



Eduardo de J. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

Su correo electrónico es: evidaud@mail.imcyc.com



SUSTENTABILIDAD

Arrecife artificial de concreto

TRES ESTRUCTURAS de hormigón de entre 18 y 20 toneladas forman parte del primer arrecife artificial de España, que se ubica frente a la playa de la Malvarrosa, en Valencia.

Con el objetivo de ser un atractivo medioambiental y turístico, el Ayuntamiento de Valencia ha sumergido a 200 metros de la playa y a cuatro metros de profundidad una instalación que, según los técnicos, podría ser útil para evitar la pérdida de arena de la playa. Una embarcación de la Guardia Civil y varias de Salvamento Marítimo controlaron que los bloques llegaran sin contratiempos a su posición correcta. La operación se desarrolló con remolques de la Guardia Civil y suspendidos en el agua; gracias a grandes bolsas llenas de aire. El control de la colocación de cada estructura en su sitio fue realizado por los buzos de la Unidad Militar de Emergencias.

El arrecife artificial está formado por tres módulos de concreto "no invasivo" con distintos diseños: aros olímpicos, medias ánforas y con forma de *L'Oceanogràfic*⁽¹⁾; en un frente de alrededor de 90 metros de largo, a una media de tres metros de profundidad.

Los científicos implicados en el proyecto explican que en el punto donde fueron lanzados los bloques, no había presencia de fauna ni flora "solo arena". Se prevé que las estructuras sean colonizadas por algas y posteriormente atraigan a los peces; creando un ecosistema artificial completo.

Este propósito refuerza la idea de que el arrecife se constituya en una prueba piloto para atraer turismo y estudiar su influencia en la regeneración de las playas. "Este arrecife es una prueba piloto con un triple objetivo: ofrecer un

atractivo turístico para hacer submarinismo, ser escuela para aprender este deporte, y un tercer objetivo que puede ser importante: comprobar cómo afecta a la estabilidad de la playa", explicó a esta fuente José Serra Peris, catedrático de Puertos y Costas de la Universidad Politécnica de Valencia. Afirma el especialista: "En principio, teóricamente abriga a la playa y si esto es así, y reduce el transporte de sólidos y la pérdida de arena, podría ser un modelo a aplicar en las playas del sur, en Pinedo, Saler o la Devesa; para ayudar al mantenimiento y la sostenibilidad de esas playas."

Los científicos, en general aseguran que el monitoreo de los efectos sobre la playa durará cerca de tres años, hasta que los resultados sean concluyentes. Si el efecto es positivo, explica Serra, podría plantearse la construcción de un arrecife barrera que protegiera las playas del sur de Valencia de la degradación y la pérdida de sedimentos. El Ayuntamiento prevé ampliar el proyecto con el lanzamiento de nuevos bloques aunque el proyecto surgió para dar respuesta a los más de 12 mil buceadores de la Comunidad Valenciana.

Con una inversión de 25 mil euros a cuenta de la Concejalía de Deportes y gracias a la coordinación del Ayuntamiento de Valencia, la Delegación de Gobierno y los científicos de la Universidad Politécnica de Valencia, el proyecto "Arrecife Valencia" prevé continuar creciendo, por lo que la colocación moderada de nuevos conjuntos de arrecifes irá conformando circuitos de turismo subacuático con diferentes diseños y diferentes profundidades que, a la larga, configurarán un parque subacuático adaptado a todos los niveles de buceo. **C**

REFERENCIA:

Almenar, P. (2014). "Valencia lanza bloques de hormigón en la Malvarrosa para crear un arrecife artificial". Publicado en: [®]EDICIONES EL PAÍS S.L. http://ccaa.elpais.com/ccaa/2014/08/20/valencia/1408537197_131957.html

⁽¹⁾ L'Oceanogràfic (en castellano, El Oceanográfico) es una compleja obra del arquitecto Félix Candela y los ingenieros Alberto Domingo y Carlos Lázaro, donde se representa los diferentes hábitats marinos. La construcción, que se encuentra situada en la zona este de la ciudad de Valencia (España), dentro del complejo conocido como Ciutat de les Arts i les Ciències de València, fue inaugurada el 12 de diciembre del año 2002.

Tomado y adaptado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/L'Oceanogr%C3%A0fic>



RESISTENCIA

Estructura atómica para aumentar la resistencia del concreto

DESDE LA ÉPOCA de los Romanos, el concreto ha sido el material de construcción más común del planeta; sin embargo, al mismo tiempo, es una de las mayores fuentes de emisiones industriales; debido a que al producir cemento, se emite un 5% del dióxido de carbono (CO₂) del mundo, por persona.

Esta situación podría verse cambiada, pues un equipo de científicos del MIT (siglas en inglés del Instituto de Tecnología de Massachusetts) en Estados Unidos, ha descubierto una fórmula, en la que a través de una estructura atómica del cemento, se puede aumentar su resistencia y reducir la cantidad necesaria para la ejecución de los proyectos de construcción, a un precio mucho más económico.

