

INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO DEL PAÍS

"Una mirada a proyectos nacionales"

INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO DEL PAÍS

"Una mirada a proyectos nacionales"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
DEPTO. DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA MINAS

MIGUEL DAVID ROJAS LÓPEZ
GIOVANNI PÉREZ ORTEGA
MARTÍN DARIO ARANGO SERNA

INGENIERÍA PARA EL DESARROLLO DEL PAÍS

“Una mirada a proyectos nacionales”

MIGUEL DAVID ROJAS LÓPEZ
GIOVANNI PÉREZ ORTEGA
MARTIN DARIO ARANGO SERNA

- © Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín
- © Miguel David Rojas López
- © Giovanni Pérez Ortega
- © Martín Darío Arango Serna

ISBN: 958-8256-40-5

Primera Edición: Febrero de 2007-02-02

Impresión y encuadernación: Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín

"Los Ingenieros"
Fragmento

*Parece que Dios hubiera dicho a los ingenieros en el último día de la creación, y anticipándose a la presencia de ellos sobre la tierra, pues ellos sólo existían entonces en la mente de Él, las siguientes palabras:
dejo el mundo empezado para que ustedes lo terminen,
dejo los continentes sin caminos para que ustedes los construyan
y la geografía con nudos gigantescos para que ustedes los desaten.*

*Y los ingenieros han cumplido al pie de la letra aquellas palabras. Desde que aparecieron comenzaron a completar el trabajo de Dios, tal como Él lo quiso. Abrieron ondas de brecha en la selva y descubrieron el rostro de las naciones, tendiendo puentes sobre los ríos y unieron las más irreconciliables orillas, avanzaron contra la muerte y coronaron la cima de esta época.
Allí están, allí siguen luchando y construyendo amaneceres.*

Carlos Castro Saavedra

TABLA DE CONTENIDO

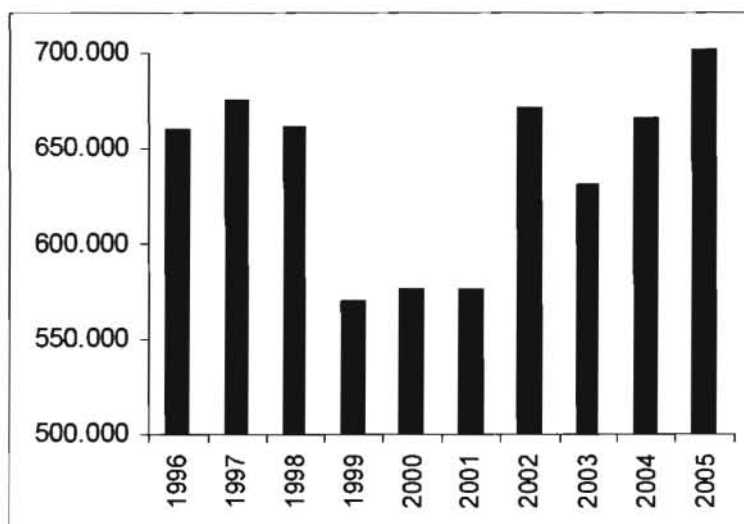
	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS	5
1.1 Central Hidroeléctrica Chivor.....	7
1.2 Hidroeléctrica Filo de Agua del Río Piedras.....	9
1.3 Central Hidroeléctrica "La Tasajera".....	13
1.4 Central Hidroeléctrica Miel I.....	17
1.5 Central Hidroeléctrica Playas.....	21
1.6 Central Hidroeléctrica Porce II.....	25
1.7 Proyecto Chingaza.....	29
1.8 Central hidroeléctrica porce III.....	33
1.9 Represa Betania.....	37
1.10 Termoeléctrica La Sierra.....	41
1.11 Proyecto Hidroeléctrico El Guavio.....	45
1.12 Proyecto Hidroeléctrico de San Carlos.....	49
1.13 Control de Inundaciones Dique La Mojana.....	53
2. PUENTES Y VIADUCTOS	57
2.1 Viaducto cajones – Vía Cajamarca Ibagué.....	59
2.2 Viaducto Pereira – Dosquebradas.....	61
2.3 Puente Barrancabermeja- Yondó.....	65
2.4 Puente atirantado sobre el río Cauca en Cáceres.....	69
2.5 Puente héroes de la batalla de el botón de leyva.....	73
2.6 Puente Alfonso López Pumarejo.....	77
2.7 Puente de Occidente.....	81
2.8 Puente el hormiguero.....	85
2.9 Puente segundo centenario.....	89
3.0 Puente chirajara.....	93
3.1 Puente sobre el río Sinú.....	97
3.2 Viaducto Pipiral.....	101
3.3 Puente sobre el río Sogamoso.....	105

