

# **VI Encuentro Nacional de Investigación Formativa Ingeniería Industrial Medellín**

Memorias

---

Grupo de Investigación en Sistemas Aplicados  
en la Industria (GISAI)



Universidad  
Pontificia  
Bolivariana

© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana

**VI Encuentro Nacional de Investigación Formativa - Memorias**

ISSN: 2322-7672

Primera edición, 2015

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

**Arzobispo de Medellín y Gran Canciller UPB:** Mons. Ricardo Tobón Restrepo

**Rector General:** Pbro. Julio Jairo Ceballos Sepúlveda

**Vicerrector Académico:** Álvaro Gómez Fernández

**Decana Escuela de Ingenierías:** Piedad Gañán Rojo

**Directora Facultad de Ingeniería Industrial:** Diana Rocío Roldán Medina

**Editora (e):** Natalia Uribe Angarita

**Coordinación de producción:** Ana Milena Gómez Correa

**Diagramación:** María Isabel Arango Franco

**Corrector de estilo:** Fernando Aquiles Arango Navarro

**Dirección editorial:**

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2015

Email: [editorial@upb.edu.co](mailto:editorial@upb.edu.co)

[www.upb.edu.co](http://www.upb.edu.co)

Telefax: (57) (4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

**Radicado:** 1377-27-07-15

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.

# Proyecto Hidroeléctrica de Ituango y su abordaje desde la Ingeniería Industrial

---

## **Luisa Fernanda Ciro (Estudiante)**

Universidad Pontificia Bolivariana  
Colombia  
luisaciro15@hotmail.com

## **Diego Alejandro Collazos (Estudiante)**

Universidad Pontificia Bolivariana  
Colombia  
alejocc10@hotmail.com

## **Silvio Rosero Otero (Docente)**

Universidad Católica de Manizales  
Colombia  
srosero@ucm.edu.co

## **Resumen**

---

El presente trabajo está dedicado a exponer de manera completa el proyecto de la Hidroeléctrica de Ituango, respondiendo a preguntas de gran interés sobre este, conociendo sus antecedentes y el planteamiento inicial del proyecto, la influencia a futuro en el mercado energético colombiano y el control de los entes gubernamentales sobre este, su impacto en la ingeniería industrial, identificando su sector económico y su desarrollo a futuro se reflexiona sobre los beneficios que el proyecto generará para el norte antioqueño y para el país.

## Palabras clave

---

Hidroeléctrica, Mercado energético

## Abstract

---

This paper is dedicated to fully expose the hydroelectric project Ituango, answering questions of great interest about this, knowing the history of this approach and the initial project, the future influence in the Colombian energy market and control of government agencies on this, its impact on industrial engineering, identifying its industry and its future development reflects on the benefits that the project will generate for the northern Antioquia and the country.

## Keywords

---

Hydroelectric, Energymarket

## Introducción

---

La hidroeléctrica de Ituango será un macroproyecto de gran influencia regional y nacional, la presa estará ubicada en el norte de Antioquia, en territorios de tres municipios, contará con grandes dimensiones y gran despliegue de ingeniería en las obras que se están llevando a cabo actualmente ya que es el mayor proyecto de generación que se construye en Colombia, el cual generará 2400 MW de energía. Con el cual permitirá la exportación de energía a otros países. En la región este proyecto generará un gran desarrollo social pero principalmente se beneficiarán la industria y empresas que operan en dicha región, que junto a esto va de la mano el programa de la responsabilidad social de Empresas Públicas de Medellín (EPM), principal líder del proyecto.

El norte de Antioquia es conocido por su gran riqueza hídrica y natural, también se proyecta para ser un gran atractivo turístico ecológico; en esta zona la economía se basa en la ganadería, en los últimos años esto ha hecho que también importantes industrias se establezcan allí, principalmente de lácteos y carnes.

De igual manera en esta región actualmente los recursos hídricos se aprovechan muy bien, ya que hay cuatro embalses para la generación de la energía y además se encuentran ubicadas las hidroeléctricas Porce II, Nechí y la de Pescadero-Ituango la cual va ligada con el macroproyecto que se expone en el presente artículo.

## 1. Origen y antecedentes

En las décadas de 1960 y 1970 en Antioquia se pensó en construir una hidroeléctrica en Ituango, y en 1979 se hicieron los estudios previos del proyecto. Pero apenas en 1997 se dio el aval legal por parte de la Asamblea Departamental por medio de la Ordenanza 35 del 29 cuando se creó la “Sociedad Promotora de la Hidroeléctrica Pescadero S.A.” teniendo como principales socios al Departamento de Antioquia y Empresas Públicas de Medellín.

El macroproyecto se puso en marcha gracias a la Resolución 317 del 26 de agosto de 2008 del Ministerio de Minas y Energía, y se declararon de utilidad pública e interés social los terrenos necesarios para la construcción y operación del Proyecto.

La riqueza hídrica de esta región hace que existan antecedentes de otros proyectos de hidroeléctricas como Porce II que impacta al municipio de Gómez Plata. Así mismo el proyecto hidroeléctrico de Nechí que involucra a los municipios de Yarumal, Campamento, Briceño y Valdivia.

