



**Eduardo de J. Vidaud Quintana**

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

Su correo electrónico es: [evidaud@mail.imcyc.com](mailto:evidaud@mail.imcyc.com)



## PUNTES CARRETEROS

# Puentes de concreto y luciérnagas

**INVESTIGADORES DE** la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) imitan el comportamiento probabilístico del cortejo de las luciérnagas. Según <http://es.wikipedia.org>: "*luciérnaga puede referirse a: Lampyridae, Lampyrus noctiluca, animal nocturno coleóptero que brilla en la oscuridad*", con el propósito de minimizar los costes de los puentes carreteros de concreto. El método desarrollado en esta institución, imita el comportamiento social de las luciérnagas, y con ello minimiza las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera; así como los costes de estas estructuras de concreto.

Los responsables de este hito son investigadores del Instituto de Ciencia y Tecnología del Hormigón de la Universitat Politècnica de València (Icitech-UPV), y el método se aplica a los puentes carreteros hechos de vigas de concreto (específicamente los de vigas de concreto pretensado, prefabricados con sección transversal en doble U). Se inicia el proceder con el diseño de la infraestructura, utilizando la simulación por ordenador del comportamiento social de las luciérnagas.

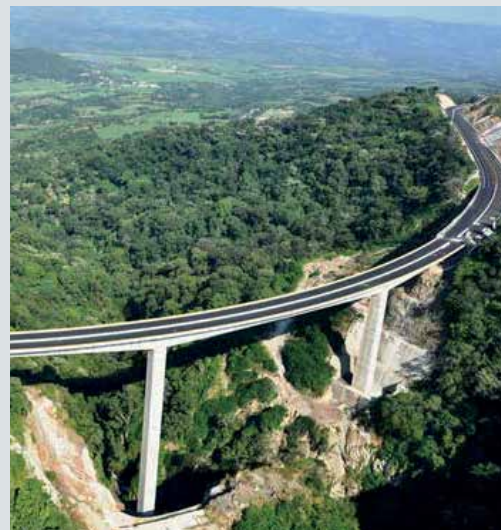
Las luciérnagas basan su comportamiento social en la luminosidad que emiten (provocada por la molécula luciferina). "Su característica más distintiva es el cortejo nocturno", explica en nota de prensa de la UPV, el investigador Víctor Yepes. Más adelante, el científico apunta que "(...) los machos patrullan en busca de pareja con un vuelo característico; mientras emiten secuencias de destellos de luz, propias de cada especie y a las que las hembras pueden responder con destellos específicos, dando lugar al apareamiento".

Yepes afirma que "(...) cada luciérnaga selecciona, utilizando un mecanismo probabilístico, un vecino que tiene un valor más alto de luciferina que el suyo propio, y se mueve hacia él. Trasladando este comportamiento al diseño de los puentes, se han conseguido ahorros que oscilan entre un 20% y un 50% con respecto al diseño de puentes reales". Sin mencionar, la reducción de cada euro en coste que significa un ahorro de hasta 1.75 kg en emisiones de CO<sub>2</sub>.

En el desarrollo de la nueva metodología, los investigadores han utilizado un algoritmo híbrido de optimización por enjambre de luciérnagas (glow worm swarm optimization, GSO por sus siglas en inglés), además del reconocido simulado (simulated annealing), denominado SAGSO.

"La estructura del puente se define a partir de 40 variables, que incluyen los tipos de materiales y las armaduras de la viga y la losa. El algoritmo considera cada puente como una luciérnaga, de forma que un puente de menor coste o emisiones, presenta un mayor valor de luciferina, es decir, resulta más prometedor en la búsqueda de mejores soluciones. Este principio permite optimizar al máximo su diseño", explica Yepes.

Para comprobar la eficacia de este método, estos investigadores lo aplicaron a la simulación de diseño de un puente real: el viaducto 1 del tramo Muro de Alcoy-Puerto de Albaida, del proyecto de construcción de la autovía del Mediterráneo. "El coste total del puente optimizado habría sido un 50% más barato, sin merma de calidad o seguridad", concluye. Se trata esta de una investigación enmarcada dentro del proyecto HORSOST, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad. **C**



### REFERENCIA:

Instituto de Ingeniería de España (2015), "Imitar a las luciérnagas reduce los costes de los puentes de hormigón", publicado en: *Tendencias de la Ingeniería*, <http://www.tendencias21.net/>.



## CONCRETO SUSTENTABLE

# Una mirada a los materiales de construcción

**M**INIMIZAR EL impacto ambiental es una de las preocupaciones latentes en la actualidad. La baja huella de carbono, el uso eficiente del recurso hídrico y la sostenibilidad del medio ambiente se convierten en un valor agregado dentro de los distintos mercados.

En este contexto, el Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales (IDIEM) de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile adoptó este enfoque para analizar los beneficios de los materiales de construcción a lo largo de su vida útil y no solo en su producción. Es así como nació el concepto de concreto sustentable, un producto eficiente y, a largo plazo, amigable con el ecosistema.

