

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

EN

CONCRETO

Diciembre 2014
Volumen 4
Número 9

WWW.REVISTACYT.COM.MX



\$50.00
ISSN 0187-7895
Una publicación del
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.

■ **PORTADA**
LA REFORMA ENERGÉTICA: UNA
APUESTA AL CAMBIO DE PARADIGMA

■ **QUIÉN Y DÓNDE**
LA ENERGÍA, PROTAGONISTA
EN LOS EDIFICIOS INTELIGENTES

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO



*"Un mundo de
soluciones
en concreto".*



TEMAS PRINCIPALES 2015

- Innovación y tendencias de la construcción
- Prefabricados
- Corredores industriales y concreto
- Infraestructura y estética urbana
- Edificación sustentable
- Estructuras de concreto
- Concreto lanzado
- Infraestructura
- Puentes
- Pavimentos de concreto
- Concretos especiales
- Energía y concreto

Suscripción nacional: por 12 ediciones

\$550.00 M.N.

Envío incluido.

Suscripción internacional:

\$120 USD por 12 ediciones

Envío incluido.

www.revistacyt.com.mx

CONTACTO:

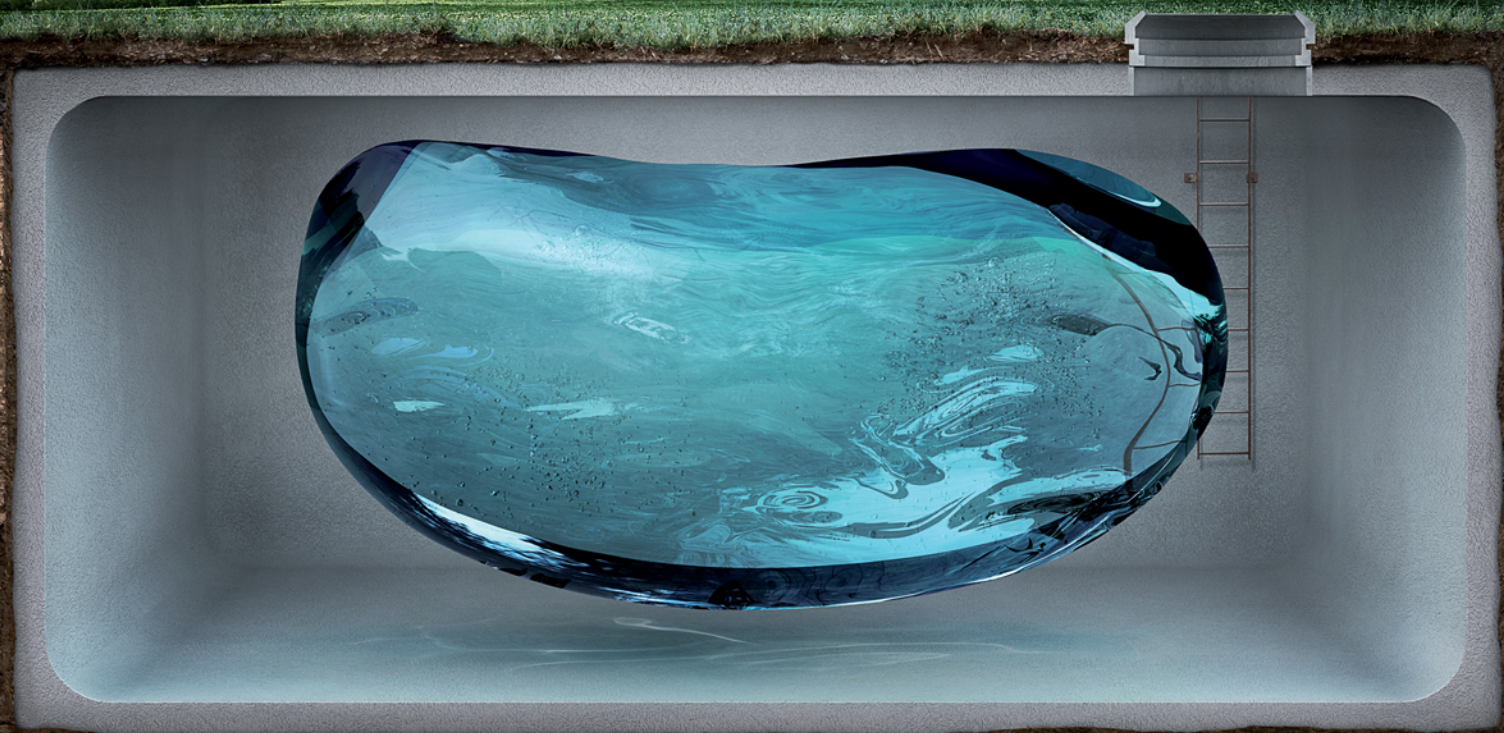
Michael López Villanueva
Tel.: 01 (55) 5322 5740 Ext. 210
mlopez@mail.imcyc.com



SOMOS MÁS DE LO QUE IMAGINAS



DESCUBRE NUESTROS TRATAMIENTOS PARA
SUPERFICIES QUE PROTEGEN Y ALARGAN LA
VIDA ÚTIL DE LAS SUPERFICIES AL AISLARLAS DEL
AGUA Y OTRAS SUSTANCIAS



TRATAMIENTOS
PARA SUPERFICIES

CONOCE NUESTRAS 7 LÍNEAS Y DESCUBRE TODO
LO QUE PUEDES HACER CON ELLAS



fester.com.mx
01 800 FESTER 7 (337837 7)

IMPERMEABILIZANTES

ADHESIVOS PARA
CONCRETO

AUXILIARES Y ADITIVOS
PARA CONCRETO

GROUTS Y
ANCLAJES

SELLADORES
Y RESANADORES

REPARADORES

La generación de energía como parte del desarrollo

M

ES CON MES, uno de nuestros principales objetivos es presentar en las páginas de *Construcción y Tecnología en Concreto* diversos temas que sirven para ejemplificar las tendencias, dirección y prospectos del sector. Para cerrar el año, consideramos de gran relevancia tratar en el ARTÍCULO

DE PORTADA uno de los proyectos de nación que mayor impacto tendrá en los próximos años: la Reforma Energética.

No podemos hablar de desarrollo de un país sin hacer mención de algunas de las características indispensables: planeación estratégica, cuidado de recursos naturales, infraestructura de acuerdo al crecimiento, movilidad y trasportación actualizada, sustentabilidad aplicada, educación, entre otros. Es por ello que la sección ESPECIAL destaca la importancia de la generación de energías alternativas, específicamente la eólica en el Estado de Oaxaca.

En AVANCE DE OBRA se recalca la trascendencia del manejo de aguas residuales y se expone una magna obra de la ingeniería nacional, la Planta de Tratamiento de Agua de Atotonilco. La generación de energía eléctrica va de la mano con la construcción de impactantes presas y en este caso mencionamos a una de las ganadoras del Premio Cemex 2014, la Central Hidráulica Palomino en República Dominicana.

Por otro lado, presentamos con gran orgullo los esfuerzos que CFE esta realizando mediante la promoción de terminales de gas en Manzanillo y resaltamos en INGENIERÍA las tendencias del aprovechamiento energético mediante los lineamientos planteados por la certificación LEED V4.

Como en cada número, la sección QUIÉN Y DÓNDE habla de importantes figuras por lo que en esta ocasión se entrevistó al ingeniero Alfonso Rivera López, actual presidente del Instituto Mexicano del Edificio Inteligente, A.C. (IMEI) para que nos comparta sus puntos de vista sobre los requerimientos y avances en la construcción de este tipo de infraestructura moderna y el uso de avances tecnológicos para lograr servicios más valiosos de los recursos energéticos.

Finalmente, no nos queda más que desearle a todos nuestros queridos lectores, que tengan unas felices fiestas y sobre todo, un venturoso 2015. **C**

¡Muchas felicidades!

Los editores

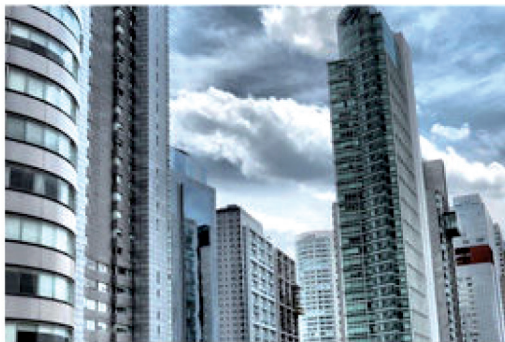


Centro de Actualización Profesional
e Innovación Tecnológica del CICM

ESPECIALIDADES

Un enfoque interdisciplinario
para profesionistas con visión

El CAPIT es una institución educativa de primer nivel creada por el Colegio de Ingenieros Civiles de México que ofrece cursos, diplomados, especialidades y certificación a los profesionales de carreras relacionadas con la planeación, construcción, operación y administración de proyectos de infraestructura.



Valuación de Inmuebles

REVOE SEP No. 2005369, 17 junio 2005, REGISTRO DGP 625728

Especialidad dirigida a ingenieros civiles, arquitectos, actuarios, economistas, contadores, administradores y todos aquellos profesionales interesados en la valuación de propiedades comerciales, industriales y habitacionales. El egresado será capaz de ejercer en el mercado inmobiliario.



Valuación de Negocios en Marcha

REVOE SEP No. 2005370, 17 junio 2005 Registro DGP 625753

El egresado conocerá los procesos y técnicas aceptadas para determinar el valor de las empresas para fines de administración y comercialización. La especialidad está dirigida a ingenieros civiles, arquitectos, contadores, economistas, administradores y todo aquel profesional interesado en la valuación industrial.



Administración de Proyectos de Infraestructura

REVOE SEP No. 2005371, 17 junio 2005, Registro DGP 625754

Especialidad diseñada para ingenieros civiles, arquitectos, administradores y todos los profesionales interesados en el conocimiento necesario para administrar procesos, manejar recursos humanos y ejercer el liderazgo en los proyectos de infraestructura.

Inscripciones abiertas-Cupo limitado

Inicio de clases febrero de 2015

Reconocimiento con validez oficial de estudios SEP

Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C.
Camino a Santa Teresa 187, Col. Parques del Pedregal 14010 Delegación Tlalpan, México D.F.
www.cicm.org.mx teléfono 56062323





ESPECIAL

40



ESTADOS

50

36

AVANCE DE OBRA



- 2 EDITORIAL
La generación de energía como parte del desarrollo
- 6 BUZÓN
- 8 NOTICIAS
 - Premio Obras Cemex reconoce lo mejor de la arquitectura y construcción en 16 países.
 - Elecciones del colegio de ingenieros civiles de León.
 - CFE planea construcción de más hidroeléctricas en Tabasco.
- 12 POSIBILIDADES DEL CONCRETO
 - **Calidad del concreto:**
Durabilidad y especificaciones de desempeño (Parte II).
 - **Generación de energía:**
Concreto para central termoeléctrica.
 - **Concreto inteligente:**
Auto-reparación y monitoreo del desempeño del concreto.
 - **Concreto y energía:**
Energía del sol en el concreto.

16



PORTADA:

LA REFORMA ENERGÉTICA

Una apuesta al cambio de paradigma



34

INTERNACIONAL



QUIÉN Y DÓNDE

54



- 22** INGENIERÍA
LEED V.4. De la colección de requisitos a un desempeño integral.
- 29** VOZ DEL EXPERTO
Concretos reciclados y eficiencia energética.
- 32** TECNOLOGÍA
Polímeros fibroreforzados. Una alternativa sostenible frente al ataque de la corrosión en el concreto armado.
- 36** AVANCE DE OBRA
Tratamiento residual para el futuro.
- 40** ESPECIAL
Parques eólicos. Con el viento a favor.
- 44** INTERNACIONAL
Central hidroeléctrica El Palomino.
- 50** ESTADOS
La terminal de gas natural licuado de Manzanillo. Un desafío para competitividad nacional.
- 54** QUIÉN Y DÓNDE
La energía, protagonista en los edificios inteligentes.
- 58** APPS - CONCRETO VIRTUAL - MI OBRA
- 59** PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES
Determinación de la expansión de barras de mortero de cemento sumergidas en agua.
- 64** PUNTO DE FUGA
Infiernillo energético.

✉ buzon@mail.imcyc.com

f /Cyt imcyc

t @Cement_concrete



Escanee el código para ver material exclusivo en nuestro portal.

Cómo usar el Código QR

La inclusión de software que lee Códigos QR en teléfonos móviles, ha permitido nuevos usos orientados al consumidor, que se manifiestan en comodidades como el dejar de tener que introducir datos de forma manual en los teléfonos. Las direcciones y los URLs se están volviendo cada vez más comunes en revistas y anuncios.

Algunas de las aplicaciones lectoras de estos códigos son *ScanLife Barcode* y *Lector QR*, entre otros. Lo invitamos a descargar alguna de éstas a su *smartphone* o *tablet* para darle seguimiento a nuestros artículos en nuestro portal.



INSTITUTO MEXICANO
DEL CEMENTO Y DEL
CONCRETO, A.C.

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Lic. Jorge L. Sánchez Laparade

Vicepresidentes

Lic. Juan Rodrigo Castro Luna

Ing. Daniel Méndez de la Peña

Lic. Pedro Carranza Andresen

Secretario

Lic. Roberto J. Sánchez Dávalos

INSTITUTO

Director General

M. en C. Daniel Dámazo Juárez

Gerencia Administrativa

Lic. Ignacio Osorio Santiago

Gerencia de Difusión
y Promoción

M. en A. Soledad Moliné Venanzi

Gerencia de Enseñanza

M en I. Donato Figueroa Gallo

Gerencia Técnica

Ing. Luis García Chowell

REVISTA

Editor

M. en A. Soledad Moliné Venanzi

smoline@mail.imcyc.com

Arte y Diseño

David Román Cerón

Inés López Martínez

Rodrigo Morales

Dante López

www.imagenyletra.com

Colaboradores

Juan Fernando González,

Isaura González Gottdiener,

Gregorio B. Mendoza,

Raquel Ochoa,

Antonieta Valtierra

Eduardo Vidaud

Fotografía

a&s photo/graphics y

Gregorio B. Mendoza

Comercialización

Lic. Renato Moysén

(55) 5322 5740 Ext. 216

rmoysen@mail.imcyc.com



Circulación Certificada por:
PricewaterhouseCoopers México.

PNMI-Registro ante el Padrón Nacional
de Medios Impresos, Segob.



Comentarios

"Quiero iniciar mi comentario con una felicitación para todos lo que hacen posible la revista, yo la recibo mes a mes y me agrada mucho todo su contenido. Espero que el 2015 sea de más éxitos para ustedes".

Ing. Santiago Cisneros.

"La revista cumple y -sobre todo- ha cumplido una función antes de la era digital. Ingenieros de mi generación tenemos en nuestros librerías ejemplares de Construcción y Tecnología en Concreto, por aquello de aprender y/o coleccionar".

Ing. Adolfo Carrillo Z.

"En la revista C y T siempre se encuentran artículos de interés. Particularmente me interesan los artículos sobre nuevos proyectos y construcciones, sus artículos se caracterizan por su originalidad y descubren puntos de vista novedosos".

Ma. de la Luz Oropeza R.

"Normalmente me siento satisfecho con la información brindada, expresada en forma simple y concisa. ¡Feliz año nuevo!".

Ignacio de la Llave.

"Mil felicitaciones por el gran trabajo realizado durante todos estos años y por todas sus atenciones para el gremio de la construcción. Envío un cordial saludo".

Ing. Raúl Álvarez Ramírez.

RESPUESTA:

Agradecemos a todos ustedes sus amables palabras que sirven de motivación y aliento para seguir creando una revista de actualidad, calidad y que ofrezca a todos nuestros lectores información de interés y novedad.

Recibimos sus comentarios a este correo: buzon@mail.imcyc.com.

IMCYC ES MIEMBRO DE:

ANEIC	Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería	Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda	Fédération Internationale de la Precontrainte	Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C.
American Concrete Institute	Asociación Nacional de Laboratorios Independientes al Servicio de la Construcción, A.C.	CEMEX	Federación Interamericana del Cemento	Precast/Prestressed Concrete Institute
American Concrete Institute Sección Centro y Sur de México	Asociación Nacional de Compañías de Supervisión, A.C.	Colegio de Ingenieros Civiles de México	Formación e Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México, A.C.	Post-Tensioning Institute
American Concrete Institute Sección Noroeste de México A.C.	Asociación Nacional de Industriales del Presfuerzo y la Prefabricación	Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción	Grupo Cementos de Chihuahua	Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C.
American Concrete Pavement Association	Asociación Nacional de Industriales de Vigüeta Pretensada, A.C.	Comisión Nacional del Agua	Holcim HOLCIM	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Asociación Mexicana de Concreteros Independientes, A.C.	Asociación Nacional de Industriales de Vigüeta Pretensada, A.C.	Comisión Nacional de Vivienda	Instituto Mexicano del Edificio Inteligente, A.C.	Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica
Asociación Mexicana de la Industria del Concreto Premezclado, A.C.	Asociación de Fabricantes de Tubos de Concreto, A.C.	Corporación Moctezuma	Instituto Tecnológico de la Construcción	Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica
Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres, A.C.	Cámara Nacional del Cemento	Federación Mexicana de Colegios de Ingenieros Civiles, A.C.	LAFARGE	
		Fundación de la Industria de la Construcción		

Construcción y Tecnología en Concreto. Volumen 4, Número 9, Diciembre 2014, es una publicación mensual editada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., ubicado en Insurgentes Sur 1846, Col. Florida, Delegación Álvaro Obregón, C.P. 01030, tel. 5322 5740, www.imcyc.com, correo electrónico para comentarios y/o suscripciones: smoline@mail.imcyc.com. Editor responsable: M. en A. Soledad Moliné Venanzi. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2010-040710394800-102, ISSN: 0187 - 7895, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido No. 15230 ante la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Distribuidor: Correos de México PP09-1855. Impreso por: Prerensa Digital, S.A. de C.V., Caravaggio 30, Col. Mixcoac, México, D.F. Tel.: 5611 9653. Este número se terminó de imprimir el día 30 de noviembre de 2014, con un tiraje de 10,000 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (IMCYC).

Precio del ejemplar \$50.00 MN.

Suscripción anual para la República Mexicana \$550.00 M.N. y para extranjero \$120.00 USD (incluye gastos de envío).

ESTA REVISTA SE IMPRIME EN PAPEL SUSTENTABLE





Premio Obras Cemex reconoce lo mejor de la arquitectura y construcción en 16 países

CEMEX, S.A.B. DE C.V. ANUNCIÓ a los ganadores de la Edición XXIII del PREMIO OBRAS CEMEX, que reconoce a las edificaciones que destacan por sus soluciones constructivas, conceptuales, técnicas y estéticas. En esta ocasión, se contó con la inscripción de 500 edificaciones nacionales y 214 internacionales.

El Jurado que evaluó todas las obras estuvo integrado por 17 especialistas originarios de seis diferentes países. Las obras ganadoras del certamen fueron seleccionadas por las nuevas soluciones conceptuales, técnicas, y estéticas aplicadas en su diseño, construcción o su uso.

Ganadores Internacionales por Categoría:

Habitacional: *Casa CR. Bogotá, Colombia*, Institucional- Industrial: *Museo Jumex, México, D.F.*, Infraestructura y Urbanismo: *Cinta Costera III, Panamá, Panamá*.

Ganadores Internacionales de Premios Especiales:

Edificación sustentable: *Sport City Oaxaca, Oaxaca*. Congruencia en accesibilidad: *Escuela Superior Bernardino Cordero Bernard, Ponce, Puerto Rico*.

Ganadores de México por categoría:

Residencia Unifamiliar: *Casa Narigua, Santa Catarina, N.L.*, *Casa P, Huixquilucan, Estado de México*. Vivienda de Interés Social: *Balcones de Ecatepec, Ecatepec, Estado de México*, *Suelo + Autoproducción de Vivienda, Ameca, Jalisco*.