## 2. Ubicación y economía de la región

### 2.1. Ubicación

El macroproyecto Hidroituango está ubicado en el occidente de Colombia, en el departamento de Antioquia, a unos 171 kilómetros de la capital de este departamento,

Medellín, en tierras de los municipios de Briceño, Ituango y Toledo. La presa tendrá una altura de 220 metros y creará un embalse de 70 kilómetros de largo, que contendrá hasta 2.720 millones de metros cúbicos de agua. El macroproyecto conlleva realizar distintas obras complementarias y de desarrollo para la región, una de ellas son las vías de acceso a la hidroeléctrica, las cuales se iniciaron a finales del año 2009 con la construcción de una variante de 1,5 kilómetros que atravesará el casco urbano del municipio de San Andrés de Cuerquia; además de ello, se construirá una vía de cerca de 50 kilómetros que conectará el corregimiento "El Valle", del municipio de Toledo, con Puerto Valdivia, lo que permitirá la llegada de maquinaria proveniente de los puertos de la costa atlántica con más facilidad.

Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto



## 2.2. Economía

La economía de la región se basa en la ganadería, importantes industrias dedicadas a los productos lácteos y cárnicos se han establecido en diferentes municipios del norte de Antioquia. De igual manera la agricultura es muy importante, ya que se cultivan papa, frijol, maíz, plátano, caña de azúcar, café, hortalizas, en menor escala papaya, ahuyama, mora, vitoria, breva, cilantro. En el municipio de Yarumal existen minas de talco y en Entrerriños se ha impulsado la creación de fábricas de confección donde se maquila.

Debido a las grandes fuentes hídricas existen hidroeléctricas de menor proporción pero igualmente importantes para el desarrollo de la economía.

## 2.3 Atractivos de la región

El gran atractivo en la mayoría de los municipios de esta región sin duda es el turismo ecológico, también llamado ecoturismo, pero también hay diferentes alternativas como el agroturismo y peregrinaciones católicas. Sus paisajes de montañas y altiplanos sobresalen, llamando la atención de los turistas, quienes encontrarán acogedores hoteles en los municipios de la región, los cuales se denominaron como la ruta de la leche, haciendo alusión a la principal actividad económica de la zona.

Figura 2. Panorámica sitio del proyecto



## 3. Mercado energético

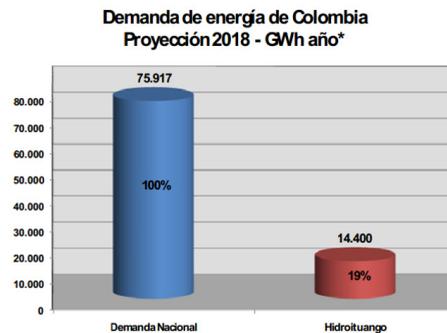
El mercado energético colombiano está conformado por distintas organizaciones y empresas que cumplen diversas funciones en los mercados de transmisión, distribución, generación y comercialización de energía. Actualmente está regulado por el Ministerio de Minas y Energía y la Comisión de Regulación de Energía y Gas por medio de la resolución CREG 026, la cual sirve como mecanismo para definir las reglas de la operación y administración del mercado de energía mayorista bajo condiciones de riesgo de desabastecimiento.

La entidad que se encarga de administrar y operar el mercado eléctrico colombiano es XM Compañía de Expertos en Mercados, la cual es empresa filial de la empresa ISA, su actividad se centra en operar el Sistema Interconectado Nacional colombiano a través del Centro Nacional de Despacho (CND) y de administrar el

Mercado de Energía Mayorista (MEM). Además, XM administra las Transacciones Internacionales de Electricidad de corto plazo (TIE) con Ecuador y coordina la operación interconectada con el Sistema Eléctrico Venezolano.

Hidroituango influirá en gran proporción en el mercado energético puesto que su proyección no solo será de generar energía a nivel nacional y sino a nivel internacional permitiendo la exportación de energía a distintos países, también tendrá la capacidad de asegurar la energía provisional para los proyectos industriales y el puerto de Urabá principalmente.

Figura 3. Grafica de la Demanda de Energía a 2018



Fuente: <https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/GCRP/Presentaciones/Hidroel%C3%A9ctrica%20Ituango.pdf>

## 4. Características principales

### 4.1. Objeto

El principal objeto del proyecto será el diseño, la operación, promoción, construcción, mantenimiento y comercialización de energía nacional e internacionalmente.

De igual manera caracterizarse por su rentabilidad, participación activa en el mercado, ser un gran aporte al medio ambiente y tener un compromiso con el desarrollo social y económico con las comunidades que rodean al proyecto.

## 4.2. Composición accionaria

Hidroituango tiene tres principales entidades accionarias las cuales lideran el proyecto.

