al relleno un material de granulometría adecuada sobre los ejes de los pilotes a cada 45 m (distancia entre cabezales) y en centro de esa isla, para no perjudicar la posición exacta de cada pilote y su ejecución.**
Flickr – Juan Antonio Sucre.