Conjunto Habitacional Niveles Medio y Alto: *Tres Picos 97, México, D.F.* Edificación Educativa y Cultural: *Museo Jumex, México, D.F.* Servicios y Asistencia Pública: *Centro Comunitario Parque Sombrerete, Querétaro, Querétaro*. Comercial y Usos Mixtos: *Hotel B"O, San Cristóbal de las Casas, Chiapas*. Desarrollo de Obra Industrial: *Sala Automatizada de Producción Subterránea SAPS, Atizapán de Zaragoza, Estado de México*. Urbanismo: *Recuperación de Barranca, Atizapán de Zaragoza, Estado de México*. Infraestructura: *Puente San Marcos, Xicotepac, Puebla*.



Ganadores de México de Premios Especiales:

Edificación Sustentable: *Sport City Oaxaca, Oaxaca*. Congruencia en accesibilidad: *Corporativo Chufani, Querétaro, Querétaro*. Impacto Social: *Edificio del CRI, Mexicali, Baja California*. Innovación en Procesos y Técnicas Constructivas: *Sistema Modular en Concreto para Pisos Permeables, San Pedro Garza García, Nuevo León*. **C**



Elecciones del colegio de ingenieros civiles de León

SE LLEVARON a cabo las elecciones del Colegio de Ingenieros Civiles de León Guanajuato, el pasado martes 11 de noviembre en el hotel Hotsson, donde resultó ganadora la planilla "porque todos somos uno" quedando como presidente el Ing. Gonzalo Chávez Azuela. **C**



✓ CFE planea construcción de más hidroeléctricas en Tabasco

ANTE LA NECESIDAD de contar con grandes mecanismos de almacenamiento para generar energía, se construirán más centrales hidroeléctricas, entre ellas Chicoasén II que se ubicará en el Sistema Hidroeléctrico del Alto Grijalva, en el sureste del país, anunció el director general de Comisión Federal de Electricidad (CFE), Enrique Ochoa Reza.

Insistió en que una opción viable es la construcción de más centrales de generación hidroeléctrica, por lo que se está licitando una presa de 240 megawatts, ubicada en Chiapas que se llama Chicoasén II. **C**



Cemex alista un spin-off de energéticos

CEMENTOS MEXICANOS, la tercera cementera más grande del mundo, se encuentra en el dise-

ño de una nueva división de negocio con el que pueda participar en proyectos de generación de energía eléctrica y bajo el amparo de la reforma energética recién aprobada en el país, confirmó Fernando González, director de la compañía.

Cemex mantiene interés en participar en cinco a siete centrales de generación de energía a partir del gas natural y el viento, en los cuales participará con capital y en su caso, el diseño de los proyectos, mientras que sus socios serán los encargados de la operación de dichos complejos.

Los proyectos serán similares a los que surten de energía eléctrica a la cementera, uno de tipo eólico ubicado en Oaxaca y el otro en Nuevo León, también con el viento como principal insumo. **C**



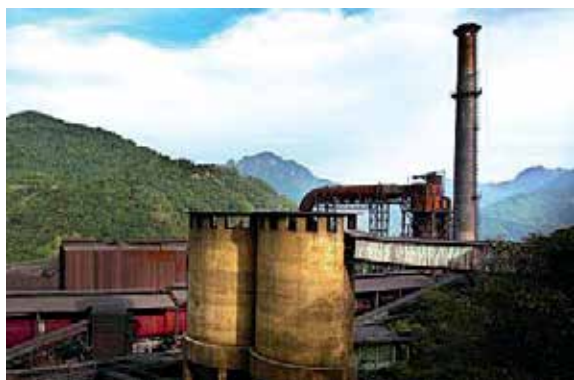


Autlán alista proyectos eólicos para vender electricidad a terceros

MINERA AUTLÁN tiene un agresivo plan para fortalecerse en el negocio energético. La firma mexicana planea construir dos parques eólicos para vender electricidad a terceros, así como poner en marcha dos proyectos hidroeléctricos para consumo propio.

Estas dos hidroeléctricas se sumarán a su central de Atexcaco, Puebla, en la cual tiene un plan de inversión de 110 millones de dólares para los próximos cinco años, dijo José Antonio Rivero Larrea, presidente de la compañía.

En entrevista con *El Financiero*, explicó que las hidroeléctricas servirán para atender las necesidades de su operación minera en la extracción de manganeso, necesario para la industria siderúrgica, y las eólicas serán para vender electricidad a terceros. **C**



ICA construirá Centro de Aguas Profundas para el I.M.P.



LA EMPRESA constructora ICA anunció que ganó un contrato por mil 89 millones de pesos con el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) para la ingeniería, procuración y construcción (IPC) de un Centro de Tecnología de Aguas Profundas, en Veracruz.

El contrato fue asignado a través de una licitación internacional e incluye la ingeniería, preparación del terreno y trabajos de urbanización, la procuración y construcción de cinco laboratorios y otros edificios, servicios auxiliares, un hidro-circuito de alta presión, instalación del equipo y área de entrenamiento. **C**

1^{er} lugar UNAM
(Equipo 1).



3^{er} lugar:
Universidad de Arkansas: Matthew Watters, Braden Davidson, Brendan Oman.

El objetivo del dispositivo de protección del huevo es diseñar y construir la armadura resistente alto-impacto-carga o de concreto armado y aprender acerca de los beneficios sustentables de concretos relacionados con la durabilidad.

1^{er} lugar:
Universidad Nacional Autónoma de México (Equipo 1): Jesús Alberto Martínez Sánchez, Julio Cesar Cruz Silva, José Luis Cruz Silva, Rigoberto Marcos Candelario.

2^o lugar:
Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco: Juan Carlos Trejo Juárez, Leiding Guadalupe García Gutiérrez, Samuel Rodríguez Cosme, Brenda Gabriela Ortiz Casas.

3^{er} lugar:
Universidad Nacional Autónoma de México (Equipo 2): Hugo Adrián Martínez Nayer, Saúl Hernández Ramos, Juan Carlos Mejía Suarez, José Ramón Pérez Castro Guillen, Alfonso Sebastián Terán Hernández. **C**

México gran ganador en ACI

EL INSTITUTO AMERICANO del Concreto (ACI) anunció los ganadores de su Concurso 2014: Trabajabilidad en mortero, y de la competencia de dispositivos de protección. Las competencias se llevaron a cabo en el ACI Fall 2014 Convención en Washington D.C., EE.UU.

El objetivo de la competencia de trabajabilidad era crear una mezcla de mortero con fluidez y estabilidad óptima. Los estudiantes vertieron sus mezclas en un molde hecho en la forma de las letras ACI desde la parte superior de la letra "a". Se evaluaron tanto la fluidez y la mezcla de estabilidad. Los equipos tuvieron que prestar especial atención a los requerimientos de materiales especificados sólo como productores de concreto deben cumplir requisitos de las especificaciones y los proyectos sobre una base diaria.

Ganadores:

1^{er} lugar:

Universidad del Estado de Texas: Brian Ledsinger, Alex Butkhart, Amy Ramos, Cole Pilgrim.

2^o lugar:

Universidad Autónoma de Nuevo León: Francisco Saúl Cardona-Rivera, Paola Guzmán-Reyes, Gustavo Martínez-Arizmendi, Ramiro Morales-Reyes, Oscar J. Zamarrón-Ramos.



2^o lugar UAMA.



3^{er} lugar UNAM (Equipo 2).



Eduardo de J. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

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



CALIDAD DEL CONCRETO

Durabilidad y especificaciones de desempeño (Parte II).

S I BIEN LAS especificaciones prescriptivas siguen siendo punto de mira a nivel mundial, son varios los ejemplos de uso de criterios de desempeño que también se han adoptado con éxito; para lograr estructuras de elevada calidad con mayor resistencia y durabilidad.

La EN206-1 (2000) permite el uso de criterios de desempeño para el diseño de concreto; los que deben ser establecidos entre el especificador y el productor. De acuerdo a Day (2005) y Bickley *et al.* (2006), las normas australianas (AS 1379) permiten requerimientos de desempeño en los concretos especiales. El productor puede elegir entre una especificación de desempeño o una prescriptiva.

En 2005, Day se refirió a la utilización de un sistema de control por parte de los productores de concreto en las torres Petronas, que permitió la producción de un concreto de 80 MPa con un coeficiente de variación de sólo el 3%. Según este especialista, las especificaciones de desempeño proporcionan una situación ventajosa para todos los involucrados en el proceso. En primer lugar el propietario consigue un producto rentable y seguro (concreto), pudiendo también obtener información adicional sobre éste; en términos de generación de calor, contracción y otras características (lo que es posible porque el productor ha estandarizado las mezclas). En segundo lugar el productor puede innovar al seleccionar los materiales; pues la especificación no establece límites en ese aspecto. Por otra parte, al aumentar la experiencia del especificador, éste puede ser capaz de llegar a valores óptimos, tanto de resistencia, como de durabilidad.

Bickley *et al.* señalaron en el año 2006 que las normas canadienses (CSA A23.1) utilizan también requisitos de desempeño, además de las prescripciones normativas de rutina. También afirmaron que están disponibles en la

actualidad una serie de métodos de ensayos normalizados para su uso en especificaciones de desempeño, entre los que destacan: el ensayo de permeabilidad rápida a los cloruros (ASTM C1202), el ensayo de capacidad de absorción (ASTM C1585) y la prueba de migración rápida (AASHTO TP64). Todas las pruebas referidas anteriormente, son muy utilizadas en Canadá y Australia, y se pueden llevar a cabo en especímenes o núcleos extraídos directamente en la estructura real.

Tres ensayos de índices de durabilidad (DI por sus siglas en inglés) fueron desarrollados en Sudáfrica para caracterizar la durabilidad potencial del concreto, de acuerdo con los mecanismos de transporte de permeabilidad al oxígeno por "permeación"; estos son la capacidad de absorción de agua por absorción, y la conductividad de cloruros por difusión. En general, se trata de ensayos sencillos y prácticos, que pueden ser aplicados a muestras de laboratorio o en estructuras. Las muestras son generalmente discos de 70 mm de diámetro y 30 mm de espesor, extraídos de la superficie de la estructura de concreto.

El empleo de las especificaciones de desempeño en Sudáfrica tiene que ser seguido con gran interés. Las condiciones climáticas de exposición en África del Sur, se asemejan a las de la India, y la industria del concreto no ha asumido suficientemente los necesarios cambios en este orden; como sí los ha asumido el país asiático, con una extensa experiencia adquirida utilizando el enfoque del DI. En la actualidad, en Sudáfrica están siendo renovados los códigos para estar más a tono con el desarrollo internacional. Esto les dará una oportunidad para incorporar lecciones útiles aprendidas con enfoque DI. Puede afirmarse que la industria india de concreto tiene un modelo bien definido a seguir, con tendencia hacia el desarrollo de las especificaciones de desempeño. **C**



REFERENCIAS:

Santhanam M., "Durabilidad y especificaciones de desempeño", <http://www.masterbuilder.co.in/durability-and-performance-specifications/>



GENERACIÓN DE ENERGÍA

Concreto para central termoeléctrica

E **N MARZO DE 2008** se puso en marcha la primera turbina de una central termoeléctrica ubicada en la ciudad de Campana en Argentina. Se trata de una planta que comenzó en el año 2009, a generar para el sistema eléctrico nacional, cerca de 823 Mw.

Está compuesta de dos turbinas de gas y una de vapor, tecnología denominada de ciclo combinado, dado que la turbina adicional aprovecha los vapores que generan las de gas. Además, cumple con los requisitos de cuidado del medio ambiente con producción de energía limpia y sustentable. Si bien se utilizará gas natural como principal carburante, la usina también puede funcionar con gasoil como alternativa ante problemas con el abastecimiento del primero.

La planta cuenta con dos turbogeneradores, equipados con chimenea bypass para poder anticipar el ingreso de generación a ciclo simple, dos calderas recuperadoras del calor contenido en los gases de escape de las turbinas a gas, un conjunto turbogenerador accionado por vapor de agua proveniente de las calderas, una planta desmineralizadora de agua, una torre de enfriamiento tipo híbrido húmeda/seca con abatimiento de la pluma de vapor, un sistema de neutralización y tratamiento de efluentes y un sistema de suministro de gasoil conformado por una estación de descarga de camiones, una planta de almacenaje compuesta por tres tanques de 7500 m³ de capacidad cada uno y una planta de tratamiento.

Para posibilitar la llegada de gas a la planta se construyó un gasoducto de 24 pulgadas de diámetro y 17 km de extensión que demandó más de 15 millones de dólares. El agua de refrigeración contará con un sistema de captación de agua subterránea y el sistema principal consistirá en un acueducto con cerca de 8 km y una toma de agua en el río Paraná; aunque para emergencias se utilizarán otros acuíferos de la zona.

Los concretos utilizados en el inicio de la obra, fueron en su mayoría estructurales y de calidad H30, con contenidos unitarios de cemento mínimos de 350 kg/m³. El cemento utilizado es CPF40; así el resto de los insumos para las distintas mezclas

fueron agregados naturales extraídos del río Paraná (arenas especiales con MF de 2.2), agregados de trituración de la zona (arenas de trituración con MF de 3.7, piedras graníticas con TM de 12 mm, 20 mm y 30 mm), y aditivo plastificante de medio rango. Para cada una de las mezclas varían las proporciones de los distintos insumos. La modalidad de trabajo es tal que a la obra el material llega con el revenimiento pedido y los ajustes se realizan con superfluidificante a pie de obra.

Las estructuras coladas fueron diversas: pilotes, cabezales, bases, plateas, columnas, vigas y losas; todas de diferentes dimensiones. De acuerdo a los controles de calidad del producto final se obtuvieron medias móviles de 30 valores de resistencias a la compresión a los 28 días superiores a los 38 MPa, con desviaciones estándar menores a 3 MPa.

Las entregas del concreto se realizaron en forma continua y simultánea a dos bombas ubicadas en la zona de descarga, con una tercera dispuesta en espera dentro de la misma obra. Se utilizaron más de 25 camiones para lograr el propósito y se alcanzaron producciones que superaron los 100 m³/hora. Trabajar con temperaturas controladas implicó que fuera necesario agregar hielo en todos los viajes en reemplazo del agua de mezclado y en distintas cantidades para alcanzar las temperaturas especificadas para el concreto.

En pavimentos también se utilizaron concretos de la misma calidad para los más de 10 mil m³ ejecutados al inicio de la construcción. Los insumos utilizados esta vez fueron los mismos que los anteriormente descritos con la correspondiente adecuación a los parámetros de estado fresco y endurecido solicitados. En este caso también las medias móviles de 30 valores de resistencias a la compresión a los 28 días fueron superiores a los 38 MPa y las desviaciones estándar también fueron menores a los 3 MPa. La resistencia a flexión fue del orden del 14% del valor correspondiente a la resistencia a la compresión.

Se entregaron además, concretos de otras calidades en menor escala, como concretos pobres de calidad H8, de calidad H17 y H21, así como concretos especificados con contenidos mínimos de cemento de 380 kg/m³. **C**

REFERENCIAS:

Perrone F., "Hormigón que da energía", publicado en *Revista Hormigonar*, Edición No. 14, Año No. 5, Abril 2008.



CONCRETO INTELIGENTE

Auto-reparación y monitoreo del desempeño del concreto

EN LAS CERCANÍAS del laboratorio de Rishi Gupta, en la Universidad de Victoria, puede notarse la presencia de un banco de concreto de 4 metros, sobre el que la mayoría de las personas caminan sin apenas prestarle atención. Con seguridad desconocen que esta losa está equipada con más de 20 sensores, que Gupta y sus estudiantes del Programa de Ingeniería Civil, en el Departamento de Ingeniería Mecánica, utilizan para monitorear la salud y durabilidad del concreto.

Esta muestra de concreto es un ejemplo de lo que hoy se conoce como "concreto inteligente", el que puede evidenciar determinadas advertencias cuando comienza a deteriorarse, de la misma manera, que puede sanar por sí mismo en determinados momentos. Afirmó Gupta a un colega que *"no es un pedazo de concreto cualquiera, hay mucha tecnología en él"*.

Puede afirmarse que el concreto es el material de construcción más utilizado en el mundo y que no son pocas las innovaciones en este material por parte de la industria de la construcción en Canadá. En este ámbito puede mencionarse la tecnología para el estudio térmico y de humedad, desarrollado por Tariku (Director del Centro de Excelencia de Ciencia de la Construcción) en muros de concreto.

Por su parte, la Asociación de la Construcción de la Columbia Británica afirma que son empleadas 190 mil personas en la industria de la construcción de la provincia; de la misma manera en que asegura que el valor de los proyectos actuales de construcción asciende a los \$83.6 billones. McLachlan, presidente de la asociación, considera asimismo, que las políticas del gobierno contribuyen a la sustentabilidad y conducen a la industria de la construcción de la Columbia Británica a la vanguardia en la innovación.

Por su parte, Banthia (Profesor de Ingeniería Civil en la Columbia Británica) expresó que el uso del concreto inteligente contribuiría al ahorro de aproximadamente 125 billones de dólares, que hoy se necesitan para acciones de mantenimiento en infraestructuras de puentes, carreteras y estacionamientos en Canadá. Este especialista prevé que llegue el momento en que los puentes y edificios

puedan repararse por sí mismos; hecho que también ha de tener implicaciones en otras estructuras. Considera que es posible el monitoreo de la salud de la estructura de concreto utilizando sensores de fibra óptica integrados a esta. Hoy se utiliza esta tecnología en un puente cerca de la ciudad canadiense de Duncan; aunque Banthia afirma que es una tecnología altamente costosa.

El concreto inteligente diseñado por Banthia y soportado en la nano-tecnología, utiliza una computadora, los sensores monitorean el puente, emitiendo señales de alerta si se excediera el límite de carga permisible o si la estructura se acercara al colapso. En este caso afirma el especialista que: *"los sensores nos permitirían actuar conjuntamente con la estructura y así tomar las necesarias medidas correctoras ante fenómenos como por ejemplo la corrosión"*. En estos casos con una intervención a tiempo podrían reducirse considerablemente los costos de estas acciones.

Los sensores son capaces de detectar el agrietamiento y pueden advertir también determinados cambios en las características físicas del material, deterioros o pérdida de resistencia. Con estos indicios, los especialistas tendrán tiempo suficiente para proyectar las acciones correctivas, sin poner en peligro la integridad estructural.

Por otra parte, el equipo de Gupta trabaja ya en la tecnología para que el concreto sane por sí mismo en caso de agrietamiento. Han desarrollado un método innovador que cuantifica la habilidad del concreto de sanar. En este caso se usan aditivos químicos, que reaccionan con el medio, desarrollando cristales microscópicos que pueden bloquear las oquedades en el material. Este material puede ser usado en edificaciones de vivienda o de oficina, estacionamientos y diques. Banthia también se refirió al uso de una tecnología similar para combatir el crecimiento de bacterias y el desarrollo de la corrosión.

Son tecnologías que más que ser innovadoras, se constituyen en una posibilidad real; pese a que puedan resultar costosas. Su mayor significación se ubica en sus múltiples beneficios y evidente transformación de la realidad. **C**

REFERENCIAS:

Morris, J., "Researchers focus on Smart Materials", publicado en: "The Vancouver Sun", Junio del 2014. <http://www.vancouver.sun.com/Researchers+focus+smart+materials/9978235/story.html#ixzz3EHTX7RAS>



CONCRETO Y ENERGÍA

Energía del sol en el concreto

FRENTE AL INEVITABLE declive en las reservas de combustibles fósiles y la demanda de energías alternativas que sustituyan a las no renovables, investigadores de la Universidad de la Salle aseguran que las ciudades del mundo son una verdadera "mina de oro inexplorada" en materia energética.

Ernesto Campo Ruiz es investigador especialista en materiales avanzados de la UNAM y maestro de posgrado de la Universidad de la Salle en León, donde trabaja en el proyecto "Energy-Concrete", que busca cosechar energía calorífica del sol en los materiales de concreto, para transformarlos en electricidad. *"Básicamente el objetivo de la investigación es cosechar en calor el espectro infrarrojo, ultravioleta, la temperatura de la atmósfera y almacenarla en las masas térmicas del material de cualquier elemento de concreto. Por medio de unos semiconductores hacemos una transferencia de calor y la almacenamos en unos capacitores que convierte el calor en electricidad"*, añadió.

El proyecto nació hace tres años a partir de la experiencia práctica en construcciones y obra que el maestro Campo acumuló a lo largo de su vida laboral y de la mano de Juan Hernández Medina, investigador adjunto. Así surgió la idea que promete crear una fuente de energía alternativa para el grueso de la población.

