

# Un reto histórico



**Ing. Carlos Mario Gómez G.**  
(Asesor técnico de  
Cementos Argos S.A.).

**Fotos: Cortesía revista  
Noticreto.**

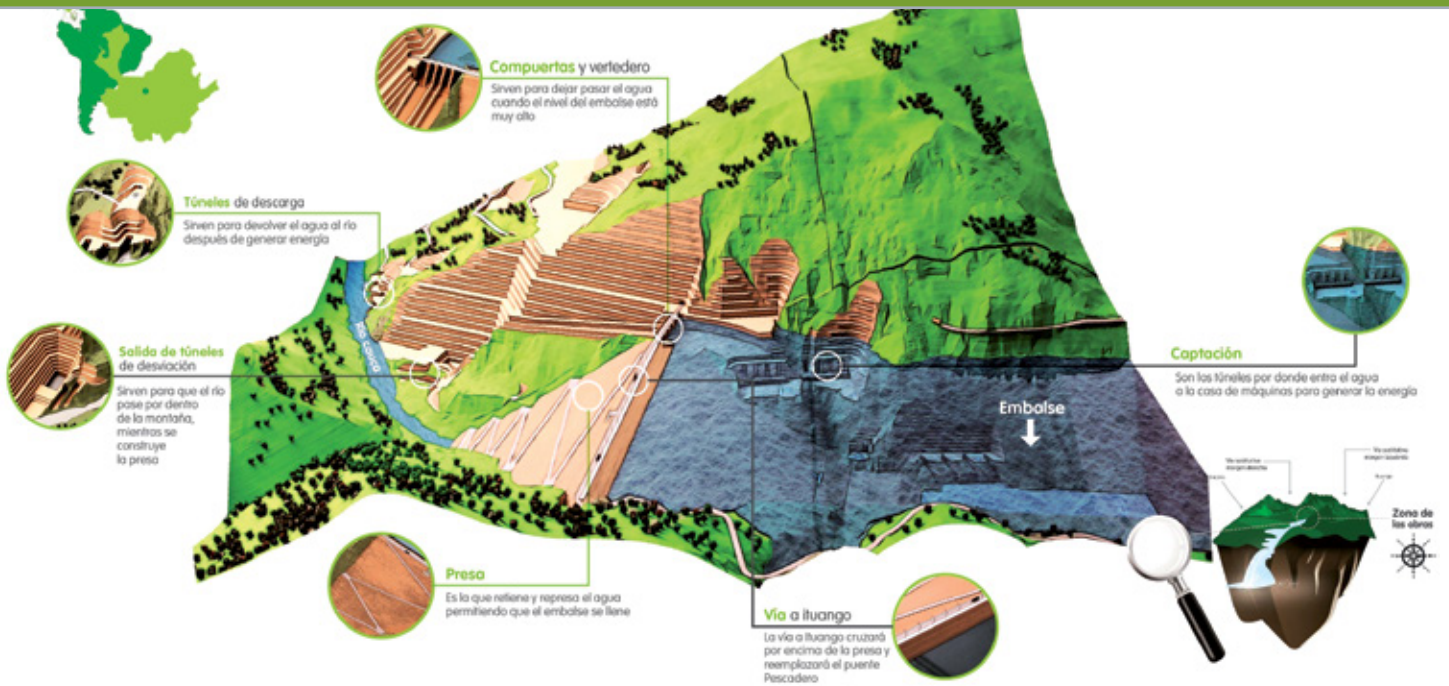
**H**ace aproximadamente 20 años, Colombia vivió una situación de racionamiento energético debido a las sequías causadas por el fenómeno meteorológico de El Niño, combinadas con un retraso en el desarrollo de la infraestructura energética. Esto significó que ciudades como Bogotá tuvieran cortes de energía eléctrica de hasta nueve horas por día entre mayo de 1992 y febrero de 1993. A partir de ese momento se crearon instituciones públicas con el fin de realizar una planeación que permita un desarrollo sustentable, garantizando el abastecimiento de la demanda local de energía, tanto para el uso doméstico como industrial.

Gracias a tales iniciativas y a la mayor inversión (pública y privada) en el negocio energético nacional, hoy la oferta de energía supera la demanda y permite pensar en la exportación de energía. Lo que

para la infraestructura vial puede ser una barrera, para el desarrollo hidroeléctrico se convierte en una ventaja. Las tres cordilleras que atraviesan Colombia, combinadas con un alto índice de

lluvias y favorables condiciones geotécnicas, dotan al país de un alto potencial de desarrollo, posicionándolo como un posible proveedor de energía para los países de la región.