3. TUNELES	109
3.1 Túnel Bijagual.....	111
3.2 Túnel de Buenavista.....	115
3.4 Túnel de la línea.....	119
3.5 Túnel de occidente.....	123
3.6 Túnel Argelino Durán quintero.....	127
4. PROYECTOS VIALES	131
4.1 Carretera Caucasia – Henchí.....	133
4.2 Concesión Zipaquirá – Palenque.....	137
4. 3 Doble calzada calle 29. Montería.....	141
4.4 Vía alterna interna al puerto de buenaventura.....	145
4.5 Vía perimetral Ciénaga de la virgen.....	149
4.6 Tramos 4 y 5 de la carretera Bogota-Villavicencio.....	153
4.7 Corredor de integración de transporte Caracas-Bogotá-Quito.....	157
4.8 La Avenida ciudad de Cali llegará hasta Suba.....	161
4.9 Rehabilitación de la vía Tame – Arauca.....	165
5. SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO	169
5.1 Megabus S.A.....	171
5.2 MIO.....	175
5.3 Transmetro.....	179
5.4 Metrolínea.....	183
5.5 Transmilenio.....	187
5.6 Transcaribe.....	191
6. PARQUES	195
6.1 Parque de los Encuentros.....	197
6.2 Parque eólico Jepírachi.....	201
6.3 Parque de la Leyenda Vallenata.....	205
7. DIVERSOS PROYECTOS	209
7.1 Paseo peatonal Avenida Colombia.....	211
7.2 Ciudadela Colsubsidio.....	215
7.3 Gasoducto regional del Ariari fase I.....	219
7.4 Estadio Deportivo Cali.....	223
7.5 Tren de occidente.....	227

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción participa en un 5.2% en el total de la actividad económica del país y es importante fuente de generación de empleo. Se estima que por cada vivienda se generan 3 empleos y por cada vivienda social, 2 nuevos empleos. Adicionalmente, por cada empleo directo se generan 1.2 empleos indirectos, en la Gráfica 1 se muestra la variación de personas empleadas en el sector construcción en los últimos 10 años.