"Los dispositivos catalizadores se implantan en la parte inferior de bloques de concreto y los cosechadores de energía realizan la transformación de calor a electricidad. El concreto, por su naturaleza porosa, tiene la capacidad de almacenar energía en grandes cantidades, y si se tiene en cuenta que los materiales más usados a nivel mundial para las construcciones son el acero y el concreto, hablamos de una tremenda oportunidad para aprovechar el recurso. Estos materiales nunca han sido usados por el hombre como fuente de energía, entonces la ciudad en sí es una mina de oro inexplorada porque todos los materiales, al no tener el transformador de energía que se almacena en ellos, disipan su energía en el ambiente y se pierde", dijo el catedrático.

En cuanto a los alcances en la producción energética, los investigadores aseguran que el

proyecto, aplicado a gran escala, es capaz de crear la iluminación total de una ciudad entera. *"Con tres metros cuadrados de concreto podemos echar a andar una luminaria urbana durante 24 horas, estamos tratando de desarrollar el proyecto a la par con la administración de la Comisión de Obra Pública para que las carreteras, paradas de autobuses, o para que las ciudades completas puedan generar su propia iluminación permanentemente"*.

Una de las ventajas es que la energía que se obtiene a partir del proyecto se genera en el mismo lugar de recepción, por lo que no se necesita transportar la electricidad, y no se generan pérdidas en el transporte y distribución energética. "Nuestra intención es construir edificaciones que no tengan que ser suministradas por una red, sino que la misma edificación sea autónoma y produzca su propia electricidad", señaló el líder del proyecto.

Hernández está consciente del gran impacto que esta fuente de energía tendría en la sociedad en aspectos económicos y políticos; sin embargo, asegura que la intención del proyecto es de carácter social. *"Lo que queremos lograr es que la gente se empiece a apropiarse de esta tecnología y esté al alcance de cualquier persona; la meta es lograr rangos de costos más bajos que las propias fotoceldas solares"*, confesó.

Los creadores del proyecto aseguran que las empresas privadas también podrían ahorrar en el gasto del consumo energético. *"Con la nueva legislación energética, todo lo que las personas generen de electricidad como particulares se puede regresar a la Comisión y esto a la larga beneficiaría a las personas en el pago de sus servicios; si en una empresa se paga de 15 a 20 mil pesos, podrían reducir el gasto a siete u ocho mil pesos"*.

El simple uso de los catalizadores de energía ayudaría a disminuir el fenómeno de "Isla de calor" de las grandes ciudades. *"Durante la experimentación empezamos a descubrir muchas cosas, en un área de medio metro cuadrado nos pudimos dar cuenta que la energía que se regresa al medio ambiente disminuye en 2.37° C; ahora, si llevamos esto a áreas mucho más grandes, se lleva a cabo una reducción de temperatura considerable, creando ciudades más confortables"*, finalizó. **C**

REFERENCIAS:

Espinosa, L. A. J., "Convierten concreto en energía eléctrica", publicado en periódico: "AM", Septiembre del 2014. <http://www.am.com.mx/leon/local/convierten-concreto-en-energia-electrica-147062.html>





LA REFORMA
ENERGÉTICA:

Una apuesta al cambio de paradigma

LA TENDENCIA HACIA la transformación energética mundial se ha vuelto esencial en el paradigma del nuevo modelo de desarrollo sustentable de las naciones.



Raquel Ochoa Martínez

www.facebook.com/Cytimcyc

[@Cement_concrete](https://twitter.com/Cement_concrete)

Fotografías cortesía PEMEX



La batalla en la escena mundial, por crear sistemas energéticos que respondan al suministro seguro y accesible para empresas y consumidores finales, al mismo tiempo que garanticen el cuidado responsable del medio ambiente, avanza sin pausas pero con prisa. Cada nación ha instrumentado diversas estrategias de negocio para asegurar la producción y suministro energético de manera eficiente y limpia.

La reforma energética en México es descendiente directa de la ofensiva por potencializar al sector energético mundial. El proceso de ruptura con la parálisis energética ha sido difícil, las autoridades responsables del sector han instrumentado medidas estructurales de dimensiones históricas. La apuesta es clara: una refor-

ma energética que coloque a México en la ola del nuevo paradigma mundial para alcanzar la competitividad de manera sustentable.

En este contexto, el objetivo central es que la reconversión energética impulse el desarrollo de todas las fuentes de energía y, en consecuencia, alcance un efecto multiplicador sobre la cadena de valor de las diferentes actividades productivas que se derivan de la actividad energética.

La revista *Construcción y Tecnología en Concreto*, valorando la dimensión histórica que tendrá la reforma energética sobre el desarrollo y crecimiento del país, realizó una investigación sobre la reforma, y sus consecuentes retos y oportunidades que apuntalan el desarrollo del sector energético nacional.

La noche del 11 de diciembre de 2013, la Cámara de Diputados aprobó en lo general y en lo particular la reforma energética. El 20 de diciembre, el presidente Enrique Peña Nieto anunciaba su promulgación, para entrar en vigor el 21 de diciembre de ese mismo año.

Con la publicación del decreto en el Diario Oficial de la Federación, el sector energético nacional registraba un parteaguas de grandes dimensiones en la historia del desarrollo y economía nacional. El modelo tradicional era sustituido por un nuevo paradigma en materia de hidrocarburos, electricidad y sustentabilidad. El reto: fortalecer competitivamente al sector energético, para posicionarlo en la escena mundial.





México -al igual que el resto de las economías- enfrenta uno de los retos más profundos: transformar el sector energético nacional. Para la Secretaría de Energía (Sener) "sin lugar a dudas, esta reforma- es la más trascendente de los últimos ochenta años. La apuesta es romper con el paradigma tradicional del sector energético, y crear un nuevo modelo que reinvente al sector".

EL NUEVO PARADIGMA ENERGÉTICO

El nuevo paradigma contempla que la cadena de valor de los hidrocarburos incentive la atracción de capital y tecnología de punta; acceso a yacimientos en aguas profundas y no convencionales, así como el abasto de gas natural y petrolífero. En tanto que, por el lado de la electricidad, la idea es crear un mercado eléctrico mayorista, con la existencia de capital público y privado en igualdad de condiciones, permitiendo una mayor competencia para ofrecer electricidad a precios competitivos.

Simultáneamente, la reforma se llevará a cabo en el marco de la creación de valor público sustentable como uno de los puntos centrales del desarrollo del sector. En este sentido contempla los siguientes aspectos: protección al medio ambiente; promoción de energías limpias; prohibición para llevar a cabo actividades extractivas en áreas naturales protegidas; participación informada, y acceso a beneficios para las comunidades.

SECTOR DE HIDROCARBUROS Y ELÉCTRICO

Con esta reforma, la apertura del sector a empresas nacionales y extranjeras es inminente. Se pretende transformar no sólo al sector energético nacional, sino convertirlo en un detonante del crecimiento y desarrollo, tanto para la industria petrolera, como para la eléctrica, y diversos sectores.

La idea es fortalecer la competitividad del sector y ofrecer certeza al mercado de abasto de suministro energético. Para Pedro Joaquín Coldwell, titular de la Sener, "la reforma sienta las bases de un nuevo modelo de desarrollo para la industria de los hidrocarburos y eléctrica del país. Asimismo -expresa, los cambios se extenderán a Pemex y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), para transformarlas en empresas eficientes y productivas, respondiendo a los niveles de competitividad del nuevo mercado".

Es un hecho el advenimiento de los capitales privados nacionales y extranjeros en la exploración y explotación de hidrocarburos: petróleo, gas y sus derivados. Y es que, la marcha cíclica del capital se basa en el comportamiento característico de los capitales privados, que bajo el aguijón de la ganancia, compiten con innovadoras estrategias de negocio, transformando cualitativamente los procesos de producción, distribución y circulación del mercado.

En la nueva era, el sector eléctrico conservara el control exclusivo del Sistema



Cadena de valor de los hidrocarburos

Se integra por dos áreas:

- 1) La búsqueda de yacimientos de petróleo crudo y gas natural.
- 2) La perforación de pozos (exploratorios y de explotación).



Eléctrico Nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución. No obstante, podrá existir el capital público y privado para la realización de diversas actividades como: instalación, mantenimiento, gestión, operación y ampliación de la infraestructura



Principales características de la Reforma Energética

- Nuevo modelo de inversiones para Pemex (exploración y explotación de hidrocarburos).
- Inversión privada y apertura a la competencia de actividades de transporte y transportación industrial en hidrocarburos.
- Cambio en Rectoría del Estado y eliminación de barreras a la inversión en la CFE.
- Apertura a la competencia en industrias eléctrica y de gas.
- Empresas productivas del Estado: Pemex y CFE.
- Ronda Cero y Ronda Uno en inversiones de Pemex.
- Fondo Mexicano del Petróleo para la estabilización y el desarrollo.
- Nuevos mecanismos de transparencia para rendición de cuentas y combate a la corrupción.
- Fortalecimiento institucional de órganos reguladores (SENER, CNH y CRE).
- Prioridades a las actividades del sector energético.
- Sustentabilidad y la protección al medio ambiente.
- Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de protección al medio ambiente del sector hidrocarburos.

Fuente: Sener

necesaria para prestar el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica.

A nivel de generación y comercialización de electricidad, los capitales privados podrán realizar las actividades estratégicas que hasta ahora eran exclusivas del Estado. El resultado será la creación de un mercado eléctrico mayorista, en el que coexistan capitales públicos y privados buscando la plena satisfacción del consumo final.

Cabe señalar que una de las fortalezas de la reforma es la importancia que adquiere la figura de la sustentabilidad, y su relación con el desarrollo económico. La idea es que la Sener, impulse el aprovechamiento de las energías renovables, para lo cual se estimulara el uso de tecnologías y combustibles menos agresivos con el entorno. México tiene un gran potencial de generación eléctrica con energías renovables a partir de los recursos geotérmicos, minihidráulicas, eólicos, solar y de biomasa.

REGULACIÓN

El éxito o fracaso de la reforma energética depende de su instrumentación, y por ende, de los Reglamentos y Leyes Secundarias que controlen y definan las reglas del juego. "El blindaje jurídico e institucional que regirá las operaciones del sector energético en los próximos años refleja un claro compromiso con la transparencia y la rendición de cuenta de cara a la sociedad. En adelante tendremos un sector moderno con reguladores fuertes y profesionales, y empresas productivas del Estado. Pemex y la CFE generarán valor de forma responsable y competitiva", expresó Luis Videgaray Caso, Secretario de Hacienda y Crédito Público (SHCP), durante la ceremonia de promulgación de los Reglamentos y Leyes Secundarias.

El paquete de reglamentos promulgados incluye el reglamento de la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos. En la reglamentación se precisan los mecanismos para determinar, dar seguimiento y verificar el



cumplimiento de los términos fiscales de los contratos para la exploración y extracción de hidrocarburos.

Finalmente –el mismo funcionario-, anotó que el nuevo marco regulatorio garantiza la existencia de contratos competitivos. “En el mundo moderno existe competencia para atraer capital y tecnología, y por lo tanto, el nuevo modelo contractual mexicano debe tener la capacidad para atraer esos recursos a nuestro país”.

PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA CEMENTERA Y DEL CONCRETO

La industria cementera y del concreto, está preparada para hacer frente a las exigencias que fragüe la reforma energética. Para esta industria las expectativas son favorables y abren áreas de oportunidad con las obras que se deriven de los cambios en el sector energético.

El horizonte de la industria de la construcción es optimista. Se prevén obras de infraestructura hidráulica y de comunicaciones, de exploración y explotación. Entre los principales proyectos del Programa Nacional de Infraestructura (PNI) de la administración del presidente Peña Nieto, se encuentran la construcción de centrales eólicas, centrales de ciclo combinado de la CFE, y complejos petroquímicos a cargo de Pemex, entre otros proyectos.

Además, una nueva área de oportunidad para el negocio cementero es la generación de autoabastecimiento de energía. En efecto, el actual contexto del sector energético permite la producción de energía para el autoconsumo y la venta de los excedentes –por medio de la red estatal-. De tal suerte que, importantes empresas cementeras se aprestan a la construcción de sus parques eólicos de autoconsumo.

“La reforma energética mexicana reconoce el derecho de los ciudadanos y empresas de generar y comercializar electricidad, por lo que las compañías y las familias pueden colocar paneles so-

- Aumentar la capacidad y la generación con fuentes renovables.
- Incrementar la inversión en generación, en construcción y ampliación de la infraestructura.
- Incrementar la participación de biocombustibles en la matriz energética.
- Impulsar el desarrollo tecnológico, de talento y de cadenas de valor.
- Democratizar el acceso a las energías renovables.

Fuente: Sener



lares, consumir su electricidad y vender sus excedentes”, expresó Pedro Joaquín Coldwell.

Así las cosas, la reforma se convierte en un círculo virtuoso que incentivará la actividad productiva nacional y, con ella, el crecimiento de la economía del país. El mismo proceso de producción, distribución y circulación del sector, pondrá a prueba la pertinencia o no del marco normativo, reglamentos y leyes que regularán el sector energético en México. **C**

LEED V4

De la colección de requisitos a un desempeño integral

Arquitecta Ángela Bejarano

Consultora, GreeNexus Consulting

Reproducción autorizada por la revista Noticreto # 122, de Enero – Febrero 2014. Editada por la Asociación Colombiana de Productores de Concreto – ASOCRETO.

Veinte años de vida del Consejo de Construcción Sostenible de los Estados Unidos (U.S. Green Building Council, USGBC) marcan el rápido crecimiento y la pertinencia del diseño, construcción y mantenimiento de entornos sostenibles en el desarrollo de las ciudades modernas. Durante la última década, la relevancia del USGBC ha traspasado los límites de su país para convertirse en la organización más influyente en la transformación de códigos internacionales de construcción del mundo. La labor del USGBC, motivada por la conciencia de cambio positivo frente a la compleja problemática ambiental de nuestras ciudades, ha impulsado la convicción de la necesidad de cambiar utilizando la ciencia y tecnología de la edificación hacia una nueva filosofía de diseño y construcción orientada al desarrollo de entornos sostenibles que mejoren la calidad ambiental y que garanticen condiciones de salud y confort a quienes los disfrutan.

MÁS DE 20 AÑOS DE CONTABILIDAD VERDE EN EDIFICIOS

Las certificaciones para edificaciones verdes son una herramienta diseñada para medir la calidad ambiental que pueda alcanzar un proyecto de construcción y ofrecen al equipo de trabajo una guía para controlar los impactos ambientales que se producen desde las etapas de diseño, construcción, operación y remodelación hasta el desmantelamiento, disposición o reutilización de sus componentes.



Foto 1

Foto 2



22

El edificio de la Corte Federal en Los Ángeles, Estados Unidos será certificado con LEED Platino. Permitirá ahorrar 2 millones de galones de agua por año.



Crédito: ©Calderoliver

El edificio de Permisos Municipales de Houston, Estados Unidos, tiene certificación LEED ORO.



Cortesía: Steve Seltzer, Green Building Resource Center

El impacto ambiental de las edificaciones a lo largo de su ciclo de vida representa el 40% de la extracción de los recursos naturales a nivel mundial, el 70% del consumo de electricidad y el uso del 20% del agua potable. El sector de la construcción produce, además, el 65% del volumen de desechos sólidos que se envían a rellenos sanitarios, contribuye a emitir el 50% del dióxido de carbono a la atmósfera y aporta un porcentaje similar a emisiones de gases efecto invernadero.

Varios países de Europa fueron pioneros en el desarrollo de tales herramientas: Finlandia con el sistema Vikki y el Reino Unido con la certificación BREEAM tomaron la iniciativa desde 1990, dando inicio a un vigoroso movimiento que ayudaría a transformar códigos europeos de construcción y posteriormente se extendería a nivel mundial. Desde entonces, el desarrollo ambiental de la industria de la construcción ha tomado como base la ciencia y la tecnología de edificaciones para implementar los correctivos que mitiguen los impactos ambientales de la industria y mejoren la calidad ambiental de nuevos asentamientos a diferentes escalas.

Siguiendo el ejemplo europeo, en 1998 USGBC lanzó el Programa de Liderazgo en Energía y Certificación Ambiental (Leadership in Energy and Environmental Design, LEED), que para el año 2000 contaba con 50 edificios certificados en Estados Unidos y actualmente encabeza el mercado inmobiliario de edificios verdes con cerca de 175.000 edificaciones entre las registradas y las certificadas en más de 140 países.

Durante la última versión de Greenbuild 2013 realizado en noviembre último en Filadelfia, Pensilvania, cerca de 25.000 participantes celebraron los 20 años del USGBC. Fue además la ocasión perfecta para el lanzamiento de LEED V4, la nueva versión de la certificación que eleva la marca de calidad ambiental previamente impuesta por LEED 2009, versión que seguirá vigente hasta el 1 de junio de 2015, con el fin de facilitar la transición gradual de la industria de la construcción de edificios verdes en el mundo.

CAMBIO DE ENFOQUE, NUEVAS OPORTUNIDADES

La presión de la comunidad internacional hacia los países industrializados para comprometer a los gobiernos y las industrias en la reducción de emisión de gases que han contribuido al cambio climático y al efecto invernadero, influyó en el enfoque inicial de las certificaciones para edificios verdes, las cuales daban mayor importancia a créditos relacionados con la disminución del consumo de energía, la eficiencia energética del edificio y la generación de energía a través de tecnologías alternativas. LEED V4 mantiene su preocupación por el cambio climático, pero esta versión enfoca su atención en la importancia del diseño y el desempeño integral de la edificación, la promoción de materiales que ofrezcan transparencia ambiental y presenta capítulos sobre el mejoramiento de la salud y el bienestar de las comunidades.



Foto 3

Jacob White Offices en la ciudad de Houston, Estados Unidos, tiene certificado LEED Platino.



Cortesía: Jud Haggard LEED AP. Amanda Tullos Greenexus Consulting

Foto 4



En las oficinas LEED ORO de Ziegler Cooper Architects, en Houston, Estados Unidos.



Cortesía: Jud Haggard LEED AP. Amanda Tullos Greenexus Consulting

Los retos que plantea la nueva versión LEED V4 reflejan la evolución en la visión del USGBC para concebir edificaciones sostenibles, que ahora promueve las prácticas integradas de diseño completo de edificios y evalúa su impacto bajo el concepto de su ciclo de vida. Los edificios verdes –entendidos como edificaciones de alto rendimiento– son producto de la nueva versión del programa. Tomando como muestra los procesos y las relaciones que observamos en los organismos vivos, los edificios verdes certificados LEED V4 se componen de sistemas interrelacionados en los cuales la interdependencia con el medio externo e interno mantienen el equilibrio para reducir a cero su impacto negativo en el entorno o, en el mejor de los casos, revertirlo a un efecto positivo.

En concreto, LEED V4 busca los siguientes objetivos:

- Reducir y revertir las contribuciones de gases que contribuyen al cambio climático global.
- Mejorar la salud, bienestar y la calidad de vida individual.
- Proteger y recuperar el recurso del agua.
- Reducir el consumo energético.
- Proteger y mejorar la biodiversidad y los beneficios que ofrecen los ecosistemas.
- Promover el uso de materiales con ciclos sostenibles y regenerativos.
- Promover una economía regenerativa.
- Mejorar la calidad de vida de las comunidades.

El cambio ha implicado un proceso creativo de concertación entre el mercado de la construcción, la urgencia ambiental que abandera USGBC y la capacidad de la industria para transformar sus procesos técnicos. Todo lo anterior con el fin de asegurar el desarrollo de materiales, procesos y nuevas tecnologías que satisfagan la oferta de edificios sostenibles y que hagan más equitativa la economía, asegurando el bienestar de las comunidades.

PROCESO INTEGRAL

El Proceso Integral (IP, Integrative Process) se refleja en la creación de la nueva categoría y crédito (IPc1), que busca implementar un proceso integral de diseño que



Foto 5



Cortesía: Omar Javier Silva



Foto 6



Cortesía: Webb Architects

El Edificio Empire State, NY, certificado LEED ORO, es un ejemplo de restauración sostenible de edificios históricos.