Estos científicos comenzaron evaluando a detalle, materiales de baja tecnología, utilizando sofisticados métodos que normalmente se aplican a materiales de alta tecnología, de fuerza atómica microscópica. En este caso, como punto fuerte, se ha evaluado la utilización de un elemento 100 mil veces más pequeño que un grano de arena.

Al respecto, uno de los especialistas afirma: "Encontramos que una determinada composi-

ción crea la máxima densidad y permite que el agua mantenga unidos todos esos átomos muy bien". Comentario que realizó Shahsavari, especialista que presentó este hallazgo a inicios de diciembre del año 2014, en una reunión de los Materiales de la Sociedad de Investigación en Boston, Massachusetts.

Esta no es la primera vez que la industria del cemento ha investigado la composición de este material ligante. Durante décadas se han estado probado nuevas formas de mejorar la resistencia y reducir la huella de carbono del cemento. Podrían mencionarse por ejemplo: la adición de escorias (un subproducto de la ceniza de fundición de minerales metálicos), o de cenizas volantes (producto de los residuos de las plantas de carbón).

Otros científicos también han desarrollado nuevas ideas para la reformulación de cemento, que han llevado a la creación de nuevas compañías de lanzamiento en todo el mundo. En Inglaterra, por ejemplo, NOVACEM es la creación de cemento que actualmente absorbe dióxido de carbono del aire a medida que se endurece. También dos empresas en Australia: CALIX y TecEco, están llevando a cabo una idea similar de "carbono negativo" de cemento, con compuestos que contienen magnesio.

Valorando las dos anteriores alternativas; puede afirmarse que la principal ventaja de la receta del Instituto de Massachusetts es su simplicidad. En general, con la investigación del MIT se aumenta considerablemente la resistencia de los materiales de la estructura, sin la necesidad de utilizar nuevos aditivos. En principio, con esta idea tampoco se requiere de nuevas infraestructuras o de nuevos costos. **C**



REFERENCIA:

Concha A. (2014), "En Construcción Noticias: Nueva estructura atómica aumenta resistencia del hormigón" 29 May 2014. ArchDaily México, <http://www.archdaily.mx/mx/02-62927/en-construccion-noticias-nueva-estructura-atmica-aumenta-resistencia-del-hormigon>, Visita el 25 Nov. 2014.



INFRAESTRUCTURA

Puente Binacional en el Aeropuerto de Tijuana

E L PUENTE transfronterizo (Cross Border Xpress) que conectará a la ciudad de Tijuana con San Diego, quedó terminado. La estructura cuenta con 120 metros de largo y un peso de 420 toneladas, albergando un edificio tipo terminal de más de 6 mil 500 metros cuadrados.

La última sección del puente binacional para pasajeros que arriben al aeropuerto de Tijuana y tengan que cruzar la frontera como parte de su viaje, fue colocada en el lado de Tijuana en los primeros días de este mes de abril. El director del proyecto, Enrique Valle, informó que el grupo *Otay Tijuana Venture LLC* instaló la parte de la estructura metálica del Cross Border Xpress (CBX) por el que cruzarán exclusivamente los pasajeros del Aeropuerto Internacional de Tijuana "General Abelardo L. Rodríguez". En un comunicado de prensa, sostuvo que este paso permitirá a quienes deban cruzar la frontera, como parte de su viaje, minimizar los tiempos de espera en las garitas convencionales de San Ysidro y Otay Mesa.

La estructura estará revestida de cristal reflejante morado, y mide aproximadamente 120 metros de largo con cerca de 420 toneladas de peso, descansando sobre cuatro postes soporte de concreto armado de 5 metros de alto, detalló Valle. De acuerdo con el proyecto, el paso binacional incluirá un edificio tipo terminal de más de 6 mil 500 metros cuadrados, áreas de espera para pasajeros y visitantes, comercios diversos, servicio bilingüe al cliente, estacionamiento de corto y largo plazo, y transportación terrestre hacia los principales destinos del sur de California.

La construcción del puente inició en mayo del año 2014 después de un proceso de siete años de aprobaciones y permisos por parte de los gobiernos de México y de los Estados Unidos. Antes, en el mes de fe-

brero, se había colocado la primera parte de la estructura metálica. Valle comunicó que el CBX requirió una inversión de 120 millones de dólares y su desarrollo y operación integrado por un grupo privado de inversionistas mexicanos y estadounidenses; contando además con el financiamiento de Bancomext e Invex.

La estructura metálica del puente consta de seis secciones; en la que cada una de ellas pesa un promedio de 70 toneladas. La instalación de esta estructura se inició en México el pasado mes de febrero con la colocación de dos secciones, colocación que incluyó también el enlace con el recientemente remodelado Aeropuerto Internacional de Tijuana. Por su parte, el proceso en México duró diez horas e incluyó un equipo de más de 70 profesionales experimentados para completar con éxito la maniobra.

Entre el 27 de febrero y el 10 de marzo se instalaron en Estados Unidos dos secciones más; enlazándose con la parte superior de las instalaciones del "Cross Border Xpress" en San Diego, actualmente en construcción. Estas secciones se colocaron en aproximadamente 30 minutos, después de horas de preparación y cuidadosa calibración. El 2 de abril fue colocada la última sección de la estructura metálica del puente durante un proceso que se llevó a cabo en ocho horas.