Gráfica 1. Empleos en la construcción



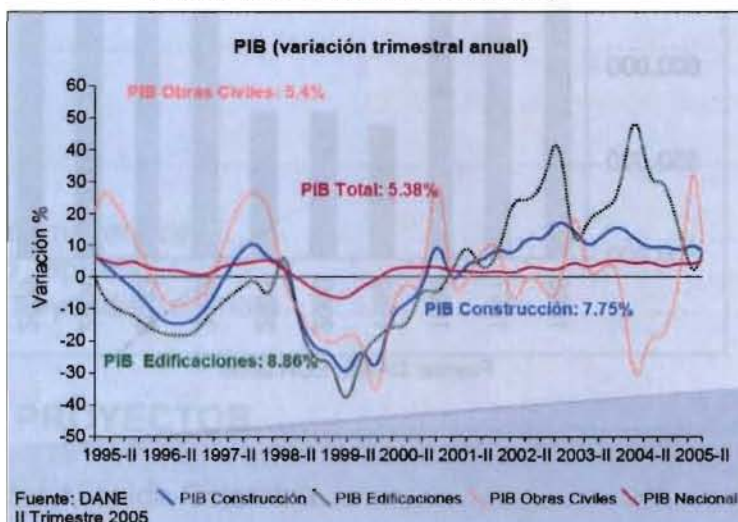
Fuente: DANE, ECH.2006

Las perspectivas de la construcción en Colombia para el año 2006 son optimistas por la solidez de las variables determinantes de la economía, el ambiente macroeconómico estable y la dinámica del crecimiento, además, las tasas de interés bajas, la liquidez y la fortaleza del peso frente al dólar, han estimulado la inversión y la valorización de activos como la finca raiz, según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La construcción fue la que más aportó al crecimiento de la economía nacional en el primer semestre del 2006 con 17,3%. Le siguen, el transporte (10,3%) y el comercio (8,9%). Según estadísticas de la Cámara Colombiana de la Construcción, el sector edificador participó en 5,9% con el alza, sin incluir el valor agregado de la industria del sector y sus servicios. Como indican los datos, ese liderazgo se da -entre otras cosas- por el incremento del PIB de obras civiles 25,17%, al que se suma edificaciones con 12,55%. Para el segundo trimestre de 2005, el PIB de la construcción fue de 7.78%. Este comportamiento se soporta en el crecimiento de las Edificaciones en 8.86% y de las Obras Civiles en 5.4% (Ver Gráfica 2).

El buen desempeño de las edificaciones ha sido posible por la reducción de las tasas de interés hipotecarias que impulsaron la demanda por crédito de vivienda. Esta, a su vez, ha incrementado las ventas y consecuentemente la oferta. La propuesta del presidente Alvaro Uribe para el año 2006 es mantener las tasas bajas y las condiciones macroeconómicas, además, todos los estímulos por la vía tributaria que se ofrece al sistema y a los usuarios: descuento de intereses, exención por colocación en vivienda social y titularización y las cuentas de Ahorro para el Fomento de la Construcción (AFC), todo esto con el propósito de promover el sector de la construcción.

Gráfica 2. Variación del PIB



Además, las obras institucionales son el complemento del repunte del negocio de la construcción: Nuevas obras, ampliaciones y remodelaciones son las opciones que está tomando el mercado a lo largo y ancho del país.

En los últimos 12 meses se han invertido cerca de 20 billones de pesos en construcción y edificaciones y 9 billones en obras civiles. Estas cifras representan un crecimiento para el último año de 12% y 4% respectivamente. Los créditos hipotecarios también tienen participación. Durante el primer semestre del 2006 se desembolsaron 954 mil millones de pesos que representan un alza de 26% con respecto al mismo semestre del 2005.

Con todos estos índices es claro que el sector de la construcción es sólido, consistente y durante los últimos cuatro años ha sido el motor de la economía y el empleo. Adicionalmente, el Gobierno Nacional está impulsando obras de infraestructura como los sistemas de transporte masivo de Bogotá, Barranquilla, Cartagena, Medellín, Pereira, Bucaramanga y Cali, que se suman a los 1.8 billones de pesos que demanda el Plan 2500 hasta el año 2007 en todo el país, para pavimentar y/o repavimentar 3.136 kilómetros, de 185 vías.

La construcción, con el oxígeno de las inversiones en infraestructura, continuará siendo uno de los sectores líderes que jalará el crecimiento y el empleo en Colombia.

Este documento pretende mostrar algunas obras de infraestructura que se han desarrollado en los últimos tiempos en Colombia y algunos proyectos en países cercanos. Cada reseña trata de mostrar la magnitud del proyecto y algunos datos adicionales como por ejemplo: duración, ubicación, costos y financiamiento, entre otros.

Una información importante que se destaca es el beneficio del proyecto asociado a la comunidad, ya que representa el aspecto social asociado a la ingeniería, es decir, se podría asociar a la responsabilidad social de la ingeniería con los individuos.

1. PROYECTOS HIDROELECTRICOS

1.1. CENTRAL HIDROELECTRICA CHIVOR



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SEDE MEDELLIN
DEPTO. DE INGENIERIA
BIBLIOTECA MIN

1. ESPECIFICACIONES

Tiene capacidad para generar 1.000 MW de potencia.

En la construcción de la primera etapa se reguló el río Bata en un embalse formado por la presa de la Esmeralda con una capacidad de 758 millones de m³ y una longitud de 22 km.