Edificio Cheyenne III de uso comercial, con cubierta verde, certificado LEED Platino.

establezca los objetivos para producir un proyecto de alta eficiencia y económicamente viable, mediante la simulación temprana de un diseño de esquema básico que responda a las interacciones entre los sistemas relacionados con el consumo energético y el consumo de agua.

LOCALIZACIÓN Y TRANSPORTE

La nueva categoría de Localización y Transporte (LT, Location and Transportation) surge básicamente de la división de la categoría de lugares sostenibles en LEED 2009, para otorgar mayor crédito a proyectos con acceso a servicios de transporte masivo en que, además de la cercanía, se valoran la calidad y frecuencia del servicio.

Esta categoría también otorga importancia a la selección del lugar con base en el valor histórico, la alta prioridad de desarrollo o el lote en uso que requiera mejoramiento ambiental.

LUGARES SOSTENIBLES

La categoría de Lugares Sostenibles (Sustainable Sites) incorpora el nuevo crédito (SSc1) que exige documentar la evaluación del lugar a partir del estudio de factores ambientales como topografía, hidrología, clima, vegetación, suelo, uso social e impacto en la salud humana y su relación con el entorno.

EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

LEED V4 es mucho más exigente en la Eficiencia en el Uso del Agua (Water efficiency), que tiene como prerrequisito la disminución del consumo interno y de áreas exteriores en la edificación hasta de un 30% sobre la línea base, con créditos adicionales por porcentajes mayores de ahorro del recurso y la implementación de sistemas de medición, sub-mediación y control durante la operación del edificio. Además de la utilización de aparatos sanitarios de bajo consumo, la categoría ofrece créditos por la implementación de electrodomésticos y procesos certificados que garanticen el bajo consumo de agua.

ENERGÍA Y ATMÓSFERA

La relación de la categoría Energía y Atmósfera (Energy and Atmosphere) ha influido de manera positiva en la reducción del prerrequisito por eficiencia energética a un 5% sobre la norma. Como ocurre con las exigencias para el uso del agua, la categoría de energía y atmósfera busca implementar sistemas de medición, sub-mediación y control durante la operación del edificio.

MATERIALES Y RECURSOS

Como se ha expresado, la nueva visión de LEED V4 que adopta el ciclo de vida de la edificación como herramienta de evaluación ambiental establece cambios de fondo a la categoría de Materiales y recursos (Materials and Resources). Es justo decir que este proceso de transformación fue debatido con intensidad en Estados Unidos durante los cuatro años previos al lanzamiento de LEED V4, pues la transparencia en la declaración ambiental de ingredientes utilizados para la fabricación de materiales

Oportunidades en concreto

- Crédito SSc3. Espacio abierto: utilización de pavimentos permeables de bajo albedo o en la fabricación de inmobiliario urbano que promueva la actividad física.
- Crédito SSc5. Reducción del efecto invernadero mediante pavimentos que garanticen una reflexión solar del 0,28 después de 3 años de uso, o de 0,33 en el momento de su instalación. Adicionalmente, la instalación de placas planas de cubierta con materiales que garanticen índices de reflexión solar de 64 después de 3 años de uso u 82 en el momento de instalación.

Materiales y recursos

- Crédito EAc2 - Optimización del rendimiento energético. La utilización del concreto como material de alta masa térmica en el diseño pasivo de edificaciones tiene el potencial de aumentar los niveles de eficiencia energética al reducir la dependencia de sistemas mecánicos asociados con un alto consumo energético para estabilizar las temperaturas internas.

se ha convertido en la piedra angular que delinea los procesos de concertación entre las partes. Como resultado, la industria productora de materiales, los profesionales del diseño sostenible, los organismos certificadores y USGBC han diseñado una metodología común basada en las evaluaciones del ciclo de vida de la edificación y en el análisis de ciclo de vida de cada uno de sus componentes, para definir las reglas de categoría del producto y la declaración de impacto ambiental.

Siguiendo este lineamiento, la categoría tiene cuatro objetivos claros reflejados en los siguientes créditos

- Reducción del impacto del ciclo de vida de la edificación (Crédito MRc 1).
Mediante la reutilización de los componentes de la edificación y del mercado inmobiliario existente y que presenta las siguientes opciones:
 - Restauración de edificios de carácter patrimonial.
 - Renovación de edificios abandonados o en ruina.
 - Porcentaje de reutilización de materiales recuperados en obra o fuera de ella.
 - Evaluación del ciclo de vida completo de la edificación que demuestre como mínimo un 10% en la reducción de impacto ambiental, según la Norma ISO 14044, y proyectando el diseño a una vida útil de 60 años para su mantenimiento y reemplazo.

- Divulgación del producto y optimización (Créditos MRc2, MRc3, MRc4).
Incentiva el uso de productos y materiales con información disponible sobre su ciclo de vida, desde la cuna de su extracción hasta la puerta del lugar de obra, y con favorables impactos ambientales, económicos y sociales.

- Declaración ambiental del producto: se valora la selección de aquellos productores de materiales que tienen verificación en el mejoramiento continuo de los impactos del ciclo de vida de sus productos.
- Extracción de materias primas: se valora la selección de materiales verificados por haber sido extraídos de manera responsable, bien sea por reportes o liderazgo certificado por programas aprobados por USGBC.
- Ingredientes del material: se valora la selección de materiales con productos químicos apropiadamente inventariados por una metodología aceptable y por la selección de productos reconocidos por reducir el uso y producción de sustancias nocivas de acuerdo con reportes certificados por programas aprobados por USGBC.

- Reducción de desechos en construcción y demolición (Crédito MRc5).

Crédito adicional al prerrequisito similar que valora las prácticas mejoradas para la reducción y reciclaje o la desviación de material para la producción de energía por incineración.

Oportunidades en concreto

Esta categoría ofrece oportunidades y retos al uso del concreto a lo largo de las diferentes etapas de su ciclo de vida. Los mayores impactos ambientales relacionados con el concreto se dan durante las primeras etapas de su ciclo de vida (cuna a la puerta) debido al uso del cemento Portland, al alto consumo energético y a la extracción de sus materias primas, entre otras causas. La transparencia en la divulgación de las Declaraciones Ambientales del Producto (DAP) y las Declaraciones de Salud del Producto (DSP) son vitales para continuar el proceso de mejoramiento ambiental del producto y el conocimiento sobre la aplicabilidad de las diferentes mezclas y subproductos a los diferentes componentes de la edificación. La oportunidad del concreto radica en su durabilidad, versatilidad, producción local y capacidad para ser reciclado, lo cual contribuye a reducir el impacto del ciclo de vida de la edificación y es aplicable a cualquiera de las alternativas presentadas por este crédito. Como producto reciclable, el concreto contribuye positivamente, además, a reducir desechos en la construcción y la demolición.

La Asociación Americana del Concreto Premezclado (NRMCA, sigla en inglés) está desarrollando el programa para la creación de Declaraciones Ambientales de Producto genéricas a la industria concretera, independientemente de la marca.

CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR

Los cambios que afectan la categoría de materiales repercuten directamente en la calidad ambiental de los espacios interiores



Reparadores de concreto Fester CM

En el mercado de la construcción es común que se presenten fallas al momento de colar el concreto en sitio. El mal vibrado, deficiencia en las mezclas, un curado incorrecto y el paso del tiempo pueden ocasionar oquedades o grietas que afectan la apariencia, resistencia y durabilidad del concreto.

La nueva línea de morteros reparadores **Fester CM** ofrece una solución práctica y duradera que se adapta a cualquier necesidad en obra o trabajos de mantenimiento combinando un excelente desempeño y fácil aplicación.



Fester CM-100: mortero anticorrosivo para acero de refuerzo que evita daños en el concreto por corrosión en el acero de refuerzo.

Fester CM-201: mortero para reparación de concreto estructural con alta resistencia a la compresión y consistencia tixotrópica ideal para aplicaciones en cualquier posición.

Fester CM-202: mortero para reparación de concreto estructural con alta resistencia a la compresión y consistencia fluida ideal para aplicaciones horizontales o con cimbra.

Fester CM-200: mortero para reparación, resane y acabado de concreto que permite hacer reparaciones generales o dar un acabado homogéneo a superficies de concreto.

Reparación de daños en un elemento de concreto prefabricado:

En la industria del concreto prefabricado es importante contar con un mortero de reparación de alta resistencia a la compresión, fácil aplicación y rápido fraguado. Con **Fester CM-201** podemos realizar una reparación en menos de 60 minutos con el mejor desempeño del mercado.



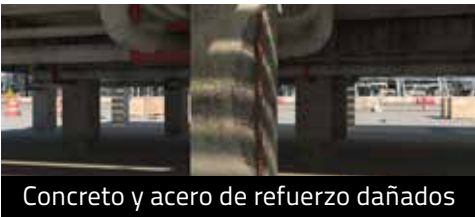
ANTES



DESPUÉS

Reparación de concretos erosionados y pisos de concreto:

El mortero **Fester CM-202** permite realizar grandes reparaciones en poco tiempo. Gracias a su fluidez y su propiedad autocompactable, se acomoda rápidamente en pisos de concreto y superficies encofradas.



Concreto y acero de refuerzo dañados



Vaciado de mortero Fester CM-202



Reparación terminada

Reparación en pisos de concreto dañados



Piso de concreto dañado



Remoción de concreto dañado



Reparación terminada con Fester CM-202

Para mayor información sobre la línea de Morteros Reparadores **Fester CM** consulta a tu distribuidor autorizado Fester, consulta nuestra página web www.fester.com.mx o recibe información a través de nuestra línea **01 800 FESTER7**



(Indoor Environmental Quality) y tienen consecuencias directas sobre la salud, el bienestar y la comodidad de sus ocupantes. Esta categoría redefine sus enfoques con base en los resultados que arroja la aplicación de los siguientes cuatro objetivos principales:

- Calidad del aire en espacios interiores (Crédito IEQp1, IEQp2, IEQc1, IEQc2).
 - Los requisitos mínimos de ventilación y mejoramiento de la calidad interior del aire ofrecen una visión amplia para implementar la ventilación natural, con mayor rigor para la ventilación mecánica y la posibilidad de utilizar códigos internacionales para los modelos de simulación de ventilación y eficiencia energética (CIBSE 2005, ASHRAE 2010).
 - Utilización de materiales con bajo contenido de compuestos orgánicos volátiles en siete categorías diferentes: pinturas, adhesivos, pisos, aglomerados de madera, aislamientos térmico y acústico en muros y cielorrasos, muebles y productos exteriores en colegios y centros de salud.
 - Prueba de ventilación después de la construcción y antes de la ocupación
- Confort térmico.
- Calidad visual e iluminación artificial y natural.
 - El crédito otorga importancia a un nuevo componente de calidad visual, además de la calidad y la intensidad de luz natural.
- Calidad acústica.
 - La calidad acústica se desarrolla por primera vez en la certificación, debido a las críticas que presentan los edificios verdes por problemas de vibración de equipos y contaminación acústica en espacios múltiples.

Oportunidades en concreto

La evaluación en la calidad del aire por el uso de materiales emisores de gases o partículas en suspensión en espacios interiores se dirige principalmente a los materiales de acabado. La versatilidad del concreto para ser usado en acabados representa su oportunidad de agregar valor a la edificación bajo esta categoría, por evitar el consumo de grandes volúmenes de materiales con ciclo de vida de alto impacto ambiental.

Fuera de los cambios realizados en cada una de las categorías, LEED V4 ofrece nuevos formatos para diferentes sectores inmobiliarios. La nueva versión presenta guías para:

- Bodegas y centros de distribución: edificios dedicados al almacenamiento y a la distribución de productos, que incluye bodegas personalizadas.
- Edificios multifamiliares de mediana altura: edificios de apartamentos entre 4 y 8 pisos.
- Centros de datos: edificios diseñados y equipados para alcanzar las demandas de espacios densamente equipados con estaciones de cómputo y servidores de almacenamiento de datos.
- Hotelería: hoteles, hoteles de carretera, y edificios que ofrezcan alojamiento temporal, con o sin servicio de alimentación.
- Edificios escolares existentes.
- Centros comerciales existentes.

Según Rick Fiedrizzi, CEO del USGBC, con el lanzamiento de LEED V4 la certificación ha dado un salto "cuántico" desde sus versiones previas. En un lado de la balanza cuatro años de desarrollo, cinco rondas de intenso debate entre la industria y el mercado de la construcción, y en el otro el contrapeso de los impactos ambientales en el trasfondo de una intensa crisis económica mundial, han logrado su punto de encuentro: un compromiso de transparencia que marca el inicio de un proceso de mejoramiento continuo en la manera como proyectamos el futuro de nuestras sociedades. Es decir, un acuerdo para la equidad, el bienestar y el equilibrio con el medio que nos rodea. **C**



Concretos reciclados y eficiencia energética

Al hablar de el reciclado de concreto, estamos hablando de conceptos y temas de gran actualidad como son también la sustentabilidad, los proyectos LEED (Leadership in energy and environmental design), entre otros. Sin embargo, y a pesar de que se ha realizado una gran labor para introducir los agregados reciclados procedentes de los residuos de la construcción y demolición en las diversas obras de ingeniería civil, nos encontramos con ingenieros, propietarios, constructores, contratistas y autoridades que desdeñan su utilización arguyendo que no son adecuados, sin saber que cumplen con las especificaciones correspondientes y en ocasiones superan los requisitos de calidad necesarios.



Por lo anterior y gracias a la colaboración de diversas instituciones de enseñanza superior y de investigación científica, se han realizado estudios exhaustivos de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados reciclados para diferentes usos y con la inclusión de químicos para el mejoramiento de las propiedades antes mencionadas, confiamos que en un futuro cercano se divulgue y aumente su aprovechamiento.

Paralelamente y no menos importante, ha sido la participación de estudiantes que en la elaboración de sus respectivas tesis de licenciatura y postgrado, han dedicado mucho tiempo en estudiar el comportamiento de los agregados reciclados en diversas obras o partes de las mismas y que dan desde luego un gran aporte al conocimiento de tales materiales.

Afortunadamente en el presente, se está trabajando en la actualización de la Norma Ambiental NADF-007-RNAT-2013 que establece la clasificación y especificaciones de manejo para los RCD; en ésta última versión la norma provee (Tabla 1) una clasificación de los RCD y proporciona los posibles usos de los agregados reciclados y de éste modo ayudar a los ingenieros de proyecto, así como a los residentes de obra y demás personal involucrado en la construcción, a decidir en qué obras o en que sitios de las mismas emplearlos.

Por otra parte, el 1° de febrero del 2013 se publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial (RME) y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. Cabe aclarar que los RCD forman parte de los RME.

Desde luego que es posible emplear agregados reciclados en las diferentes obras de ingeniería civil. Se han utilizado principalmente como sub-bases y bases hidráulicas a obras como: la Línea 12 Dorada del Metro de la ciudad de México, la autopista Urbana del Sur y en otros casos se participó directamente en el reciclaje de la totalidad de los RCD generados durante la demolición de la Ex-Refinería 18 de Marzo y la construcción del parque Bicentenario (Delegación Azcapotzalco).



PLANTA DE RECICLADO DE CONCRETO

Existe tan solo una planta dedicada al reciclado de los residuos de la construcción y demolición (RCD) en éste país, cuyos objetivos son:

- Reducir el consumo de agregados pétreos naturales y minimizar la explotación de bancos nuevos.
- Impulsar la gestión adecuada de los RCD's, promover la utilización de agregados reciclados y minimizar los sitios de Disposición final de los RCD.
- Impulsar la innovación de tecnologías y calidad en los procesos que nos lleven a la utilización óptima de los agregados reciclados, acordes con el concepto de Construcción Sustentable.
- Divulgar las cualidades de los agregados reciclados y paralelamente dar a conocer tanto las ventajas sociales como medioambientales de la actividad.

En la actualidad y teniendo en cuenta que tan sólo en la ciudad de México se generan 7,000 toneladas diarias de RCD, de los cuales menos del 10% se envía a reciclaje y a su vez tan sólo un 10% de éstos agregados reciclados son aprovechados en obras de ingeniería, la visión a futuro tiene que ser distinta. Será necesario priorizar el uso de agregados reciclados sobre los naturales, será rigurosamente estricto la implementación de planes de manejo de los RCD y sobre todo deberá existir una vigilancia estrecha para el cumplimiento de los mismos.

Finalmente habrá que trabajar intensamente en la elaboración de una guía de Agregados Reciclados procedentes de RCD. Las anteriores son tareas inobjectables si realmente deseamos tener en nuestra ciudad una CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE. **C**

NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-007-RNAT-2013

Clasificación de los residuos de la construcción y demolición y sus posibles usos

Tipo de residuo de la construcción y demolición	Posibles usos
A. Provenientes de concretos hidráulicos y morteros	
Elementos prefabricados	Bases Hidráulicas en caminos y estacionamientos
Elementos estructurales y no estructurales	Concretos hidráulicos para la construcción de firmes, ciclopistas, banquetas y guarniciones
Sobrantes de concreto en obra y premezclado	Elaboración de productos prefabricados (Blocks, tabiques, adocretos, adopastos, losetas, guarniciones, bordillos, postes de cemento-arena)
	Bases para ciclopistas, firmes, guarniciones y banquetas
	Construcción de Andadores y trotapistas
	Sub-bases en caminos y estacionamientos
	Construcción de Terraplenes
	Construcción de Pedraplenes
	Material para relleno o para la elaboración de suelo - cemento
	Material para lecho, acostillamiento de tuberías y relleno total de cepas
	Material para la conformación de terrenos
	Rellenos en Cimentaciones
	Relleno en azoteas o en jardineras
	Mobiliario urbano
	Construcción de muros de carga y divisorios
B. Mezclados	
Concretos hidráulicos	Sub-bases en caminos y estacionamientos
Morteros	Construcción de terraplenes
Blocks	Cobertura final en los rellenos sanitarios
Tabicones	Construcción de andadores y trotapistas
Adoquines	Bases para ciclopistas, firmes, guarniciones y banquetas
Tubos de albañal	Material para lecho, acostillamiento de tuberías y relleno de cepas
Cerámicos	Construcción de pedraplenes
Mamposterías	Material para la conformación de terrenos
Prefabricados de arcilla recocida (tabiques, ladrillos, etc.),	Rellenos en Cimentaciones
Piedra braza	
Agregados pétreos	Relleno en azoteas o en jardineras
C. Provenientes de fresado de concreto asfáltico*	
Carpeta asfáltica	Bases asfálticas o negras
Bases negras	Concretos Asfálticos elaborados en caliente
	Concretos Asfálticos templados o tibios
	Concretos Asfálticos elaborados en frío

POLÍMEROS FIBROREFORZADOS

Una alternativa sustentable frente al ataque de la corrosión en el concreto armado

M. Noricumbo

Eduardo de J. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

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

Ingrid N. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Doctorado en Ciencias.

Su correo electrónico es: ingrid@fco.uo.edu.cu

Se define el fenómeno de la corrosión como la "reacción química o electroquímica entre un material, usualmente un metal y su medioambiente, que produce un deterioro del material y de sus propiedades". La capa de óxido que se forma en el acero de refuerzo trae consigo un aumento de volumen en la barra, de 2 a 4 veces mayor que el volumen del acero original. Este óxido provoca la pérdida de adherencia entre el acero de refuerzo y el concreto, llegando a provocar el estallamiento del recubrimiento; con la correspondiente pérdida de las propiedades mecánicas, reduciendo la capacidad de resistencia del acero y consecuentemente la del elemento de concreto reforzado (**Foto 1 y 2**).

Los costos por acciones correctoras o de detención de estas patologías generadas por la corrosión del acero en estructuras de concreto reforzado, suelen ser en la actualidad considerablemente significativos. En Norteamérica, por ejemplo, los costos de reparación se estiman muy cercanos a los 300 mil millones de dólares anuales; mientras que en México, pueden superarse los 10,000 millones de dólares al año. Son cifras que lejos de manifestar tendencia a la estabilidad o a la disminución, tienden a crecer cada día; motivado por factores distintos y complejos, muchas veces relacionados entre sí.

Este hecho coloca a la comunidad profesional y científica ante un reto mundial; que motiva el abrir nuevas brechas del conocimiento científico en la tecnología del concreto reforzado. Conocer el fenómeno de la corrosión de las barras de acero de refuerzo embebidas en el concreto, e investigar y buscar alternativas para reducir los



Foto 1

Foto 2



32

Efectos de la corrosión de las barras de acero de refuerzo en el lecho inferior de una losa de concreto armado.