Otay Tijuana Venture, el grupo de inversionistas estadounidenses y mexicanos encargados del proyecto, estiman que ambos lados estarán en operaciones para finales del año en curso. **C**

REFERENCIA:

Sánchez, M. J. L. (2015). "Avanza el puente binacional del aeropuerto de Tijuana; lado mexicano completado". Publicado en: SanDiegoRed.com <http://www.sandiegored.com/noticias/61171/Avanza-el-puente-binacional-del-aeropuerto-de-Tijuana-lado-mexicano-completado/>

Redacción (2015). "Concluye instalación de puente binacional. Publicado en: La jornada Baja California. <http://jornadabc.mx/tijuana/06-04-2015/concluye-instalacion-de-puente-binacional>

Redacción (2015). "Terminan puente transfronterizo en lado mexicano". Publicado en: El Financiero. <http://www.el-financiero.com.mx/empresas/terminan-puente-transfronterizo-en-lado-mexicano.html>





INDUSTRIA

Concreto autoconsolidable elaborado con agregados reciclados (Parte I)

EL CONCRETO autocompactante (CAC) es un concreto especial que fluye por su propio peso, tomando la forma de la cimbra y ocupando todos los espacios vacíos. Alcanza un alto grado de compactación, aun en presencia de una gran densidad de armado, sin necesidad de vibración y sin que se produzca segregación de los materiales componentes.

Los primeros desarrollos del CAC se iniciaron a mediados de la década de 1980, en la Universidad de Tokio (Japón) y bajo la dirección del profesor Okamura. Recién hacia fines de la década de 1990 surge con impulso en los Estados Unidos, con el nombre de *Self Consolidating Concrete*.

Para la elaboración de un CAC, se utilizan los mismos agregados que para un concreto convencional (CC), con la diferencia de que las partículas finas y el tipo de aditivo gobiernan las características de autocompactabilidad de la mezcla fresca. Para incrementar la resistencia a la segregación de un CAC y mantener la cohesión, se requiere una gran cantidad de finos, lo cual genera una mayor demanda de agua debido al aumento de la superficie específica de los agregados. Este efecto se compensa por el empleo de aditivos reductores de agua de última generación, sin los cuales no sería posible elaborar este tipo de concretos.

Los agregados reciclados no son más que aquellos que se obtienen de la trituración de concreto de desecho; cuya fracción gruesa de áridos triturados se ha demostrado que puede ser utilizada como reemplazo del agregado grueso natural en la producción de concreto. Numerosas investigaciones demuestran que el comportamiento mecánico no se modifica significativamente en concretos con un reemplazo de hasta 75% de agregado natural por reciclado. A pesar de presentar menor densidad y mayor absorción que los agregados naturales, es factible elaborar un concreto de buen desempeño mediante una correcta dosificación.

En el proceso de trituración de agregados, queda una fracción remanente fina, que puede ser incorporada en la elaboración de concreto, para reemplazar parte de los agregados finos naturales.

Algunos autores sostienen que hasta un 30% de reemplazo no se modifican sustancialmente las propiedades mecánicas del concreto reciclado, ni su durabilidad. Este efecto puede ser atribuido a una relación agua/cemento efectiva más baja del concreto reciclado respecto del convencional, y a que los agregados que provienen de la trituración de concreto presentan partículas con forma angular y textura rugosa, generando una mejor interfase en la zona de transición pasta-agregado, en relación con el agregado natural. Una de las diferencias más significativas entre el CC y el concreto elaborado con agregados reciclados es la presencia de dos tipos diferentes de interfaces: una zona de transición entre el antiguo mortero y el agregado natural, y otra entre el nuevo mortero y el agregado, que puede ser tanto reciclado como natural. El mecanismo de falla del concreto con agregado reciclado depende, ante una sollicitación mecánica, de la calidad de las dos zonas de interfase: la nueva y la vieja.

Se considera que en el CAC, independientemente de si el agregado es reciclado o natural, la microestructura de la pasta y de la zona de interfase es más densa y homogénea que en el CC, debido al uso de adiciones, eliminación de la vibración mecánica y disminución del volumen y el tamaño del agregado grueso. Cuanto más grande es el tamaño del agregado grueso, la zona de transición es menor; por lo tanto, la colaboración de la interfase en la resistencia es más débil. Algunos autores sostienen que el incremento de porosidad en la zona de interfase agregado-pasta de un CAC es menos pronunciada que en un CC. Incluso el volumen, la distribución y el diámetro crítico de los poros de un CAC son similares a los de un concreto de altas prestaciones.

En la segunda parte de este escrito se comentarán los resultados de un estudio desarrollado por docentes del Departamento de Ingeniería de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca en Argentina, en donde se reemplaza en un CAC el 50% del agregado grueso por agregado reciclado y el 20% del agregado fino por polvos de molienda, resultantes de la trituración del concreto. **C**

REFERENCIA:

Señas, L. y Priano, C.; "Hormigón autocompactante con agregados reciclados", publicado en *Revista Hormigonar*, Edición No. 34, Año No. 10, Diciembre 2014.