La capacidad instalada en Colombia es actualmente de 14.450 MW, de los cuales aproximadamente el 64% corresponde a centrales hídricas (9.185 MW). La demanda local de potencia para 2011 se estimó en 9.295 MW. Esta diferencia ha permitido vender energía eléctrica a Ecuador y Venezuela en los últimos años. Según el estudio del Sector Energía Eléctrica (ESEE) de 1979, el potencial hidroeléctrico de Colombia es de 93.443 MW. Hoy en día, Colombia se ubica en el cuarto lugar en potencia instalada en Latinoamérica; además de ser considerado, después de Brasil, el país con mayor potencial hidroeléctrico de la región. La relación actual entre la capacidad instalada y la capacidad potencial es del 9%; es decir, sólo se está aprovechando el 9% de los recursos hídricos energéticamente explotables. Asimismo, la inversión en infraestructura hidroeléctrica en las últimas dos décadas ha sido, en promedio, del 4% del PIB, cuatro veces por encima de las inversiones hechas en infraestructura vial y de telecomunicaciones, lo que muestra un buen panorama actual.

## Un proyecto colosal con historia

Ubicado en el norte de Antioquia, a 171 km de la ciudad de Medellín, el proyecto hidroeléctrico Pescadero-Bitango se convirtió desde hace más de 40 años en el sueño de grandes visionarios, en la esperanza de desarrollo para una zona de topografía agreste y con un alto conflicto social, en la oportunidad de aprovechar el alto potencial hidroeléctrico del país.

En 1969, Integral Ltda. presentó el *Memorando Preliminar* sobre el potencial de capacidad hidroeléctrica de la cuenca media del río Cauca, que evidenció beneficios y ventajas competitivas en su aprovechamiento, además de su magnitud frente a las demás hidroeléctricas del país.

En 1998 se creó la Sociedad Hidroeléctrica Ituango SAESP, cuyo objeto social era la promoción, diseño, construcción y comercialización de la energía producida por la misma hidroeléctrica, a nivel nacional e internacional. Posteriormente, en marzo de 2011, Hidroituango suscribió con EPM Ituango, una filial de EPM, un contrato tipo BOOMT, mediante

el cual EPM asumió la responsabilidad de financiar, construir, poseer, operar y mantener la central Pescadero Ituango y transferirla a Hidroituango dentro de un plazo estimado inicialmente en 50 años. De esta forma, EPM asumió el reto histórico de realizar el proyecto hidroeléctrico más importante del país, no sólo por su tamaño y el monto de la inversión, cercana a los 5,500 millones de dólares, sino por el enorme desarrollo y mejoramiento de las condiciones de vida que traerá a las comunidades y al territorio donde está emplazado.

A principios de 2009 fue otorgada la licencia ambiental para el que sería el mayor proyecto hidroeléctrico en la historia de Colombia. Cabe decir que las principales ventajas del proyecto son:

- Baja población en zona del proyecto.
- Baja utilización agropecuaria de la tierra.
- Área de inundación reducida.
- Obras de infraestructura concentradas.
- Bajo valor por kilovatio instalado.
- Bajo impacto social y ambiental.

A finales de 2009 se inició la ejecución de obras civiles. A la fecha se han adjudicado los contratos de vías de acceso, túneles de desviación, campamentos, obras principales, y está a la espera de adjudicación la vía entre Puerto Valdivia y la presa. Se espera iniciar la operación de esta central en diciembre de 2018, con una potencia instalada de 2,400 MW, equivalente al 18% de la demanda energética de Colombia para esa fecha.

Desde 2009 Cementos Argos designó un equipo interdisciplinario, con la participación del área de asesoría técnica, operaciones de concretos y comercial, para hacer una evaluación minuciosa de las diferentes etapas y contratos que fueran surgiendo. A la fecha, esta compañía provee el 100% del cemento y concreto para los primeros tres contratos adjudicados, y adelanta negociaciones con el Consorcio CCC Ituango para ser el proveedor estratégico en las obras principales.

## Vías de Acceso

En el tercer trimestre de 2009 fue adjudicado un contrato al Consorcio Pescadero I con el objeto de la construcción de las vías de acceso, explanadas para campamentos y subestación de la obra. Además de construir cerca de 30 km de vías nuevas en ambas márgenes del río Cauca, se consideró la apertura de una variante de 1,3 km en San Andrés de Cuerquia y la rectificación de 24 km entre este último y El Valle (Toledo). Dentro de las obras relevantes de este contrato están la construcción del Puente Neguerí (actualmente en servicio) tendido por el sistema de voladizos sucesivos y con longitud de 242 m que cruza el río San Andrés en el corregimiento El Valle; el Puente Chirí, ubicado en la vía de margen derecha, con longitud de 100 m



en sistema de voladizos sucesivos (en construcción), seguido por el Túnel Chirí con longitud de 800 m (también en construcción). Ésta se convertirá en la ruta de llegada a Ituango, cruzando la cresta de la presa y continuando por la margen izquierda hasta conectar con la vía antigua; el actual puente Pescadero y un tramo de la antigua vía quedarán sumergidos por la represa que integrará la hidroeléctrica.