Fuente: ATE IMCYC.

Efectos de la corrosión de las barras de acero de refuerzo en columna de concreto armado para apoyo de equipo industrial.



Fuente: ATE IMCYC.

efectos negativos de este fenómeno, es una de las brechas que puede culminar con éxito en la disminución de las pérdidas cuantiosas que provoca.

En este ámbito, se abren paso las varillas de refuerzo compuesto, y en ello los denominados Polímeros Reforzados con Fibra (FRP por sus siglas en inglés); los que si bien han sido estudiados a partir de las últimas décadas, aún no se han utilizado a gran escala en aplicaciones de construcción. Parece ser que las varillas de refuerzo fabricadas con FRP pueden constituirse en una atractiva posibilidad; pues resultan en productos con muy diversas y significativas ventajas, mucho más si son comparados con las barras de acero de refuerzo tradicional.

Los FRP son productos para el refuerzo del concreto con una alta relación resistencia/peso; puede compararse en 50 veces más que la del concreto, y 20 veces más que la del acero. Suelen ser menos susceptibles a la degradación medioambiental que provoca la exposición a ácidos alcalinos, ambientes marinos, u otros; resultando ser muy ligeros (aproximadamente la cuarta parte del peso de una varilla de acero de tamaño equivalente), excelentes aislantes térmicos y con suficiente neutralidad electromagnética.

Las varillas de refuerzo de FRP contribuyen entonces a elevar en niveles significativos la durabilidad de las estructuras propensas al fenómeno de la corrosión. Son recomendadas para estructuras de concreto reforzado expuestas a las sales producto del deshielo, con necesidad de neutralidad eléctrica o magnética, cercanas al mar o marinas, o sometidas a ambientes agresivos en general.

Los materiales compuestos de fibra de vidrio o carbono se han utilizado desde 1940 en aplicaciones militares, aeroespaciales y navales. Utilizados por vez primera en la década de 1950; no es hasta 1986 que se emplearon para reforzar un puente de concreto en Alemania. Asimismo se utilizaron en los Estados Unidos en 1996 para el reforzamiento de un puente de concreto en MC Kinneyville WV, en Virginia Occidental y en 1999 para losas pretensadas también de un puente en Lawrence Tech en Southfields, Michigan.

En sentido general, estos compuestos han sido utilizados igualmente con éxito en el medio marino, automovilístico, y de recreación. Otras aplicaciones también han tenido lugar en el sector constructivo; cabe destacar su empleo en la construcción de tuberías, tanques de almacenamiento, fachadas de edificios y elementos arquitectónicos.

Es en estas mismas circunstancias que se presenta como novedoso el empleo de los FRP para la fabricación de varillas de refuerzo en sustitución del acero convencional para estructuras de concreto reforzado; principal propósito de este escrito (**Foto 3**).



Foto 3

Varilla de fibra de vidrio; en la fotografía se aprecia la ligereza del proceso de habilitado.



Fuente: Cortesía de Ing. M. Noricumbo de GGM: Soluciones en FRP.

Foto 4



Poste de electricidad construido en México con varilla de fibra de vidrio.



Fuente: Cortesía de Ing. M. Noricumbo de GGM: Soluciones en FRP.

⁽¹⁾ Proceso productivo de conformado de materiales plásticos termo- rígidos para obtener perfiles de plástico reforzado, de forma continua, sometiendo a las materias primas a un arrastre y parado por operaciones de impregnado, conformado, curado y corte. Se caracteriza por un buen acabado superficial.

Fuente: <http://es.wikipedia>

Son productos que cada día demuestran ser la solución por varios aspectos, entre los que sobresalen: ligereza, resistencia a la corrosión, excelente resistencia a la tensión, y elevado desempeño mecánico; sin dejar a un lado las similares condiciones de instalación si se comparan con las varillas de acero, y las ventajas presentes en su manipulación y almacenamiento (**Foto 4**).

El proceso de fabricación de estos elementos es por medio de un proceso de pultrusión ⁽¹⁾, siguiendo la secuencia de subprocesos que puede constatar en la **Figura 1**. Las propiedades de estos compuestos son el resultado de una combinación de materiales en los elementos de FRP que incluye entonces: fibras (refuerzos), resinas (polímeros), rellenos, y aditivos.

El recubrimiento de estos elementos se realiza a base de arena sílica; lo que proporciona un incremento en la adherencia una vez ahogada la varilla en el concreto. La arena sílica, fijada por medio de un proceso de fusión, rodea en su totalidad a la superficie de la varilla, y al estar ahogada en el concreto se integra con el mismo; ofreciendo como resultado una extraordinaria adherencia.

En el caso de las fibras de vidrio de alta resistencia, suele utilizarse una resina vinilester (resina con buenas propiedades de aislamiento térmico y eléctrico, muy resistente a la corrosión, que soporta altas temperaturas y con buen desempeño ante la fatiga); las fibras de vidrio ofrecen resistencia mecánica a la varilla, de la misma manera en que la resina concede una elevada resistencia a la corrosión en ambientes agresivos (resistencia química). Las varillas reforzadas con fibra de carbono, por su parte, se recomiendan para empleos más ambiciosos; el producto reforzado con fibra de carbono y resina vinilester se utiliza para reforzar estructuras dañadas.

La resina, independientemente de la resistencia química, tiene otras funciones en estos compuestos como pueden citarse: transferir los esfuerzos entre las fibras, proporcionar soporte lateral contra el pandeo, y proteger las fibras de daños mecánicos y ambientales; en cambio, las fibras son las encargadas de soportar las cargas, y al mismo tiempo proporcionar resistencia y rigidez al producto.

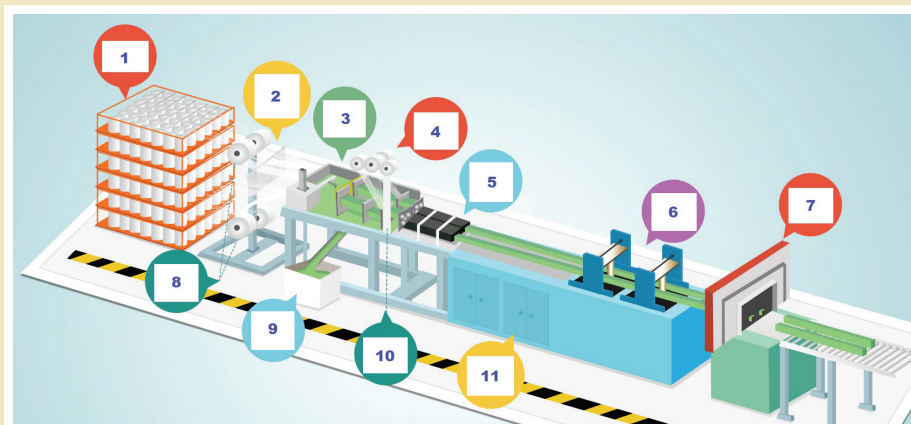
Algunas características distinguen a los refuerzos de FRP en comparación con otros materiales. Estas varillas no se oxidan, incluso en ambientes agresivos; tampoco reaccionan con las sales u otras sustancias presentes en el concreto. Si estos refuerzos resultan entonces resistentes al fenómeno de la corrosión, puede deducirse de esta ventaja que se reducen considerablemente con su empleo, los costos de mantenimiento

REFERENCIAS:

- **ACI Committee 440, "ACI.1R-08: Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars".**
- **CYTED, "Manual de Inspección, Evaluación y Diagnóstico de Corrosión en Estructuras de Hormigón Armado", 1997.**
- **CANCSA S806-12 "CSA STANDARDS: Design and Construction of building structures with fibre-reinforced polymers".**
- **GRUPO GAIREC, "V-ROD Varillas de refuerzo compuesto para estructuras de concreto hidráulico", México, 2009.**

Figura 1

Proceso de pultrusión para la fabricación de los FRP con fibra de vidrio.



- (1) Materia Prima para el reforzamiento (fibra de vidrio dispersa).
- (2) Placa guía.
- (3) Saturación de resina.
- (4) Recubrimiento superficial.
- (5) Moldeado y curado.
- (6) Sistema de tensado.
- (7) Sierra de corte.
- (8) Estante con esteras.
- (9) Alimentador de resina.
- (10) Sistema de conformación.
- (11) Sistema de Control Automático.

Fuente: Adaptado de www.unicomposite.com/pultrusion_process.htm

y reparación. Igualmente puede afirmarse que con estos se mejora la vida útil de las estructuras, y contribuyen a obtener mejores costos en los ciclos de vida.

En otro orden, estas varillas son productos que aseguran con su empleo suficiente neutralidad electromagnética; pues no contienen ningún metal y no provocan interferencia en contacto con campos magnéticos, o al operar instrumentos electrónicos sensibles. En general las estructuras intervenidas con las fibras de vidrio o carbono, no bloquean las ondas de radio, tampoco interfieren con las ondas de radar; más bien facilitan las comunicaciones a través de las propias estructuras.

Por lo general, los productos elaborados según el proceso de pultrusión suelen tener una resistencia a la tensión muy elevada; de hecho las varillas de FRP llegan a tener niveles de resistencia a la tensión mucho mayores que la del acero convencional (**Fig. 2**). Asimismo, al tener muy baja densidad se garantizan ahorros en costos por concepto de transporte y en el propio proceso de construcción. No debe olvidarse la sencillez y rapidez en la aplicación, así como al menor requerimiento de fuerza de trabajo y de equipos.

Las excelentes propiedades de aislamiento eléctrico de las varillas de refuerzo de FRP se fundamentan por su parte, en que son resistentes a la corrosión electroquímica; así como también en que no hay pérdida de corriente a través de la estructura de refuerzo. En otro orden, cabe destacar la versatilidad de fabricación con FRP; que permite que las características geométricas, de resistencia, de rigidez y durabilidad de los miembros se adapten a cada aplicación particular.

En la actualidad se ha establecido con pruebas documentadas, que la varilla de refuerzo a base de FRP representa una solución ventajosa para una amplia gama de aplicaciones, de ahí que el producto y sus aplicaciones se han estandarizado, permitiéndose así la validación de su calidad y de sus propiedades.

Varios son los países que han utilizado de manera importante este material; países como Canadá, Estados Unidos, Alemania, Emiratos Árabes, Japón y Australia han dado cuenta de que estas varillas de refuerzo responden a la necesidad de una solución sustentable a largo plazo frente a la corrosión. Asimismo diversos códigos y guías de diseño norman su empleo a nivel internacional, algunos de estos se muestran en la **Tabla 1**.

El uso de varillas de refuerzo de fibra de vidrio o carbono, según estudios realizados en Canadá han tenido como resultado, ahorros en costos totales de intervención (mantenimiento e incluso demoliciones) de entre 45 y 60%; asimismo, en lo que respecta al ciclo de vida de la estructura, es posible obtener ahorros de entre el 15 y el 25%. Con respecto a los ahorros que se obtienen en el proceso de construcción, es común que varíe entre 15 y 30%, dependiendo de la protección contra la corrosión que se pretenda aplicar.

El empleo de varillas fabricadas a base de polímeros reforzados con fibras de carbono o de vidrio, puede considerarse una solución para combatir los problemas de corrosión en las estructuras de concreto armado, lo que hoy crea muchas expectativas en la mejora de la vida útil de las estructuras. Su empleo en México promete alentadores resultados, con lo que se prevén no solo considerables ahorros en mantenimientos preventivos y correctivos, sino también ofreciendo la necesaria seguridad a los usuarios finales. **C**

Gráfica que correlaciona los esfuerzos a la tensión con las deformaciones unitarias correspondientes, y en donde es posible comparar el desempeño a tensión del concreto, el acero de refuerzo convencional, y el polímero reforzado con fibra de vidrio y carbón, respectivamente.

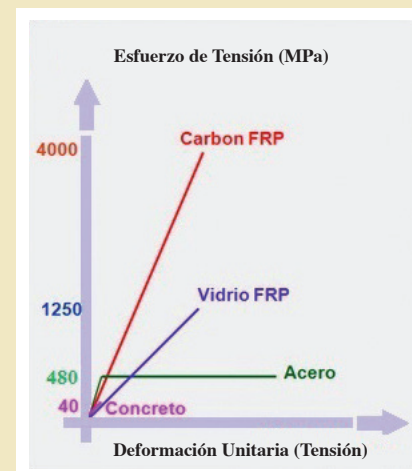


Tabla 1

Códigos y guías de diseño que norman el empleo de FRP.

CODIGOS Y GUIAS DE DISEÑO	
ACI	Report on Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Reinforcement for Concrete Structures - ACI 440R-07, September, 2007
	Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforce
	Specification for Construction with Fiber-Reinforced Polymer Reinforcing Bars - ACI 440.5-08, June, 2008
AASHTO	Specification for Carbon and Glass Fiber-Reinforced Polymer Bar Materials for Concrete Reinforcement - ACI 440.6-08, June, 2008
	LRFD Bridge Design Guide Specifications for GFRP-Reinforced Concrete Bridge Decks and Traffic Railings - November, 2009
	CAN / CSA-S6-06 Canadian Highway Bridge Design Code - Section 16 - 2006
ASTM	D7205-06 - Cross Section, Tensile
	D7337 -07 - Creep Rupture
	D7522-09 - Laminate Direct Pull Off
	D7565-09 - Laminate Tension / Calcs

Tratamiento residual para el futuro

Gregorio B. Mendoza

Fotografías: Cortesía ICA

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Atotonilco, será a su término la más grande de América Latina y una de las más grandes del mundo. Se encuentra ubicada en Atotonilco de Tula, Hidalgo, cerca del portal de salida del Túnel Emisor Central, sitio en el que también desembocará el Túnel Emisor Oriente (TEO). Ambas obras, son las más relevantes en el proyecto hídrico de la cuenca del Valle de México y garantizarán el futuro de la ciudad en diferentes rubros que ilustran gran impacto ambiental, social y económico.

La PTAR tratará hasta el 60 por ciento de las aguas residuales del Valle de México, para enviarlas ya saneadas al Valle de Tula, donde servirán para el cultivo. En este momento cuenta con un 93% de avance y su operación está programada que inicie en la segunda mitad del año 2015.



BENEFICIOS MÚLTIPLES

Uno de los pilares del Programa de Sustentabilidad Hídrica de la Cuenca del Valle de México es el saneamiento; por ello, la Comisión Nacional del Agua (Conagua) construye la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR Atotonilco, que tratará cerca del 60 por ciento del agua residual que genera la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Esta planta solucionará el añejo problema de contaminación que persiste en el Valle del Mezquital, región que recibe las aguas residuales del Distrito Federal y el Estado de México desde hace más de 100 años y las utiliza así para riego agrícola en más de 80 mil hectáreas.

La planta se construye en un terreno de 158 hectáreas en el Ejido Conejos, en Atotonilco de Tula, Hidalgo, cerca del portal de salida del Túnel Emisor Central y en donde también desembocará el Túnel Emisor Oriente—que está actualmente en construcción—, estructuras protagónicas y fundamentales para el buen funcionamiento del drenaje profundo del Valle de México.

La construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Atotonilco presenta ya un avance superior al 90%, y un 85% principalmente en lo que se refiere a la obra civil y la instalación de equipos como centrífugo-gas de deshidratado de lodos y motogeneradores.

Esta infraestructura beneficiará a más de 700 mil habitantes de Hidalgo, ya que contribuirá a mejorar las condiciones de salud y ambientales de la región, al sanear las aguas negras que se generan en el Valle de México y destinarlas al riego de cultivos agrícolas de la zona, la operación de la planta también impulsará la siembra de cultivos de mayor plusvalía en los distritos de riego Tula y Alfajayucan, Hidalgo.

En términos ecológicos, su beneficio será tangible debido a que con su operación se restaurarán las condiciones ambientales que se han visto afectadas por descarga de grasa, aceites y contaminantes actualmente conducidos por las aguas negras. Se aprovechará el contenido energético de los lodos y se convertirá el gas metano en energía eléctrica.

INGENIERÍA A TODA PRUEBA

La ingeniería utilizada en esta obra, considerada la planta de tratamiento más grande del mundo que se edifica en una sola etapa y la cuarta de mayor tamaño en general, permite el aprovechamiento del gas metano resultante del tratamiento de los lodos, con lo cual producirá hasta 62 por ciento de la electricidad que consume. Esto significa que, en comparación con las plantas convencionales, tendrá menor dependencia de fuentes externas de energía y emitirá a la atmósfera una cantidad menor de contaminantes.



Así, este proyecto tendrá una capacidad promedio para tratar 35 m³/s durante el tiempo de estiaje, el cual incluye un proceso convencional (TPC) que tratará 23 m³/s, más un proceso físico-químico (TPQ) que tratará 12 m³/s, llegando en época de lluvias a manejar en conjunto hasta 42 m³/s; o sea un 20% adicional. Como fase suplementaria de los procesos anteriores, se desarrolla otra área del proceso para dar un tratamiento eficaz a los lodos generados, que serán manejados y depositados en el área destinada al mono-relleno para su almacenamiento. En este proceso, destaca la existencia de enormes estructuras llamadas digestores biológicos, las cuales constan de 30 tanques de concreto con capacidad de 13,000 m³ cada uno, en donde las bacterias descomponen la materia orgánica y generan dióxido de carbono y gas metano, el cual —como se ha mencionado— será utilizado para producir energía eléctrica para consumo interno de la misma planta.

Es importante señalar la ingeniería que demanda un tanque digestor: debe contar con una estructura integral y factible de construir, debido a la forma y requerimientos tan especiales que se necesitan, adicionalmente la preparación del postensado y del sistema de presfuerzo, incluyen la colocación de ductos, torones, tensado e inyectado de lechada. El postensado se aplica tanto vertical como horizontalmente. El suministro y la colocación de cable torón Grado 270 para el presfuerzo horizontal de la estructura incluye ductos, anclajes, ten-



sado de cable e inyección en vainas así como 12 cables de 0.6" adheridos en base a multitorones. Para lograrlo, de acuerdo a los expertos de CONAGUA "se traza la localización de los ductos para el postensado vertical y se coloca y fija la parte del ducto que queda en el concreto de la cimentación, asegurándose de que quede libre el ducto necesario para el traslape de continuación y de que el ducto quede protegido para que no se introduzca concreto, todo esto se realiza a través de un colado continuo con cimbra deslizante".

Para toda la construcción en la planta, de un total de 58 tanques circulares, que incluyen digestores biológicos y espesadores de lodos; además de 54 tanques rectangulares como son los clarificadores primarios, clarificadores secundarios, reactores biológicos y tanques de cloración; teniendo, estas estructuras altas que van desde los 6 hasta los 30 metros de elevación, se habrán instalado una vez que concluya la obra más de 360,000 m³ de concretos convencionales y estructurales. Es inevitable decir que en la construcción de la PTAR el concreto juega un papel relevante, no sólo por

los volúmenes de este material que se instalarán sino porque su funcionamiento es en sí mismo una columna vertebral de concreto de alta resistencia cuyo aparato circulatorio estará compuesto por tuberías de acero al carbón principalmente.

Dentro de las especificaciones técnicas de los cementos podemos mencionar que se han empleado los siguientes: Holcim Apasco CPO 30 R RS BRA (Cemento Portland Ordinario Clase resistencia 30 rápida, resistente a los sulfatos y de baja reactividad álcali agregado); Holcim Apasco tipo CPC 40 (Cemento Portland Compuesto Clase resistente 40); Cementos Moctezuma CPP 30 R/RS/BRA (Cemento portland puzolánico, clase 30 con alta resistencia inicial, resistente a los sulfatos, baja reactividad álcali agregado); Cementos Moctezuma CPP 40 RS (Cemento portland ordinario clase 40, resistente a los sulfatos). En el tema de los aditivos destacan: Euclid Chemical con el producto EU-CON MR 370 (aditivo reductor de agua y retardante de medio rango); EUCOMEX RA 200 (aditivo fluidizante reductor de agua tipo D); GRACE con MIRA 34 (aditivo plastificante plurifuncional ASTM C494



Datos de interés

Consortio Aguas Tratadas del Valle de México S.A. de C.V.

Construcción:

Acciona Agua, Atlatec, Dycusa, ICA, IDEAL y Green Gas.