Decir que el concreto es sustentable puede sonar muy contradictorio, teniendo en cuenta que la industria del cemento (compuesto indispensable de este material) es responsable del 5 al 7% de todo el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que se genera en el mundo. Este tema ha tomado relevancia y se han buscado maneras de revertir esta situación, gracias a la responsabilidad medioambiental que se ha transformado en un factor relevante; tanto a nivel social como de mercado.

En este contexto, desde el 2002 el IDIEM se trazó el desafío de incorporar la construcción sustentable como un factor de desarrollo en su labor, haciéndose cargo de esta problemática y transformándola en valor agregado. Así nació el concepto de concreto sustentable, que es el mismo que se ha utilizado siempre, solo que visto desde otra arista. "Lo que nosotros estamos haciendo es observar la sustentabilidad de los materiales de construcción con un enfoque de ciclo de vida, es decir, no solo analizar su etapa de producción, sino su ciclo completo, de princi-

pio a fin. Con esta óptica te das cuenta de que algunos productos como el concreto -a largo plazo- sí son sustentables, incluso más que otros materiales que podrían considerarse ecológicos en una primera instancia; pero que al analizarlos en su vida útil pueden contaminar más", señala el subdirector del IDIEM, Sr. Eduardo Sanhueza.

El análisis de ciclo de vida (ACV) es una metodología de investigación y evaluación del impacto ambiental de un producto o servicio en sus etapas de fabricación, diseño, construcción, uso, mantenimiento, y fin de vida útil. Desde este punto de vista, el nivel de sustentabilidad

cambia ya que los parámetros son otros. "Nosotros contamos con una plataforma tecnológica llamada Declaración Ambiental de Productos en la Construcción (DAPCO), con la cual buscamos promover este enfoque en el sector de la construcción. Su análisis metodológico contempla, por ejemplo, la contabilidad ambiental con el que se identifica

y se mide el uso de los recursos, el impacto y sus costos", agrega.

El ACV ha sido avalado por el Instituto de Tecnología de Massachusetts de Estados Unidos, en que se realizó un estudio donde se analizó y comparó el ciclo de vida de 60 años de viviendas de concreto y de madera; en las ciudades de Chicago y Phoenix, expuestas a distintos climas. La investigación ofreció como resultado que a largo plazo, las emisiones totales de las casas de concreto son, un 5% en Chicago y un 8% en Phoenix, menores que en el sistema en base a madera. "A pesar de este estudio, las empresas no han tomado este dato en consideración porque no lo ven relevante y sus estrategias no están conectadas con ello. Nosotros, promoviendo este enfoque, les decimos que sí lo es, que la marca va a mejorar porque establece eficiencia, le ofrece valor agregado, entre otras características", señala Sanhueza. **C**



### REFERENCIA:

Universidad de Chile: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (2013), "Concreto sustentable: Una nueva mirada a los materiales de construcción", publicado en: Revista Beauchef Magazine, <http://ingenieria.uchile.cl/noticias/97524/>.



## BLOQUES DE CONCRETO

# Conchas de bivalvos en la fabricación de bloques de concreto

**E**STE REPORTE de investigación nos llega desde Santa Catarina, Brasil. Su propósito fundamental se ubica en transformar las conchas de las ostras y otros bivalvos en bloques<sup>(1)</sup> para la construcción. es entre todos los participantes del proyecto.

La idea de utilizarlos en la fabricación de bloques de concreto, aflora en el marco del proyecto "Bloco Verde" de la empresa "Blocaus Pré-Fabricados", contemplado por el Programa de Subvención e Innovación de Micro y Pequeñas Empresas de Santa Catarina (PAPPE).

Los principales investigadores comentan a continuación algunos detalles para este escrito; como es el caso de Bernadete Batista, ingeniera ambiental de Blocaus Pré-Fabricados y creadora del proyecto que afirma que "(...) la utilización de los residuos de la maricultura evita que sean depositados en cualquier terreno, lo cual genera serios problemas ambientales".

Se trata de un material que sustituye gran parte de la arena y del concreto utilizado para la producción de los bloques, volviéndolos más livianos y con mejores resultados acústicos. Por

su parte, Gilberto Montibeller Filho, coordinador de proyectos de la Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), analizó las contribuciones económicas del Bloco Verde, y garantiza en estas líneas que "el nuevo producto es más resistente y más barato para la construcción y pavimentado de las vías".

Batista explica además que los bloques pueden ser utilizados de varias formas, uno de los ejemplos fue la pavimentación de la calzada de la Avenida Beira-Mar Norte, en Florianópolis. La materia prima es obtenida de la producción de moluscos en San José, a través de un convenio entre Blocaus y la Fundação do Meio Ambiente del Municipio. La organización de la prefectura se encarga de recolectar los restos de la maricultura y los transporta hasta la empresa, donde son almacenados y pasan por un proceso de lavado y desalinización, antes de ser triturados.