El proyecto estaba planeado inicialmente para ejecutarse desde la margen derecha del río Cauca; pero por inconvenientes en la gestión predial se tomó la decisión de trabajar desde la margen izquierda, para evitar retrasos y tener acceso al portal de entrada y de salida de los túneles de desviación. Para esto se construyeron dos puentes provisionales: Tenche y Capitán, con longitudes respectivas de 129 m y 75 m.

Aparte del objeto inicial del contrato, el Consorcio Pescadero I será el responsable de construir el puente situado aguas abajo de la presa, cruzando el río de la margen derecha a la izquierda, que conectará con la futura vía que comunicará con Puerto Valdivia. El puente definitivo se construirá mediante sistema de voladizos sucesivos, con longitud aproximada de 150 m. Para ejecutar sus cimentaciones

fue necesario tender un puente colgante metálico provisional.

En estas obras civiles se han empleado, hasta noviembre de 2012, unos 45,000 m<sup>3</sup> de concreto, donde algunos frentes, como en los puentes y los concretos lanzados para la estabilización de taludes, han empleado concretos de altas resistencias a 36 horas y mezclas desarrolladas con el uso de nanotecnología, respectivamente. Desde enero de 2010 existe una planta de producción de concreto, ubicada en el corregimiento El Valle, que suministra las mezclas requeridas para el proyecto.

## Túneles de desviación del río Cauca

El objeto de este contrato es la construcción de los túneles de desviación de río Cauca, el túnel de acceso y las galerías de construcción de la casa de máquinas. El contrato fue adjudicado a finales de 2011 al Consorcio Túneles Ituango FS. Los túneles de desviación miden aproximadamente 1,100 m cada uno, con diámetro de 11 m. Se construyeron además tres galerías de acceso para agilizar el avance de la obra; en la actual excavación de los túneles de desviación hay 11 frentes. También se construye el túnel de acceso a la casa de máquinas, el cual tendrá una longitud

# Participa en el gremio de los Ingenieros Civiles



60 ANIVERSARIO



**El Colegio de Ingenieros Civiles  
de México, A.C.  
quiere establecer comunicación contigo**

Si ejerces la profesión, eres pasante  
o estudiante de la carrera, nos interesa ayudarte  
en tu desarrollo profesional

Conoce las oportunidades y servicios  
que te brinda nuestro colegio

## Envíanos tus datos a:

[membresia@cicm.org.mx](mailto:membresia@cicm.org.mx)

5606 2323 • 5606 2923 • 5606 4798 • 5606 2673  
Ext. 103

[www.cicm.org.mx](http://www.cicm.org.mx)

Camino Santa Teresa No. 187  
Col. Parque del Pedregal, Tlalpan  
México D.F. C.P. 14010



Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C.

60 ANIVERSARIO



de 900 m. La excavación se realiza mediante perforación y voladura, con rendimiento promedio de 2 m por día por frente. Una vez ejecutada la excavación se realiza un recubrimiento con concreto lanzado de 28 MPa, reforzado con fibra metálica (40 kg/m<sup>3</sup>) o malla electrosoldada. Adicionalmente se construye el portal de entrada de los túneles de desviación, donde se están utilizando concretos masivos.

Para la ejecución de este contrato se instaló una planta de producción de concreto en el sitio conocido como El Palmar, a 6 km del portal de entrada de los túneles de desviación. Una vez desviado el río Cauca se iniciará la construcción de la Preataguía y Ataguía.

## Campamentos

A finales de junio de 2011 fue adjudicado el contrato para la construcción de los campamentos para los operarios que trabajarán directamente con el proyecto hidroeléctrico. El terreno tiene un área de 70,000 m<sup>2</sup>, y dentro de los 48,405 m<sup>2</sup> construidos se encuentran 22 viviendas para profesionales, dos casinos, 10 unidades de tres pisos, siete lavanderías, edificio de oficinas de 4,000 m<sup>2</sup>, puesto de salud, edificio de laboratorio, edificio logístico y zonas húmedas y de esparcimiento para el personal albergado. Se estima que durante el pico máximo de ocupación, el campamento llegará a alojar 7 mil personas. Se espera culminar este contrato en abril de 2013.