Tiempo de construcción:

45 meses.

Ubicación:

Atotonilco, Hidalgo.

Nombre del proyecto:

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Atotonilco.

Dependencia a cargo:

CONAGUA.

Inicio de operación:

Mayo 2015.

Tipo A); DARATARD HC (retardador de fraguado inicial ASTM C494 Tipo B y Tipo D).

INVERSIÓN Y PARTICIPACIONES

La inversión total de la obra superará los 10 mil 22 millones de pesos, de los cuales el Fondo Nacional de Infraestructura (Fonadin) aportará 4 mil 599 mdp y el capital restante (5 mil 423 mdp) provendrá de la iniciativa privada. El esquema de financiamiento de la obra está basado en una innovadora asociación público-privada con visión para el desarrollo, posibilidad de repetición e impacto social, gracias al cual el proyecto ha recibido diversos reconocimientos, entre estos el "Water Deal of the Year 2013", de la revista World Finance, y el galardón

de Plata del International Finance Corporation.

El 7 de enero de 2010 se signó el contrato con las empresas Ingenieros Civiles Asociados (ICA), Impulsora de Desarrollo y Empleo de Latinoamérica (Ideal), Promotora del Desarrollo de América Latina, S.A. de C.V., Controladora de Operaciones de Infraestructura, Atlatec, Acciona Agua, Desarrollo y Construcciones Urbanas y Green Gas Pioneer Crossing Energy y LCC, empresas que conformaron el consorcio de Aguas Tratadas del Valle de México (ATVM). El contrato de prestación de servicios con ATVM se estableció por 25 años: los primeros tres años serán para el diseño, elaboración del proyecto y construcción y 22 años para la operación de la planta.

Esta es una de las obras que sin duda marcarán un

referente en el campo de la ingeniería nacional, no exenta de demoras (la obra fue presentada por Felipe Calderón para ser concluida en 2012) por sucesos de coyuntura nacional que la han llevado básicamente a tener una postergación de tres años, quienes están al frente de la obra están confiados que la espera valdrá la pena y que el futuro de servicio que se promete se cumplirá a cabalidad. **C**

TIPOS DE CONCRETO

RESISTENCIA	TOTAL m ³
f'c = 100	15,000
f'c = 150	3,500
f'c = 200	3,800
f'c = 250	22,700
f'c = 300	7,500
f'c = 350	295,000
f'c = 400	500
GRAN TOTAL	348,000 m³



PARQUES EÓLICOS: Con el viento a favor

Juan Fernando González G.

-

Fotografías: Cortesía Asociación Mexicana de Energía Eólica, A.C.

La energía eólica, transformada en energía mecánica ha sido históricamente aprovechada, pero su uso para la generación de energía eléctrica es más reciente, sobre todo a partir de 1975 cuando apareció como una respuesta a la crisis del petróleo y a los impactos ambientales derivados del uso de combustibles fósiles.

En México, la configuración de la normatividad y los primeros atisbos de la infraestructura para atender los proyectos eólicos asomaron la cabeza en los albores del siglo XXI, un tanto tarde si consideramos que los países del primer mundo cuentan con este tipo de tecnología desde hace mucho tiempo.

El ingeniero Héctor J. Treviño, director ejecutivo de la Asociación Mexicana de Energía Eólica, A.C. (AMDEE), charló en exclusiva con *Construcción y Tecnología en Concreto* para ofrecer un contexto amplio de la situación de los parques eólicos mexicanos, los cuales, es un hecho, son una impresionante área de oportunidad empresarial y una alternativa que beneficia ya a amplios sectores de la población nacional.

“Es cierto que llegamos tarde al encuentro con la generación de energía eólica, dice el entrevistado, pero si lo vemos positivamente dicha situación permitió que se pudiera aprender de experiencias ajenas para no cometer costosos errores”, afirmó. Con todo, al cierre del año





2013 México contaba con una capacidad instalada de 1,917 megawatts (MW), y 26 parques eólico en operación; de éstos, 19 se ubican en Oaxaca y el resto en Baja California, Jalisco, Tamaulipas, Nuevo León y Chiapas. La AMDEE se ha planteado desarrollar al menos 12 MW para el año 2020-2022.

FACTOR DE PLANTA

El ingeniero Treviño explica que las energías eólicas y solares son energías intermitentes, por lo que es imposible que el viento corra a la velocidad necesaria para generar energía las 24 horas. Es por ello que hay una fórmula para establecer lo que se conoce como 'factor de planta', que consiste en dividir las 8,760 horas que tiene el año entre las horas que corre el viento "efectivamente".

Así las cosas, tener un buen factor de planta significa un 40% de viento durante un año, lo que sucede en Oaxaca, un estado que resulta muy atractivo.

El director ejecutivo de AMDEE rememora que, una vez que se detectó que Oaxaca era la zona más propicia para instalar los primeros parques eólicos, aparecieron algunos problemas: en principio, que la economía básica del estado estaba dedicada a la ganadería, la agri-



Vientos ibéricos

- La compañía española Iberdrola anunció en agosto de 2014 el inicio de la construcción del parque eólico Pier II, de 66 MW de potencia instalada, que se convertirá en la cuarta instalación de energías renovables de la empresa en México.
- Pier II se ubicará en el municipio de Esperanza, en el Estado de Puebla, con una inversión aproximada de 120 millones de dólares. Una vez que entre en funcionamiento, podrá suministrar energía renovable a 25 mil hogares mexicanos. La empresa ibérica tendrá un socio local, la empresa mexicana Impulsora Latinoamericana de Energías (ILER).

cultura y el turismo, principalmente. De este modo, apuntó el entrevistado, como no había una infraestructura industrial, tampoco existía la necesidad de altos consumos de energía y por ello la Comisión Federal de Electricidad (CFE) no había intervenido.

Pasados algunos años, se creó lo que se conoce como la primera temporada abierta, un esquema que solicitó a los primeros desarrolladores interesados en los parques eólicos una inversión acorde con sus necesidades (100, 200 ó 300 MW), de tal manera que la CFE contará con recursos para construir la infraestructura de "evacuación", es decir, el sistema mediante el cual se pueda enviar la electricidad producida desde su centro de transformación (mediante una línea eléctrica) hasta una subestación de distribución que pueda hacerla llegar a los usuarios finales.

"Básicamente, la CFE se financió con la aportación de los particulares para generar una primera temporada, con la que se pudieron generar aproximadamente 2,600 MW. Ya se licitó la segunda temporada abierta, que estará lista para arrancar en 2017, con una cantidad aproximada de 2,300 MW", aseveró Treviño.



Números al viento

- Mega watts operando en México: 1,917 (2013).
- Mega watts esperados entre 2020-2022: 12 mil.
- Parques eólicos en operación en México: 26.
- Aerogeneradores operando en México: 1,190.
- Inversión que se ha realizado en México desde 2004 para el desarrollo de proyectos eólicos: 3,800 millones de dólares.
- Las casas que cubren necesidades eléctricas por medio de la energía eólica: 411 mil.
- La duración de un aerogenerador : entre 20 y 25 años.
- Los parques eólicos generan entre 17 y 39 veces la cantidad de potencia que consumen, comparado con las plantas nucleares (16 veces) y las plantas de carbón (11 veces).

Fuente: Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE).

NO EN TODAS PARTES HACE AIRE

En todas partes sopla el viento, pero no con las condiciones para generar energía, explicó el representante de AMDEE, quien dijo que hay regiones del país con un gran potencial para crear infraestructuras eólicas. Hablamos de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila; otra zona idónea es Baja California, en el área de La Rumorosa, y la península de Yucatán que empieza a ser interesante. Finalmente, hay casos aislados con menores factores de planta en Jalisco, Zacatecas, Hidalgo, San Luis Potosí, Durango y algunas áreas de Veracruz.

EXPERIENCIAS EN OTROS PAISES

El presidente de la AMDEE, ingeniero mecánico y administrador egresado de la Universidad Regiomontana, considera que México se demoró en entrar a explotar este mercado, "pero lo bueno es que tenemos la experiencia ajena de lo que funcionó y lo que no. El gobierno se pudo haber tardado pero ahora estamos replicando los casos de éxito de otros países", dijo.

Si nos comparamos con otros países es bueno poner como referencia a China, "que es el líder mundial con más de 100 MW eólicos, seguido por Estados Unidos que anda por allí de los 60 mil MW; nosotros cerramos el año pasa-



do con 2 mil MW instalados y en operación, y creemos que este año conectaremos alrededor de 500 MW más. Nuestro objetivo es llegar a los 12 mil MW para el 2020".

A pregunta expresa, el ingeniero Treviño contesta, que no hay ninguna empresa relacionada con el cemento y el concreto que sea parte de la AMDEE. "De hecho, queremos proponer en la siguiente asamblea a celebrarse el próximo año que se abra una nueva clasificación de asociados dedicada a los clientes finales. Estamos en pláticas con Cemex, por mencionar alguna compañía, porque creemos que el punto de vista y las aportaciones de los que están del otro lado podrían complementar mucho más la visión de la AMDEE en el futuro", sentenció.



Ventajas de la energía eólica

- Es limpia. El poder del viento no produce desechos peligrosos, ni contribuye al calentamiento global.
- Es abundante y confiable. México cuenta con uno de los recursos eólicos más importantes a nivel mundial.
- Es económica. Con los precios actuales del gas y del petróleo, la generación de electricidad mediante el poder del viento es altamente competitiva.
- De bajo impacto. A diferencia de otras tecnologías, los parques eólicos no son instalaciones que tengan un alto impacto en su entorno.
- Es segura. La tecnología para aprovechar el viento se ha vuelto más confiable y segura y las tecnologías de prospección permiten altos niveles de certidumbre en cuanto a producción eléctrica, hasta con 7 días de anticipación.
- Es popular. La energía del viento es una de las tecnologías más populares y ampliamente aceptadas a nivel mundial. Las encuestas de opinión arrojan que más del 80% de las personas encuestadas, están a favor de energía del viento.

Fuente: Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE).

CEMEX, CON EL VIENTO A SU FAVOR

Bajo la batuta de Don Lorenzo Zambrano, Cemex desarrolló en el año 2009 un fantástico proyecto eólico bautizado como Eurus, el cual requirió de una inversión de 550 millones de dólares (427 millones de euros). El parque energético es el más grande en su tipo de América Latina y uno de los primeros 15 del mundo.

La importancia de esta obra es superlativa, toda vez que la energía que produce es suficiente para solventar el consumo de una población de 500 mil habitantes. Asimismo, logró evitar la emisión de 600 mil toneladas de CO₂ al año, o lo que es lo mismo, el 25% de los contaminantes totales generados por la población citada. La planta es sumamente importante para CEMEX México ya que cubre una cuarta parte de sus necesidades energéticas.



AMDEE

- La Asociación Mexicana de Energía Eólica, A.C. (AMDEE), nace en 2005 con el objetivo de promover el desarrollo de la industria eólica y colaborar con la transición hacia las fuentes renovables de energía en nuestro país.
- Actualmente, la agrupación representa a un total de 58 asociados, entre los que se cuenta a desarrolladores de proyectos, fabricantes de equipos y componentes, así como proveedores de partes y materiales, empresas constructoras, firmas de consultoría y proveedores de servicios.

Hoy en día, y bajo la misma línea del Ing. Zambrano, el nuevo director general de la cementera, Fernando González Olivieri apuesta por la generación de electricidad, no solo para satisfacer el consumo particular, sino para venderla al mercado abierto. Uno de los siete proyectos que anunció hace unas semanas, se basará en la fuente eólica. **C**





Tras los bastidores de la Central Hidroeléctrica Palomino

Raquel Ochoa Martínez

Fotografías: Cortesía de EGEHD y Odebrecht

44

El comienzo del siglo XX resplandeció con la producción de electricidad proveniente de las centrales hidráulicas que adquirieron, a través del tiempo, mayor importancia a nivel mundial debido al acelerado

LA REPÚBLICA Dominicana apuesta a la generación de energía confiable, eficiente y ambientalmente sustentable. La fórmula: el Complejo Hidroeléctrico Palomino.

crecimiento de la demanda de consumo eléctrico. Desde las centrales hidroeléctricas de Northumberland, Gran Bretaña (1880), hasta la de las Tres Gargantas, en China, la generación de electricidad está basada prácticamente en el generador de turbina hidráulica-alternador.

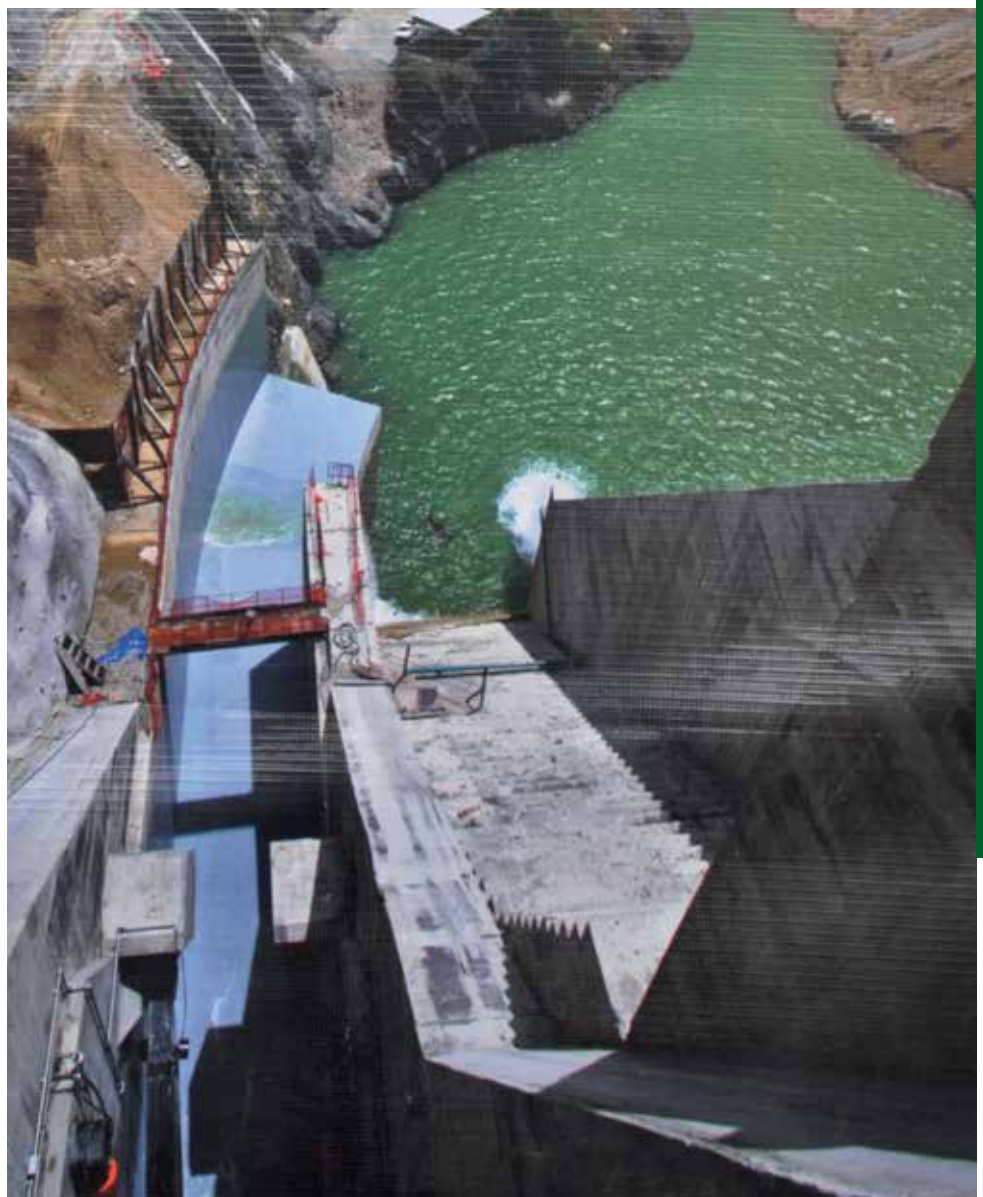
En los años veinte, el volumen de producción de electricidad generada por las centrales hidroeléctricas elevó su participación dentro de la composición del volumen total de producción de electricidad. Para la década de los noventa, Canadá y Estados Unidos se posicionaron en los primeros lugares de producción de energía, por vía de fuentes de energía primaria, el agua.

En la actualidad, las centrales hidroeléctricas son una de las fuentes de energía más importantes a nivel mundial. Su contribución es de casi la cuarta parte de la producción total de energía eléctrica. Estas fuentes de energía renovable sintetizan el conjunto de obras de ingeniería dirigidas a transformar la energía propulsora y el potencial del agua en energía para el consumo. Y es que, las nuevas tecnologías en equipo, maquinaria y materiales; así como el desarrollo intelectual del capital humano, han impulsado el desarrollo de impresionantes obras de ingeniería hidráulica, entre las que sobresalen: la Presa de las Tres Gargantas (China); la Represa Itaipu (Brasil-Paraguay), la Presa

de Tucuruí (Brasil); la Gran Coulee (EEUU), la Presa de Longtan (China); la Syansk (Rusia), la Krasnoyarsk (Rusia), la Bratsk (Rusia), la Sukhovo (Rusia) y la Churchill (Canadá).

El principal objetivo de las centrales hidroeléctricas es proporcionar energía

eléctrica sin producir emisiones de dióxido de carbono ni de otros contaminantes. Y no sólo eso, los complejos hidroeléctricos, poseen características multipropósito como: el almacenamiento de agua para consumo humano, el riego y uso industrial, la generación de electricidad,



la regulación del caudal de las cuencas, mecanismos contra inundaciones, facilitadoras de la navegación fluvial, revalorizar de tierras anegables, generadoras de oportunidades para el turismo y recreación.

En este contexto, la revista *Construcción y Tecnología en Concreto*, realizó una investigación sobre la importancia del Proyecto

Hidroeléctrico Palomino, de República Dominicana. Una apuesta a la generación de energía limpia. En la Provincia de San Juan, se localiza la estructura de aprovechamiento hidroeléctrico Palomino, inaugurada en 2012. Este sorprendente complejo hídrico forma parte del plan de obras hidráulicas desarrolladas, por la Empresa de Generación Hidroeléctrica Dominicana

(EGEHD), para alcanzar la autosuficiencia energética nacional.

ANTECEDENTES

La historia del complejo hidroeléctrico Palomino comienza en el 2005, tras formalizarse el contrato con la Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE), a través de la Empresa



de Generación Hidroeléctrica Dominicana (EGEHD). Para la administración de este complejo es uno de los puntos medulares del Plan para Generación de Energía con el uso del potencial hidráulico de República Dominicana. "el proyecto forma parte del plan de generación eléctrica con el uso del potencial hidráulico que busca reducir la dependencia de los hidrocarburos".

"La casa de máquina será subterránea (tipo caverna) y tendrá una capacidad instalada de 80 Mw, distribuidas en dos turbinas Francis de 40 Mw, cada una, significando un aumento de la capacidad instalada del parque de generación hidroeléctrica de un 15 por ciento".

La construcción del extraordinario complejo hídrico Palomino fue un desafío para la ingeniería moderna. El objetivo fue incrementar 15 por ciento la participación de la fuente de energía hidráulica en la matriz energética dominicana. La fórmula: el Complejo Hidroeléctrico Palomino, con capacidad de generación de 80 Megavatios (MW); una contribución significativa con el cuidado del planeta -evitando lanzar a la atmósfera alrededor de 122,833 toneladas de carbono cada año-, y un ahorro para la nación dominicana de 440 mil barriles de petróleo anuales.

DETALLES DEL PALOMINO

La obra de infraestructura hidráulica Palomino fue un proyecto audaz a cargo de la Constructora Odebrecht, empresa de ingeniería y construcción de América

Latina. La ejecución de este complejo se llevó a cabo en dos fases: La primera, incluyó la construcción del campamento, los accesos y el diseño básico de la obra. A la par, se trabajó en un amplio estudio de impacto ambiental, el levantamiento aerofotogramétrico, el topográfico, la realización de sondeos y estudios geológicos, el diseño básico y de detalle, la adquisición y liberación de terrenos, la construcción de accesos al campamento, construcción de caminos de acceso la obra y un campamento para el personal. La segunda fase estuvo dirigida de lleno al proceso constructivo de la Central Hidroeléctrica.