El caudal del río (con un promedio de 62 m³/s) se conduce por túneles a la hoya del río Lengupá, para desarrollar una caída de 800 m. En la construcción de la segunda etapa se llevaron al embalse las aguas de los ríos Tunjita, Negro y Rucio con un caudal promedio de 20 m³/s.

2. FECHA

La primera etapa iniciada en noviembre de 1970 e inaugurada en 1977, ascendió a la suma de 200 millones de dólares. La segunda etapa se empezó a construir en junio de 1976 y se inauguró en 1982, el costo fue de 195 millones de dólares.

2. UBICACIÓN

La represa está ubicada aproximadamente 160 km al este de Bogotá sobre el Río Batá, sur del departamento de Boyacá

4. FINANCIACIÓN

La Central Hidroeléctrica de Chivor Fue la primera gran central construida por Interconexión Eléctrica S.A. (ISA).

De conformidad con la decisión adoptada el pasado 30 de noviembre de 2005 por la Asamblea de Accionistas de la compañía, CHIVOR S.A. E.S.P se ha transformado en una sociedad en comandita por acciones denominada **AES CHIVOR & CÍA S.C.A. E.S.P.**

5. BENEFICIOS

La Central Hidroeléctrica de Chivor ha asumido la relación con las comunidades como uno de los aspectos prioritarios dentro de sus actividades, con el objetivo fundamental de coordinar los procesos productivos de manera socialmente responsable, manteniendo lazos de solidaridad permanente con las autoridades, los líderes de la región, Organizaciones comunitarias y habitantes vecinos al proyecto.

En el tema comunitario la empresa diferencia los conceptos Responsabilidad Social y Solidaridad Social y actúa bajo dicho criterio. Igualmente, promueve proyectos de solidaridad enfocados a mejorar las condiciones de vida de la población social más vulnerable.

6. OBSERVACIONES

A diciembre 31 de 2004, los activos totales de la Empresa fueron \$1.571.831 millones, el ingreso operacional fue \$346.126 millones y la utilidad neta fue \$167.298 millones.

Como resultado final la utilidad neta registrada para el año 2005 disminuyó, pasando de \$167,298 millones en el 2004 a \$90,439 millones en el 2005, debido a un menor resultado extraordinario como consecuencia de menores ganancias por diferencia en cambio, y un mayor gasto del impuesto de renta asociado a las mayores utilidades logradas durante el año.

7. FUENTE BIBLIOGRAFICA

- Microsoft ® Encarta ® 2006. © 1993-2005 Microsoft Corporación. Reservados todos los derechos.
- www.chivor.com.co .22 de septiembre de 2005

1.2 HIDROELÉCTRICA FILO DE AGUA DEL RÍO PIEDRAS



1. **ESPECIFICACIONES**

- **Generalidades.** La hidroeléctrica del río piedras es un modelo filo de agua (no necesita presa para embalsar agua), el cual genera 22.4 GW/hora con un caudal regulado de $3.11\text{m}^3/\text{s}$.
- **Estructura de captación.** El caudal del río piedras ($6\text{m}^3/\text{s}$) pasa por un Azud de control en concreto macizo, diseñado para operar a filo de agua, de 24,0 m de ancho y 5,5 m de altura, con una bocatoma de fondo y un vertedero para evacuación de crecientes; un canal de aducción y un desarenador con dos celdas de 7,5 m de ancho y 38,0 m de longitud; el desarenador empalma con un tanque de carga y éste a su vez con el tramo inicial de la conducción a baja presión, conformada por una tubería en poliéster reforzada con fibra de vidrio, de 1,40 m de diámetro, enterrada casi en su totalidad, exceptuando el tramo de cruce del Río Piedras, donde va apoyada en un viaducto metálico sobre pilas de concreto.
- **Casa de máquinas.** Las obras subterráneas están conformadas por cuatro túneles y cuatro pozos, cuyas longitudes y profundidades totales son de 1910,0 m y 605,0 m respectivamente; por una caverna para alojar los equipos electromecánicos principales, de 43,6 m de largo, 12,0 m de ancho y 14,6 m de altura, a la cual se accede mediante un túnel vehicular de $18,5\text{m}^2$ de sección y 863,0 m de longitud. La central descarga nuevamente las aguas al río Piedras a través de un túnel de 1068,0 m. El agua captada llega a dos turbinas Pelton en paralelo que giran a 300 rpm.