El Bloco Verde está en el mercado desde marzo del año 2013 y fue reconocido internacionalmente. Batista afirma que la técnica para la producción de los bloques está siendo mejorada y que están siendo desarrollados nuevos productos. **C**



### REFERENCIA:

AQUAHoy: Portal de Información de Acuicultura (2014), "Conchas de bivalvos son usadas en bloques de concreto para la construcción", <http://www.aquahoy.com/noticias/moluscos/21773-conchas-de-bivalvos-son-usados-en-bloques-de-concreto-para-la-construccion>

<sup>(1)</sup> Los bivalvos son organismos de los que pueden encontrarse cerca de 13 mil especies, generalmente marinas. Presentan un caparazón con dos valvas laterales, generalmente simétricas, unidas por una bisagra y ligamentos. Dichas valvas se cierran por acción de uno o dos músculos aductores. Se les encuentra enterrados en fondos blandos (infauna), como habitantes fijos de superficies y estructuras rígidas o libres sobre los fondos epifauna. Algunas especies perforan el sustrato (roca o madera) y algunas más son comensales o parásitas.

Tomado y adaptado de:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Bivalvia>



## AGREGADOS LIVIANOS

# Rol y posibilidades de desarrollo del concreto como material sustentable

**C**HILE ES UN PAÍS en vías de desarrollo que ha logrado un exitoso desempeño económico en la última década. Este desarrollo, tal como ha sucedido en otros países, ha venido acompañado de fuertes impactos al medioambiente. En ambos sentidos, la industria de la construcción juega un importante rol. Se presentan en este escrito los resultados de una investigación en la que se usó ceniza volante para la producción de agregados livianos para la fabricación de concretos estructurales, propósito que logró culminarse con éxito.

Los resultados de este estudio permitieron comprobar la viabilidad técnica de fabricar este producto. El grado de sustentabilidad del material fue evaluado con una metodología desarrollada para generar un sello de certificación del desempeño ambiental de los materiales de construcción.

Con el objetivo de evaluar y optimizar mezclas para la fabricación de agregados livianos de cenizas volantes (ALCV) para su uso en la elaboración de concretos livianos estructurales, se investigaron tecnologías limpias, basándose en el uso de sistemas de aglomeración en frío. Las principales variables del estudio fueron los tipos y contenidos de conglomerantes y las condiciones de enlace en frío, evaluando su efecto sobre las propiedades físicas y mecánicas de los ALCV.

Las cenizas volantes utilizadas provienen del proceso de calcinación de carbón bituminoso o antracítico, correspondiendo a la Clase F, según requisitos ASTM (ASTM C618-93). El diseño de las mezclas para la fabricación de agregados consideró dosis de 3 %, 5 % y 7 % en peso de los siguientes conglomerantes: cal, cemento Portland y cemento Portland puzolánico, con 19% de puzolana natural. Del desarrollo de ALCV se concluyó que el proceso de fabricación de agregados artificiales bajo condiciones de endurecimiento en frío, es técnicamente factible y permite obtener un producto con claras ventajas para ser empleado como agregado liviano para concreto.

Además, de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a concretos, se pudo establecer que los ALCV permiten la obtención de concretos livianos estructurales, con beneficios técnicos y económicos. Por un lado la elaboración de agregados livianos de cenizas volantes permite minimizar los problemas de extracción y erosión de suelos ocasionados por la explotación de agregados naturales; ayudando a su vez al manejo y control de las cenizas volantes, las que constituyen un subproducto industrial. Por otro lado, el desarrollo de una tecnología que considera el mínimo consumo energético, responde a los criterios establecidos para las llamadas tecnologías limpias, las que tienen por objetivo minimizar los impactos ambientales asociados.

A su vez, la obtención de concretos livianos estructurales permite fomentar su uso generando beneficios como: ahorro de materiales, reducción del consumo energético y mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de las edificaciones.

El desarrollo de una herramienta para la evaluación de la sustentabilidad de los materiales de construcción ha permitido cuantificar el efecto de las mejoras introducidas en el concreto desde el punto de vista de su desempeño ambiental, durante el ciclo de vida del material. El uso de ésta permite certificar el grado de sustentabilidad de los materiales, y por tanto, fomentar el consumo de productos sustentables.

Es necesario fomentar la generación de bases de datos que cuantifiquen las emisiones totales de los procesos de producción y que relacionen su concentración con los efectos sobre la salud humana y el entorno natural. Finalmente, es preciso resaltar el urgente respaldo de políticas gubernamentales, que conlleven un compromiso a favor de iniciativas y decisiones tomadas sobre la base de la construcción sustentable. Aspecto que asociado al compromiso académico por buscar y entregar soluciones en la materia, permitirá abordar de manera efectiva y global el tema de la sustentabilidad. **C**

### REFERENCIA:

Martínez P. (2005), "Construcción sustentable. Rol y posibilidades de desarrollo del hormigón como material sustentable", publicado en: XV Jornadas Chilena del Hormigón.