Los ingenieros se dieron a la tarea de aprovechar la confluencia de las aguas de la alta cuenca de los ríos Yaque del Sur y Blanco, para construir un cierre de 170,000 m³





de concreto compactado con rodillo HCR y 33,000 m³ de concreto estructural, con la finalidad de crear un embalse de 22 hectáreas, con un volumen de 3,3 Hm³. La central está conformada por una presa para embalse de agua con 65 m de altura y 172 m de longitud. Desde donde fluirá el agua por un sistema de túneles de aducción de 15.5 km de extensión, con una cota de 775 m de longitud. La idea del sistema de túneles es llegar hasta la casa de máquinas subterránea, a decir de la empresa.

"La casa de máquina será subterránea (tipo caverna) y tendrá una capacidad instalada de 80 Mw, distribuidas en dos turbinas Francis de 40 Mw, cada una, significando un aumento de la capacidad instalada del parque de generación hidroeléctrica de un 15 por ciento, al pasar de 523 a 603 Mw. Igualmente, se contempla la dotación de una línea de transmisión a 138 Kv".

ESTRUCTURA PROFUNDA

El equipo de ingenieros desafió las profundidades de la tierra, para dar forma al sistema de túneles y estructuras subterráneas, para las que se utilizaron importantes cargas de concreto lanzado. En conjunto, las obras subterráneas demandaron innovadoras soluciones técnicas y tecnológicas, capital humano calificado y medidas de seguridad e higiene para todo el equipo de trabajo.

La optimización de la productividad se logró con el uso de equipo, maquinaria y materiales de alta tecnología industrial para la construcción de túneles. Uno de los equipos esenciales fue la tuneladora TBR (Túnel Boring Machine), que posee la capacidad de perforar, revestir y dar tratamiento al túnel de manera simultánea, además de estar equipado con todas las facilidades necesarias para la carga y transporte del material removido, bombeo

de agua, sistema de voltaje, aire comprimido, entre otras características.

UN MEJOR ENTORNO

Desde el inicio de su diseño, el proyecto Palomino fue concebido para generar beneficios económicos, sociales y ambientales. En el plano ambiental se optó por realizar obras subterráneas que minimizaran los daños al entorno. Simultáneamente se dio marcha al proyecto de plantación de 1.5 millones de especies vegetales en la región.

En suma, este proyecto –a decir de EGEHD– manifiesta que la energía es el combustible del desarrollo de las economías modernas. Mientras confirma que el hombre moderno puede enfrentarse y vencer cualquier reto en la creación de generación de energía limpia en el presente, pensando en el futuro de las próximas generaciones.

Por último, cabe señalar que el Complejo Palomino ha sido reconocido por la Red Nacional de Apoyo Empresarial a la Protección Ambiental (RENAEPA), por cumplimiento del decálogo sobre gestión ambiental y conservación del entorno, con su puesta en funcionamiento el emprendimiento multiplicará los beneficios generados hasta hoy pues la energía limpia que se producirá evitará la importación de 400,000 barriles de petróleo por año, reduciendo la emisión de CO₂ en más de 120,000 toneladas anuales. **C**

PILOT

Máquinas AUTOMÁTICAS de compresión

125'000/250'000/300'000/335'000 lbf cap.

Código 50-A12C04 | 50-A22C04 | 50-A32C04 | 50-A42C04 NORMAS ASTM C39 | AASHTO T22

- > Ejecución automática del ensayo en lazo cerrado con retroacción digital
- > Adopta la moderna tecnología ES Energy Saving para reducción de consumo eléctrico.
- > Bomba hidráulica de dos fases con aproximación rápida y preciso control de flujo hidráulico permitiendo alto rendimiento con resultados precisos (hasta 40 ensayos/hora)
- > Suave contacto platos-probeta y suave aplicación del gradiente de carga desde el inicio de la rampa.
- > Opción de control de segundo marco
- > Opción de impresora gráfica interna con gráfico carga/tiempo
- > Doble interface de usuario vía pantalla digital y PC usando el software opcional software 82-SW/DM



50-A22C04 con base 50-C99/B

Marco

Los modelos de 125'000, 250'000, 300'000 y 335'000 lbf disponen de un rígido marco de acero soldado, rótula esférica que permite al libre alineamiento al entrar en contacto con la muestra y bloqueo automático a la finalización del ensayo.

Platos de compresión

De 6.5" (165mm) de diámetro, con dureza superficial 55 HRC, planicidad 0.02 mm. Certificado trazable de dureza superficial bajo petición.

Sistema de Control Automático PILOT

Hidráulica

Bomba de dos fases: baja presión centrífuga para acercamiento rápido que cambia automáticamente a alta presión radial multi-pistón (hasta 700 bares) para fase de carga.

Motor DC de 720 V, con tecnología ES Energy Saving para reducir consumo de energía y asegurar operación silenciosa..

Hardware

Resolución efectiva de 132,000 puntos, 3 canales, pantalla gráfica táctil de 240x128 pixeles, 50 lecturas/seg, amplia capacidad de almacenaje en llave USB, puerto Ethernet.

Firmware

Visualización simultánea de carga específica, carga, área de la muestra, gradiente de carga real y gráfico carga/tiempo; conexión LAN a PC; gestión de memoria avanzado: visualización de ensayos guardados, descarga de datos a PC con software 82-SW/TRM incluido, gestión completa con software opcional 82-SW/DM; curva de calibración multi-coeficiente; posibilidad de registro de hasta 10 perfiles de ensayo para cada canal permitiendo comienzo rápido y sencillo; 9 idiomas, unidades: kN, ton, lbf.

Seguridad

Válvula de presión máxima para prevenir sobrecargas; switch de fin de carrera del pistón; botón de emergencia, protecciones transparentes de fragmentos delantera y trasera.

Opciones de mejora

Conexión a segundo marco

50-C10C/2F

Válvula de 2 vías para control de segundo marco en sistema PILOT

Impresora gráfica

50-C10/PR

Impresora gráfica interna alfanumérica

Switch de cierre de puerta

50-C50/P1

Switch de seguridad que detiene el motor con puerta abierta

Procedimiento de calibración especial

50-C0050/CAL2

Calibración especial para obtener Clase 1 desde el 2% del fondo escala..

Certificado de dureza de platos

50-C0050/HRD2

Certificado trazable de dureza de platos. Dureza mínima 55 HRC.

Información para pedidos

125'000 lbf de capacidad

50-A12C04

Máquina Automática de compresión PILOT COMPACT-Line, 125'000 lbf cap., para ensayos en cilindros de hasta 6" x 12" 110 V, 60 Hz, 1 f

50-A12C02

Mismo modelo 230 V, 50-60 Hz, 1 f

250'000 lbf de capacidad

50-A22C04

Máquina Automática de compresión PILOT COMPACT-Line, 250'000 lbf cap., para ensayos en cilindros de hasta 6" x 12" 110 V, 60 Hz, 1 f

50-A22C02

Mismo modelo 230 V, 50-60 Hz, 1 f

300'000 lbf de capacidad

50-A32C04

Máquina Automática de compresión PILOT COMPACT-Line, 300'000 lbf cap., para ensayos en cilindros de hasta 6" x 12" 110 V, 60 Hz, 1 f

50-A32C02

Mismo modelo 230 V, 50-60 Hz, 1 f

335'000 lbf de capacidad

50-A42C04

Máquina Automática de compresión PILOT COMPACT-Line, 335'000 lbf cap., para ensayos en cilindros de hasta 6" x 12" 110 V, 60 Hz, 1 f

50-A42C02

Mismo modelo 230 V, 50-60 Hz, 1 f



El crecimiento acelerado de la demanda de gas natural en México estimuló la transformación y competitividad de esta industria. La Terminal de Gas Natural Licuado de Manzanillo (TGNLM) es icono de este cambio y evolución.

Raquel Ochoa Martínez

—

Fotografías: Cortesía de la CFE y la SCT

LA TERMINAL DE GAS NATURAL LICUADO DE MANZANILLO:

Un desafío para competitividad nacional



Obras y servicios de la TGNLM

Durante los últimos años, la expansión de la demanda de gas natural en México ha crecido a un ritmo constante vinculado a las exigencias de la industria y el mercado energético. Las expectativas de desarrollo de productores y consumidores de gas natural han retado a la industria de exploración y explotación de hidrocarburos a responder a los desequilibrios entre la oferta y la demanda del mercado dirigidos garantizar el suministro de combustible.

En este escenario, el gobierno federal y autoridades a cargo del sector energético nacional contemplaron varias medidas estratégicas para resolver la encrucijada del mercado energético. Entre todas las fuentes de suministro, sólo dos -Lázaro Cárdenas y Manzanillo- cumplían con el objetivo de asegurar el abasto de gas natural en el centro y occidente del país, sin incrementar los precios e inducir la volatilidad en el mercado. El Puerto de Manzanillo, fue el sitio que ofreció mayores ventajas competitivas para colocar al mercado energético en una posición de mayor competitividad. Así surgen los cimientos de la moderna Terminal de Gas Natural Licuado (TGNLM).

La revista *Construcción y Tecnología en Concreto*, estimando la importancia e impacto del desarrollo de las fuentes de suministro de combustible que inducen la competitividad de la industria energética del país, se dio a la tarea de investigar los pormenores del desarrollo y expectativas de la Terminal de Gas Natural Licuado de Manzanillo (TGNLM), ubicada al sur del puerto de Manzanillo, en el estado de Colima.

En diciembre de 2004, la Comisión Federal de Electricidad la Secretaría de Energía y Petróleos Mexicanos, anunciaron la puesta en marcha del desarrollo de la Terminal de Gas Natural Licuado de Manzanillo como parte del Proyecto integral del mismo estado del occidente del país.

A decir de la CFE, este proyecto forma parte del Plan Nacional de Infraestructura, además de ser una pieza clave en su estrategia para garantizar el servicio eléctrico a largo plazo en el occidente del país. Al mismo tiempo, la TGNLM, se potencia como símbolo emblemático del desarrollo y competitividad del sector energético nacional.

- Servicio de Suministro de Gas Natural Licuado en la Zona de Manzanillo.
- Servicio de Recepción, Almacenamiento y Regasificación de Gas Natural Licuado y Entrega de Gas Natural a la Comisión Federal de Electricidad en la Zona de Manzanillo.
- Servicio de Transporte de Gas Natural a las Centrales Termoelectricas de la CFE en Manzanillo, Colima. Así como al Sistema Nacional de Gasoductos de PGPB.
- Suministro de Energía a la zona Manzanillo.
- Repotenciación de la Central Termoeléctrica Manzanillo I U-1 U-2.

Fuente: CFE

La idea de la nueva terminal de combustible es incrementar la capacidad de megavatios (MW) para las zonas Centro y Centro Occidente del país, razón por la cual se hicieron necesarias la realización de diversas obras de suministro y distribución del combustible que permiten la viabilidad del abastecimiento en el mercado energético. En este contexto, la TGNLM garantiza el abasto de gas natural a futuro para las centrales eléctricas de la zona y para las que



Tanques de almacenamiento y actividades para edificación

- Total de tanques de almacenamiento: 2.
- Capacidad de almacenamiento: 150,000 m³ (gas liquido) cada uno.
- Diámetro exterior: 88.80 m.
- Altura: 50 m altura.
- Construcción de pilas: 452 piezas.
- Acero de refuerzo en losa de cimentación: 10,145 m³.
- Concreto en losa de cimentación: 10,145 m³.
- Colado de pedestales y colocación de aisladores sísmicos: 340 piezas.
- Acero de refuerzo losa base: 2,000 toneladas.
- Concreto en losa base: 9,372 m³.
- Colocación de armado muro perimetral (903 Ton) (hasta 8vo. anillo)
- Acero de refuerzo RINGBEAM: 527 ton. (9 no. Anillo)
- Concreto para muro perimetral y RINGBEAM: 8,379 m³.
- Acero de refuerzo sobre cúpula: 1,345 toneladas.
- Placas para cúpula: 509 piezas.
- Boquillas en la parte superior de cúpula: 105 piezas.
- Concreto sobre cúpula: 3,200 m³.
- Construcción de pedestales para montaje de equipos sobre cúpula: 70 piezas.

Fuente: CFE



Nuevo canal de navegación

- Total de escolleras: 2.
- Longitud del canal: 1,270 m.
- Ancho del canal: 450 m.
- Ancho fondo: 250 m.
- Profundidad: 15 m.
- Cantidad a dragar: 16,000,000 de m³ de arena.
- Talud: 5:1.
- Dársena de ciaboga: 600 m.
- Reubicación de puente FFCC y carretero.

Fuente: CFE



Bondades de la TGNLM del Puerto de Manzanillo

- Garantizar el suministro de gas natural en la zona Occidente del país.
- Aprovechamiento de sinergias de la integración con la Terminal de gas natural licuado con la central.
- Termoeléctrica de Manzanillo I y II.
- Menor impacto ambiental en la zona de Manzanillo.
- Promueve la ampliación de la infraestructura del puerto y una mayor industrialización de la zona.
- El precio del gas natural en los centros de consumo en el Occidente y Bajío se reducen.

Fuente: CFE

se construirán en el futuro, ofreciendo un horizonte seguro en el suministro de combustible para garantizar la generación de electricidad en la región.

Pero, una terminal de tales dimensiones implica desafíos complejos. Y es que, la TGNLM debe facilitar la recepción del Gas Natural Licuado (GNL) proveniente de la cuenca del Pacífico y ofrecer garantías de almacenamiento y gasificación de combustible, para su posterior depósito en gasoductos y distribución del gas natural licuado a las nuevas centrales de generación de energía en las zonas centro. En este sentido, la construcción de la TGNLM en el puerto y la planta de almacenamiento y regasificación -con capacidad de capacidad de 500 MMPCD- incrementan el horizonte del suministro de combustible.

Construir una obra de tales dimensiones fue un gran reto. El consorcio KMS -integrado

por las empresas: Korean Gas Corporation (Corea), Mitsui & Co.Ltd. (Japón) y Samsung C&T Corporation (Corea)- fue el elegido para llevar a cabo el ambicioso proyecto de infraestructura logística que da viabilidad a la cadena de suministro en el centro y occidente del país: servicio de compra de gas natural licuado colocado en puerto; puerto para los buques tanque; terminal de regasificación; conversión y repotenciación de la Central Termoeléctrica Manzanillo; desarrollo del gasoducto Manzanillo-Guadalajara, construcción de dos nuevas centrales eléctricas de ciclo combinado en Guadalajara y una red eléctrica asociada.

LA TGNLM

La impresionante obra de suministro de combustible se erige en el sistema Lagunar de Cuyutlán -al margen derecho del Canal de Tepalcates, 12 kilómetros al sur del Puerto de Manzanillo, emplazados en 2,020,000 m² de superficie total. Su construcción fue realizada en un periodo de tres años y medio. A decir de la CFE, la nueva terminal de abastecimiento de combustible tiene una capacidad de recepción y almacenaje de hasta 300,000 m³ de gas natural licuado. Conjuntamente facilita la regasificación y entrega de gas natural a la CFE, hasta por una cantidad de 500 millones de pies cúbicos al día.



"Las obras consistentes en equipos para el almacenamiento y regasificación de gas natural licuado incluyendo muelle, canal de acceso, dársena de ciaboga, escolleras de protección, terraplén para la reubicación de un tramo de carretera y de ferrocarril, acueductos, instalación de tramo de gasoducto y de ducto para agua fría, estos dos últimos desde la TGNLM a la Central Termoeléctrica de Manzanillo", informó la CFE.

CIMENTACIÓN PROFUNDA

Dentro de las estructuras más importantes de la TGNLM "se contempló la construcción de dos tanques de almacenamiento de 92 m de diámetro, cuya cimentación se resolvió mediante pilas coladas in situ, de 120 cm de diámetro y 18 m de profundidad. Dada la importancia de la obra, se consideró la pertinencia de verificar experimentalmente, en la etapa de diseño, las estimaciones teóricas de capacidad de carga realizadas para el cálculo de la cimentación de los tanques, por lo que se realizó el diseño y ejecución pruebas de carga axial a compresión sobre pilas de prueba construidas ex profeso. Las pruebas realizadas antes de la construcción de los tanques fueron en total cinco con capacidad de 1,500 toneladas", expresó -en su portal- PILOTEC, empresa que desarrolla actividades relacionadas con la industria de las cimentaciones profundas.

TANQUES DE CONCRETO

Los tanques de almacenamiento son pieza esencial en la nueva TGNL para el depósito de gas natural licuado. El Acero y concreto fueron los materiales imprescindibles para la construcción de estos depósitos. Para la parte interior del tanque se utiliza una estructura de acero, mientras que la parte exterior se caracteriza por un tanque de concreto pretensado. Estos materiales aseguran cualquier fuga de gas natural licuado, logrando su contención en caso de emergencia. Entre el tanque de acero y el de concreto existe un material aislante con el fin de disminuir la entrada de calor del medio ambiente.

Asimismo, el concreto es fundamental para asegurar la losa del fondo del depósito exterior,



así como la cúpula o techo del elemento. Para los tanques de almacenamiento se utilizaron alrededor de 42,453 m³ de concreto.

CUIDADO DEL PLANETA

La obra de infraestructura para el suministro de combustible no sólo satisface las demandas del sector energético, además ofrece diversos beneficios para el medio ambiente de la región. Su proceso de transformación permite una operación de manera limpia impactando sustancialmente en la calidad del aire en la zona de Manzanillo. De manera paralela, el proyecto puso en marcha el rescate, preservación y reforestación del mangle blanco y rojo de la Laguna de Cuyutlán.

Así las cosas, la TGNLM es una impresionante obra de ingeniería que genera soluciones eficientes, duraderas y limpias a la encrucijada del horizonte de industria y el mercado de gas natural de México. **C**



Obras de infraestructura del proyecto de la TGNLM

- Construcción de la nueva Terminal de Gas Natural Licuado.
- Compra del gas natural licuado y transportación desde su punto de origen hasta la Terminal por vía marítima.
- Construcción de los gasoductos asociados entre ellos el Manzanillo-Guadalajara que conectará la Terminal de Gas Natural Licuado con el Sistema Nacional de Gasoductos de PEMEX Gas y Petroquímica Básica en la estación el Castillo, en Jalisco.

Fuente: CFE



La energía, protagonista en los edificios inteligentes

**ALFONSO
RIVERA LÓPEZ**

56

"NO HAY NINGUNA empresa del ramo del cemento y el concreto dentro del Instituto Mexicano del Edificio Inteligente (IMEI), y sería muy fructífero conocer la tecnología con la que trabajan los fabricantes de estas materias en México", Alfonso Rivera López.



Una empresa de primera

El ingeniero Rivera López, presidente del IMEI, es propietario de **Azteca Controls**, una empresa mexicana líder en la implementación de tecnologías para edificios inteligentes y sustentables que ofrece soluciones integrales de vanguardia para la Instrumentación, Automatización y Control de Edificios Comerciales, Industriales y Residenciales. Algunos de sus proyectos incluyen: Plaza Carso, Corporativo Colgate Antara, City Express Santa Fe, Planta Bombardier (Querétaro) y Aeropuertos de Puerto Vallarta, Tijuana y Monterrey.



na iniciativa que formó parte de la oleada de innovaciones que surgieron en la década de los ochenta fue la creación de los edificios inteligentes, algo que parecía propio de la ciencia ficción y que paulatinamente ha demostrado ser de gran utilidad ante la gran escasez de energía y de recursos financieros para darle mantenimiento permanente a construcciones residenciales y comerciales.

Un edificio inteligente debe contar con flexibilidad, es decir, con una planeación y diseño que le permita realizar cambios futuros sin necesidad de costosas obras de remodelación. Asimismo, debe integrar todos los servicios relacionados con la energía, la iluminación, las telecomunicaciones, la seguridad y la automatización, al mismo tiempo que ofrezca a sus ocupantes un gran confort en un ambiente sano o ecológico.

En los últimos 20 años, las edificaciones se han transformado debido a los avances tecnológicos y a la irrupción de nuevos materiales y sistemas constructivos. Hoy existen en todo el mundo edificios de una altura inimaginable (como el Burj Dubai de 828 metros de altura), lo que ha hecho necesario el desarrollo de la tecnología para que dichas construcciones sean más funcionales, confortables y productivas.