2. FECHA

- **Fecha de iniciación.** 27 de febrero de 1997.
- **Fecha de terminación.** Principios de febrero de 2000.
- **Fecha de inicio de operación.** A principios de marzo de 2000.

3. UBICACIÓN

Las obras de la Central están localizadas en la región del suroeste antioqueño, aprovechando la parte alta de la cuenca hidrográfica del Río Piedras hasta la cota 1600, aproximadamente la cual tiene una extensión de 84.9 kilómetros cuadrados y está totalmente comprendida en territorio del municipio de Jericó, cuya cabecera está localizada dentro de ella. La zona donde se ubican las obras del proyecto se localizan en la parte media de la cuenca del Río Piedras, igualmente en jurisdicción del municipio de Jericó, y ocupa un corredor de unos 3 Km. de longitud por la margen derecha del río entre las cotas 1600 y 900. Por la vía Jericó - Puente Iglesias, la zona del proyecto está localizada entre el puente La Viña sobre el Río Piedras y el paraje La Cabaña, distantes respectivamente 6 y 12 Km. aproximadamente de la cabecera municipal; a partir del mencionado paraje, el proyecto dista unos 6 Km. de Puente Iglesias y unos 90 Km. adicionales de Medellín.

4. FINANCIACIÓN

El proyecto, de propiedad de GENERAR S.A. E.S.P., tuvo un costo de USD 30 millones. Recursos provenientes en primera instancia de aportes de las firmas Integral S.A. y Generadora Unión S.A. E.S.P., socios promotores del proyecto, incrementados luego con la emisión y colocación de acciones ordinarias realizada en junio de 1997 a través del mercado público de valores, mediante la colocación de un paquete importante de acciones (\$17,500 millones). transadas en la Bolsa de Medellín, emisión que fue colocada en su totalidad; la financiación adicional requerida se realizó por medio de una operación de leasing por un valor total de veintitrés mil cien millones de pesos (\$23.100 millones) en la que participa un grupo de compañías de leasing (Leasing Colombia S.A., Ifileasing S.A. Leasing de Occidente S.A., Leasing de Crédito S.A., Banco Caja Social S.A., Comercia S.A.), con IFILEASING S.A. como firma líder, del contrato sindicado de leasing.

5. BENEFICIOS

- El sistema esta interconectado a la red nacional, pero también aporta beneficios energéticos a los corregimientos y veredas del municipio de Jericó, por lo cual el municipio emprendió un notable camino hacia su desarrollo. Se generan ingresos por concepto de transferencias de energía (6 % de las ventas brutas anuales de energía; 3% para el ambiente y otros 3% para la alcaldía.), para invertir en la cuenca y en el plan de ordenamiento municipal. Se pagan impuestos de industria y comercio para el municipio de Jericó
- En la etapa de construcción se generaron empleos directos e indirectos para los habitantes de la región. En la etapa de operación, se generaron empleos para mano de obra capacitada.
- Se aumenta la capacidad instalada del sistema eléctrico colombiano, y aumentando la seguridad del suministro en el sistema.

6. OBSERVACIONES

- Este tipo de proyectos están bajo el denominado "mecanismo de desarrollo limpio", debido al aprovechamiento natural del río sin afectar notablemente su comportamiento con el entorno, y sin cambiar de manera drástica la dinámica natural de la cuenca del río Piedras.
- Debido a su tamaño y sus características técnicas (filo de agua) la central Río Piedras tiene despacho de energía preferente, su energía esta totalmente colocada en el mercado
- Fue la primera central hidroeléctrica del país en construirse con fondos de inversionistas privados.
- La central aguas frescas multipropósito aprovecha la descarga de la central del río piedras, generándose un alto aprovechamiento del recurso hídrico en cuanto a generación de energía y provecho vital (acueducto).

2. FUENTE BIBLIOGRAFICA

- <http://www.generar.com.co>. 1 de octubre del 2006
- <http://www.aquasdelacabana.com>. 6 de octubre del 2