## Obras principales Hidroituango

El 21 de marzo de 2012 se cerró la licitación de las obras principales del proyecto hidroeléctrico. En agosto de 2012 se adjudicó el contrato al consor-

cio Colombo-brasileño CCC Ituango. El objeto del contrato es la construcción de los túneles de captación, casa de máquinas, zona de descargue, presa y obras anexas. Se estima que en él se consumirán 770,000 m<sup>3</sup> de concreto, de los cuales 340,000 m<sup>3</sup> corresponden a Concreto Compactado con Rodillo (CCR) para la construcción de la ataguía, que deberá ejecutarse en un periodo de ocho meses a partir de julio de 2013.

El CCR utilizado se considera de baja cuantía de cementante, con una dosificación máxima de 76 kg/m<sup>3</sup>. El consumo aproximado de concretos estructurales será de 430,000 m<sup>3</sup> con alta exigencia para los tipos de mezclas usadas. Se estima que el 80% de las mezclas deberán tener adición de hielo, en vez de agua, para controlar la temperatura del producto en estado fresco. Además, debido a su continuo contacto con el agua, cerca del 50% de las mezclas deberán tener una relación agua/material cementante inferior a 0.45. Estas exigencias demandarán grandes consumos de hielo y aditivos de última tecnología, que permitan reducir al máximo el uso de agua en las mezclas. Se estima que la demanda pico de cemento en la ejecución del proyecto será de unas 7,200 toneladas por mes, con un consumo total cercano a las 190,000 toneladas. El plazo de ejecución es de 72 meses, iniciando obra en enero de 2013.

El área inundada por el proyecto es de 3,800 Ha, en una longitud de 79 km y altitud máxima normal de 420 msnm. La presa se construirá en roca con núcleo impermeable (ECRD) con altura de 225 m desde el lecho del río Cauca. Su base tendrá 750 m de longitud y su corona 548 m. La casa de máquinas del proyecto será subterránea; la caverna tendrá 23 m de ancho, 49 m de alto y 240 m de largo. Las cavernas de transformadores serán

de 16 m de ancho, 18 de alto y 200 m de largo, más y dos cavernas de almenara<sup>1</sup> de 18 m de ancho, 48 m de alto y 100 m de largo.

Habrán que construir un vertedero de canal abierto, controlado con compuertas radiales, con un caudal de diseño de 22,000 m<sup>3</sup>/s, longitud de 400 m, ancho de 95 m y pendiente de 12.5%. Por su parte, para la conducción se construirán ocho túneles con longitudes entre 1,200 m y 1,800 m, con una pendiente del 1%. La descarga se realizará a través de cuatro túneles de 8 m de diámetro y 900 m de largo.

## Vía Puerto Valdivia-Presa

A mediados de febrero de 2012 se cerró la licitación para la construcción de una vía paralela al río Cauca, que comunicará el sitio de ejecución de las obras principales de Hidroituango con el corregimiento de Puerto Valdivia. Esta vía tendrá una longitud de 38.1 km, en su trazado se construirán 9 túneles (1.5 km) y 65 puentes (2.5 km) dos de los cuales se construirán por sistema de voladizos sucesivos. El consumo estimado de concreto es de 59,000 m<sup>3</sup>, con 36 meses de plazo de ejecución. **C**

**Nota:** El autor de este artículo agradece al doctor Luis Javier Vélez Duque y el equipo de Proyectos de Expansión de EPM su colaboración para la realización de este artículo.

Este texto y sus imágenes fueron tomados de la revista *Noticreto*, #116, de ASOCRETO.

<sup>1</sup> Es un conducto o tanque de oscilación que permite disipar las ondas elásticas generadas por el flujo cuando hay un cierre rápido, puesta en marcha de turbinas o presencia de aire. Tienen como función, además de disminuir el golpe de ariete, almacenar o distribuir caudal hasta que llegue la desaceleración y acortar el período variable de las ondas.



# INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO EN MÉXICO

Somos la primer Revista a nivel nacional que trata diversos temas relacionados con el fascinante mundo de la Infraestructura y Construcción.



## De venta en tiendas de prestigio

- INFRAESTRUCTURA CARRETERA
- INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA
- INFRAESTRUCTURA URBANA
- MATERIALES
- INFRAESTRUCTURA LOGÍSTICA
- INFRAESTRUCTURA HIDRAÚLICA
- INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA
- INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA
- INFRAESTRUCTURA SUSTENTABLE

Informes: 55 54 5158 56 02 45 75 55 50 08 46

**RaGo**  
Publicidad  
Grupo Rago Publicidad