Los usuarios de este tipo de edificaciones requieren elevadores de alta velocidad que los lleven directamente al destino elegido; un sistema de aire acondicionado que los proteja del exterior con el menor consumo de energía, en convivencia con diversos esquemas automatizados que aseguren un mejor control del flujo de personal y condiciones de seguridad (control de accesos, identificación fotográfica o en video de los visitantes externos, supervisión de espacios específicos a los que solamente puedan acceder el personal autorizado, etcétera).



Juan Fernando González G.



www.facebook.com/revistacyt

Fotografías: Grupo Editorial Puntual Media

Sustentabilidad en la construcción

Los edificios son responsables aproximadamente del:

- 36% del uso total de energía.
- 65% del consumo de electricidad.
- 30% de las emisiones de Gases Efecto Invernadero.
- 30% del uso de arterias primas.
- 30% de los residuos que van al vertedero.
- 12% del uso del agua potable.

Fuente: Arquitecto Juan Carlos Baumgartner, profesional acreditado LEED por el *US Green Building Council*.

LA VOZ DE UN EXPERTO

El ingeniero Alfonso Rivera López, actual presidente del Instituto Mexicano del Edificio Inteligente, A.C. (IMEI) refrenda la afirmación acerca de los cambios que se han suscitado en los últimos cinco lustros, lo cual, necesariamente, ha impactado a los sistemas relacionados con las edificaciones inteligentes. Un ejemplo claro y directo de ello, explica el especialista, es el que tiene que ver con los protocolos en el ámbito de la comunicación, los cuales, hace poco más de una década eran cerrados (protocolos propietarios); hoy, la gran mayoría de estos sistemas son abiertos y están homologados.

Sin embargo, en la actualidad existen muchos edificios que todavía trabajan con un tipo de tecnología un tanto atrasada y eso es una limitante, señala el entrevistado; no obstante, siempre hay una solución porque los cambios requeridos pueden realizarse paulatinamente para que una edificación sea segura y confortable, al tiempo que ahorre la mayor cantidad de energía posible con la implementación de sistemas automatizados.

El IMEI tiene una gran responsabilidad social, y es por ello que realizamos conferencias técnicas mensuales, un diplomado de Especialidad en Tecnología de los Edificios Inteligentes y Sustentables, cursos de capacitación, así como boletines y artículos técnicos. Además, buscamos establecer alianzas con instituciones educativas, empresariales y gubernamentales, de tal forma que, al final del camino, nuestros miembros (arquitectos, ingenieros especializados, operadores de edificios y especialistas en mantenimiento) estén actualizados y conozcan a los proveedores que operan con las tecnologías de punta disponibles, dice Rivera López.

EL NUEVO PARADIGMA DE LA ENERGÍA

La eficiencia energética es, ahora mismo, uno de los fundamentos

de un edificio inteligente, y su importancia es tal que en muchas partes del mundo se le empieza a nombrar "el quinto combustible". Esta iniciativa se basa en el uso de todos los avances tecnológicos posibles para obtener servicios más valiosos de los recursos energéticos, sin que ello signifique privarnos de ellos. En resumen, se trata de implementar ciertas acciones que nos proporcionen energía de una manera más rápida, más económica y más limpia.

En el mismo sentido hay que señalar que en los últimos años ha surgido la tendencia conocida como *Net-Zero* o *ZEB* (*Net-Zero Energy Buildings*), un calificativo que se le confiere a los edificios residenciales o comerciales cuyo consumo total neto de energía proveniente de recursos no renovables (como la electricidad, el gas natural o el petróleo) es cero. Estas construcciones son tan eficientes, ha señalado el ingeniero Francisco J. Sánchez Fregoso, gerente nacional de ventas de *Johnson Controls Buildings Efficiency México*, que dependen principalmente de la energía renovable que generan en sitio.

"Típicamente utilizan energía no renovable en las épocas del año cuando la energía renovable no es suficiente para satisfacer la demanda de energía empleada, pero cuando la generación en el sitio es mayor que las necesidades del edificio, el excedente de energía se retorna a la red



IMEI y BOMA, una proyección internacional

eléctrica. Cuando la contribución de energía renovable es equivalente a la misma cantidad de energía no renovable consumida se 'cancelan', obteniendo un total neto de energía consumida igual a cero", explica el experto.

EL CONCRETO Y LOS EDIFICIOS INTELIGENTES

El presidente del IMEI, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del Instituto Politécnico Nacional y con 22 años de experiencia en el ramo de la automatización, apunta que la "tecnología aplicada en un edificio inteligente no es, en ningún modo, un lujo, sino una necesidad que tiene como finalidad hacernos la vida más sencilla, algo que ya sucedió, por ejemplo, con los teléfonos celulares".

En 22 años, no ha ingresado al directorio del IMEI ninguna empresa o institución ligada al cemento y el concreto; algo extraño sobre todo cuando se observa que los materiales citados son, a todas luces, sumamente sustentables. El ingeniero Rivera López establece que la construcción de elementos prefabricados de concreto, así como la disponibilidad del cemento y concreto desde puntos muy cercanos a la construcción de una obra, podrían ofrecer mayores puntos en el sistema Liderazgo en Diseño Energético y Medioambiental (LEED, por sus siglas

- *Building Owners and Managers Association* (Asociación de Dueños y Administradores de Inmuebles) es una agrupación estadounidense fundada en 1907 e integrada por más de 16,500 miembros que pertenecen a más de un centenar de asociaciones locales y foráneas. BOMA cuenta con filiales en países como Australia, Brasil, Canadá, China y Reino Unido, entre otros.
- En nuestro país, el IMEI integró recientemente el Capítulo México de BOMA, con lo cual podrá responder a las necesidades del mercado inmobiliario mexicano.

en inglés), lo cual permite optimizar los recursos materiales y energéticos aplicados en una edificación.

Asimismo, de la charla se desprende que la durabilidad, economía, el impacto local y las ventajas térmicas del concreto son factores intrínsecos a la planeación de una construcción inteligente. Es un hecho que los arquitectos reconocen la versatilidad y el gran potencial estético de esta materia prima, mientras que los ingenieros civiles tienen en alta estima la solidez y la economía del concreto a largo plazo.

En el mismo sentido, la irrupción en el mercado de la construcción del concreto permeable, que permite el paso del agua pluvial a los mantos freáticos, así como el concreto translúcido o el de tipo celular (el cual reduce el gasto de energía por sus características de aislamiento térmico) podrían ser considerados como componentes de una edificación inteligente.

Al respecto, es pertinente señalar que el ingeniero Rivera se mostró muy interesado en entrar en contacto con empresas del ramo cementero y con los directivos del Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, A.C. (IMCYC) ya que, advirtió, "no tenemos a ninguna empresa del ramo del cemento y el concreto dentro del instituto, y bien pudieran tener cabida en nuestra asociación. Hacer alianzas entre el IMEI y el IMCYC, por ejemplo, sería muy fructífero para todos los asociados ya que les interesaría mucho conocer la tecnología con la que trabajan los fabricantes de cemento y concreto en México", concluyó. **C**



Premio al Edificio Inteligente y Sustentable

- Centro Corporativo Santander Santa Fe, ciudad de México (1994).
- World Trade Center, ciudad de México (1995).
- Hospital Ángeles Lomas, ciudad de México (1999).
- Torre Mayor, ciudad de México (2002).
- Teatro Auditorio Gota de Plata, Pachuca, Hidalgo (2005).
- Contact Center Santander, Querétaro, Querétaro (2008).
- Museo memoria y Tolerancia, ciudad de México (2011).



APP DEL MES



ForoEolo.

EMPRESA: Editec S.A.

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.conduit.app_3f0ac75f5b0a4869b3fa1f593c125008.app&hl=es

ESTA APLICACIÓN es un foro para la discusión de temas técnicos y de negocios cuyo contenido en forma exclusiva apunta al análisis de los asuntos más relevantes en torno a la energía eólica. Tiene por objetivo analizar proyectos, tecnologías, equipos, servicios e ingeniería, abordando puntos de vista tanto de los sectores públicos, como privado.



CONCRETO VIRTUAL

<http://twenergy.com/energia>

Twenergy



TWENERGY ES una comunidad online creada por la empresa Endesa con el objetivo de servir de referencia en el campo de la eficiencia energética y el desarrollo sustentable, ofreciendo pautas para un consumo responsable de energía.

Ofrece desde información, consejos y soluciones prácticas para mejorar el ahorro energético en el hogar, oficina o transporte, hasta iniciativas en materia de eficiencia energética, energías renovables y medio ambiente. También se pueden intercambiar experiencias y opiniones entre los propios miembros de la comunidad, que pueden canalizar a través de sus votos el soporte a proyectos relacionados con la eficiencia y la solidaridad. **C**

MI OBRA EN CONCRETO



¿QUIÉN ESTA EN LA FOTO?
Trabajadores RMASR.

¿DÓNDE SE ENCUENTRA?
Zona residencial puerto Cancún.

¿POR QUÉ QUISO TOMAR LA FOTO EN ESE LUGAR?
Por el colado de la rampa y por lo que implicaba hacer esta obra.

DATOS RELEVANTES DE LA OBRA:
La rampa de botado esta a orilla de un canal de puerto Cancún por lo que se colocaron bobas de achique se tenían que trabajar de día y parte de la noche.



EDITADO POR EL INSTITUTO MEXICANO
DEL CEMENTO Y CONCRETO, A.C.



**Determinación de la
expansión de barras de
mortero de cemento
sumergidas en agua.**

**Norma Mexicana
NMX-C-185-ONNCCE-2010**

Número

88

SECCIÓN
COLECCIONABLE



Determinación de la expansión de barras de mortero de cemento sumergidas en agua.



Industria de la construcción-cemento hidráulico-Determinación de la expansión de barras de mortero de cemento sumergidas en agua.

En este resumen se presenta la Norma Mexicana **NMX-C-185-ONNCCE-2010**. El lector puede emplear la siguiente información para familiarizarse con los procedimientos básicos de la misma. Sin embargo, la publicación no reemplaza el estudio indispensable de la Norma.

OBJETIVO

Este método se refiere a la determinación de la expansión de barras de mortero hechas exclusivamente con cemento portland, del cual los sulfatos son parte integral. Para determinar la expansión de barras de mortero almacenadas bajo el agua cuando éstas se fabrican con cemento portland que contenga sulfato de calcio, dicha expansión estará en función de la cantidad de sulfato de calcio presente en el cemento, a mayor cantidad mayor expansión.

Los requerimientos del cemento pueden limitar el contenido de sulfato de calcio presente, esto se consigue si se establece la cantidad de expansión máxima que una barra de mortero puede alcanzar.

REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes normas mexicanas vigentes o con las que las sustituyan.

• **NMX-C-057-ONNCCE:**

Industria de la construcción-Cementantes hidráulicos-determinación de la consistencia normal.

• **NMX-C-061-ONNCCE:**

Industria de la construcción-Cemento-Determinación de la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos.

• **NMX-C-062-ONNCCE:**

Industria de la construcción-Método de prueba para determinar la cantidad de cementantes hidráulicos.

• **NMX-C-085-ONNCCE:**

Industria de la construcción-Cementos hidráulicos-Método estándar para el mezclado de pastas y morteros de cementantes hidráulicos.

• **NMX-C-148-ONNCCE:**

Industria de la construcción-Cementos y concretos hidráulicos-Gabinetes cuartos húmedos y tanques de almacenamiento-Condiciones de diseño y operación.

MATERIALES AUXILIARES

- Agua destilada
- Arena graduada, tal como se especifica en la norma mexicana NMX-C-061-ONNCCE.
- Material a ensayar (cemento).





EQUIPO

Báscula

Debe ser capaz de pesar en una sola operación cada una de las cantidades de los materiales y debe ser evaluada su precisión y exactitud a una carga total de 2 kg.



Comparador de longitudes

Los cambios que la probeta sufra en su longitud deben medirse con un comparador de carátula o con un micrómetro, de acuerdo con la norma mexicana NMX-C-062-ONNCCE.

Cuarto de curado o pileta

De acuerdo con la norma mexicana NMX-C-148-ONNCCE.

Enrasador

Puede ser una cuchara de albañil o espátula, de acuerdo con la norma mexicana NMX-C-061-ONNCCE.

Mezclador Mecánico

Debe estar constituido con lo establecido en la norma mexicana NMX-C-085-ONNCCE.

Moldes

Deben cumplir con lo especificado en la norma mexicana NMX-C-062-ONNCCE.

Pisón

Debe cumplir con lo especificado en la norma mexicana NMX-C-061-ONNCCE.

CONDICIONES AMBIENTALES

Condiciones de temperatura

La temperatura ambiente del laboratorio, así como los materiales y equipo utilizado en el ensayo deben estar entre $293\text{ K} \pm 2\text{ K}$ ($23\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$). La temperatura del agua de mezclado y del cuarto o gabinete de curado deben conservarse a $293\text{ K} \pm 2\text{ K}$ ($23\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$).

Condiciones de humedad

La humedad relativa del laboratorio debe ser de por lo menos 50% y la humedad del gabinete o cuarto húmedo debe estar de acuerdo a lo estipulado en la norma mexicana NMX-C-148-ONNCCE.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Preparación de los moldes

Los moldes deben estar limpios y se deben engrasar ligeramente con aceite mineral; después de esta operación se colocan los tornillos de referencia, cuidando que se conserven limpios y libres de aceite.



Moldeado de los especímenes

Inmediatamente después de haber terminado de hacer la mezcla, se procede a moldear la probeta en dos capas, comprimiendo con el apoyo del pisón y haciendo que la pasta llegue a todas las esquinas alrededor de los tornillos de referencia, que se han insertado a lo largo de la superficie del molde hasta que se logre obtener una probeta homogénea.

Ya que se haya consolidado la capa superior, debe cortarse la pasta a la altura de los bordes superiores del molde y alisar su superficie con unas cuantas pasadas de la cuchara de albañil. Para operaciones del mezclado y moldeado se sugiere proteger la manos con guantes de hule.

PROCEDIMIENTO

Almacenamiento inicial

Después de terminar el moldeo, se colocan los especímenes dentro de sus moldes en el cuarto de curado; las caras superiores deben quedar expuesta al aire húmedo, pero hay que evitar el escurrimiento de gotas de agua sobre su superficie.

Almacenamiento posterior

Después de las mediciones iniciales, se colocan los especímenes en un tanque con agua saturada en cal dentro del cuarto de curado; durante este periodo deben quedar cubiertos con una capa de al menos 5 mm de agua, que debe mantenerse limpia, y de ser necesario, cambiándola.

Medición de la longitud

Remover los especímenes del agua, uno a la vez y quite el exceso de agua con una franela húmeda antes de hacer las lecturas con el comparador de longitud. La primera lectura debe hacerse a la edad de $24h \pm 15$ min del momento en que el agua y el cemento entraron en contacto, mida los especímenes de nuevo a la edad de 14 días. Se puede obtener una información más detallada del espécimen si se hacen lecturas anteriores y posteriores a la edad de 14 días.

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Calcule la diferencia de longitud del espécimen a 24 h y a 14 días, de la longitud efectiva del índice y reporte la expansión del espécimen en ese periodo.

INFORME DEL ENSAYO

Se reporta el resultado promedio de cuatro especímenes. **C**

BIBLIOGRAFÍA:

NOM-008-SCFI-1993:
Sistema general de unidades de medidas.

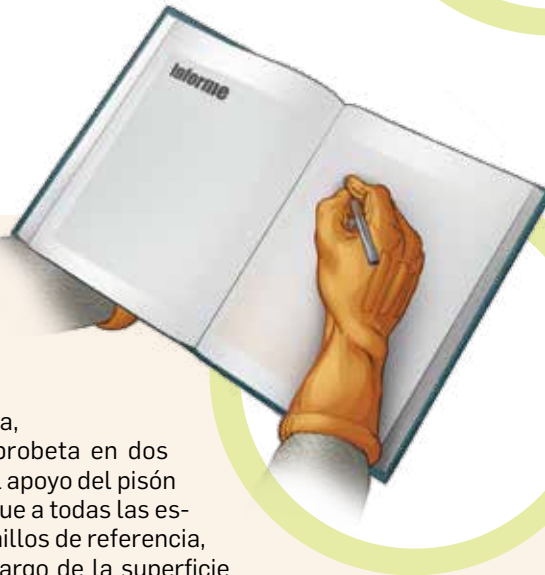
NMX-Z-013-1977:
Guía para redacción y presentación de normas mexicanas.

ASTM-C-1038-04:
Método de prueba para determinar la expansión de barras de mortero almacenadas en agua.

NOTA:

Tomado de la Norma Mexicana **NMX - C - 185 - ONNCCE - 2010. Industria de la construcción - Cemento hidráulico - Determinación de la expansión de barras de mortero de cemento sumergidas en agua.**

Especificaciones y métodos de ensayo. Usted puede obtener esta norma y las relacionadas con agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en: normas@mail.onncce.org.mx, o al teléfono del ONNCCE 5663 2950, en México, D.F. O bien, en las instalaciones del IMCYC.



**UN NUEVO
COLOR
MUESTRA
QUIÉN ERES,
LEER TE
AYUDA A
EXPRESARLO**



LO QUE IMPORTA ESTÁ EN TU CABEZA

LEE
20 minutos al día


Consejo de la Comunicación
Voz de las Empresas

leermx.com   

➤ Infiernillo energético

Gregorio B. Mendoza



Foto: www.datuopinion.com

La central hidroeléctrica "El Infiernillo" fue construida entre 1960 y 1964 sobre el río Balsas, en el estado de Guerrero, cerca de los límites con Michoacán, y forma parte del Sistema Hidroeléctrico Presidente Adolfo López Mateos. La obra comandada por la entonces joven empresa Ingenieros Civiles Asociados (ICA) representó la culminación de un trabajo de ingeniería del cual no existía referente previo en el país en términos de diseño, construcción y dimensiones.

Su realización fue todo un suceso histórico para los ingenieros de la época, de esta proeza constructiva destaca, sin duda, la construcción de la cortina, misma que requirió de un esbelto corazón central de arcilla impermeable, que soporta el empuje del agua retenida en el embalse. La mayor parte de los respaldos (a ambos lados del corazón), fueron construidos con un sistema de enrocamiento (fragmentos de roca de diversos tamaños, resultado de voladuras en cantera).

Más allá de la ingeniería que sigue siendo uno de los más claros ejemplos de la vanguardia que en su momento llegó a tener el país en ese campo, esta hidroeléctrica tiene como suceso anecdótico y controversial el hecho de haber requerido que se desalojaran y se inundaran para su realización el pueblo de Infiernillo y el ejido Las Minutas. Del primer poblado (el viejo Churumuco) aún es posible encontrar la torre de su antiguo templo entre las aguas del Estado de Michoacán, lo que lo ha convertido en icono indudable del lugar a nivel nacional. Hoy esta obra es uno de los pilares de generación de energía y se encuentra en operación a través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). **C**

Foto: www.panoramio.



Índice de Anunciantes

IMCYC	2º DE FORROS
IMCYC	3º DE FORROS
CONTROLS	4º DE FORROS
HENKEL	1
CICM	3
GRUPO GRAGO	7
HENKEL PUBLIRREPORTAJE	27
CONTROLS PUBLIRREPORTAJE	49
CONSEJO DE LA COMUNICACIÓN	63

Si desea anunciarse en la revista, contactar con:

Lic. Renato Moysén
(55) 5322 5740 Ext. 216
rmoysen@mail.imcyc.com

✉ buzon@mail.imcyc.com.

f /Cyt imcyc

t @Cement_concrete

Conforme a:
| ASTM C39 – AASHTO T22 |

Nuevas prensas automáticas **AUTOMAX y PILOT** El poder de la innovación

CVI TECH

CUSTOMER'S VALUE
DRIVES THE INNOVATION



Distribuidor exclusivo en México:
EQUIPOS DE ENSAYE CONTROLS, S.A DE C.V.
Av. Hacienda 42, Col. Club de Golf Hacienda,
Atizapán de Zaragoza, C.P. 52959, Estado de México.
Tels. (+52 55) 55 32 07 99, 55 32 07 22, 53 78 14 82

CONTROLS Your Partners
Masters of Technology

info@controls.com.mx
www.controls.com.mx