Figura 4. Composición Accionaria del proyecto

ACCIONISTAS	ACCIONES	%
Instituto para el Desarrollo de Antioquia (IDEA)	49.098.596	50,54%
Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (EPM)	44.823.912	46,14%
Departamento de Antioquia	2.075.963	2,14%
Otros accionistas	1.148.637	1,18%
<b>TOTAL</b>	<b>97.147.108</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: <https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/GCRP/Presentaciones/Hidroel%C3%A9ctrica%20Ituango.pdf>

## 4.3 Datos técnicos

Los datos técnicos del proyecto se centran en la capacidad de generación eléctrica, costos e información de las obras en todas sus fases.

Hidroituango iniciará operaciones en el año 2018, será una hidroeléctrica de 2400 MW, lo que representa el 18% de capacidad instalada del país actualmente, de bajo impacto ambiental, con un costo estimado de 2.290 millones de dólares, 980 por Kw instalado, se estima 1.085 de GWh ya vendidos en subasta por cargo de confiabilidad.

En las obras de retención es importante resaltar algunos datos de dimensiones fundamentales. La presa es un enrocado con núcleo de tierra, con una altura de 225 metros y un volumen de 19 millones de m<sup>3</sup>.

El embalse cuenta con un volumen total de 2.700 millones de m<sup>3</sup>, tiene un área inundada de 3800 hectáreas con una longitud de 79 kilómetros y el caudal medio del río es de 1.010 m<sup>3</sup>/seg.

El vertedero es un canal abierto controlado con compuertas radiales, y el diseño de su caudal es de 22.600 m<sup>3</sup>/seg. Así mismo la desviación tiene dos túneles de 1.035 y 1.250 m respectivamente.

De igual manera se presentan las características de los principales equipos, serán 8 turbinas de 307 con un salto neto nominal de 197 m, el caudal de diseño será de 196 m<sup>3</sup>/seg y su velocidad de rotación será de 180 revoluciones / minuto. Los generadores tendrán una capacidad nominal de 8 de 337 MVA con un voltaje de generación de 18 KV y su factor de potencia será de 0,9.

A continuación se presenta una descripción con algunos datos de interés:

Figura 5. Datos Técnicos del proyecto

Valor estimado de la inversión MM USD constantes de diciembre 31 de 2007	2.297
Tiempo estimado Pre y Construcción 1era Etapa 2da Etapa	2008-2017 2018-2020
Altura de presa (m)	220
Tipo de presa	ECRD
Volumen de la presa (millones de m <sup>3</sup> )	16
Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	1.350
Capacidad instalada Total (MW) 1era Etapa 2da Etapa	2.400 1.200 1.200
Energía media anual (GWh)	14.400
Factor de planta	0,67
Energía Base ENFICC (GWh/año)	8.563
Empleos generados en pico de const.	4.000

Fuente: <https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/GCRP/Presentaciones/Hidroel%C3%A9ctrica%20Ituango.pdf>

#### 4.4 Aspectos socio-ambientales

Por ser un proyecto de bajo impacto ambiental Hidroituango cuenta con unos aspectos favorables para cumplir su compromiso con la naturaleza y el medio ambiente

- Baja población en la zona del proyecto
- Actitud favorable de la comunidad hacia el proyecto
- Baja utilización agroeconómica de la tierra
- Área de inundación reducida
- Obras de infraestructura muy concentradas

## 5. Beneficios a la industria

La subregión del norte antioqueño tiene grandes riquezas naturales y sus actividades económicas principalmente tienen que ver con la ganadería y la agricultura que también serán grandes beneficiadas. Hidroituango beneficiará no solo a los habitantes de la región, sino también a la industria, pues ofrecerá el servicio de energía de alta calidad y amigable con el medio ambiente. Analizando en contexto fuera de la región, la hidroeléctrica servirá de apoyo a las industrias nacionales asegurando la provisión **de energía a los proyectos de la industria pesada en la zona y la exportación a otros países.**

## 6. Relación con la ingeniería industrial

La hidroeléctrica de Ituango se sitúa ampliamente en el sector secundario de la economía, debido a que por ser a futuro prestadora de servicios transforma materias primas en productos terminados.

Dando un enfoque desde la ingeniería industrial, el macroproyecto tiene gran afinidad o relación con este campo del conocimiento puesto que las obras que se realizan para la terminación de la hidroeléctrica son de tales características.

Una obra significativa en la que la ingeniería fue indispensable fue la desviación del río Cauca, la cual consistió básicamente en conducir las aguas del afluente por dos túneles, de 14 metros de ancho por 14 metros de altura, con el propósito de secar un tramo del lecho del torrente para construir allí la presa, un muro enrocado con núcleo de tierra de 225 metros de altura y 20 millones de metros cúbicos de volumen, en un embalse o lago de agua de 75 kilómetros.

Otra relación con la ingeniería industrial es la logística, ya que Hidroituango por su condición de macroproyecto requiere grandes operaciones de logística las cuales demandan algunos principios administrativos.

De igual manera la parte ambiental es un factor principal del macroproyecto y también un tema de interés en la ingeniería industrial, ya que cada vez se debe

preocupar por procesos más limpios y obras más amigables con el medio ambiente. En Hidroituango se ha puesto en marcha por parte de EPM un plan de manejo ambiental, el cual estuvo acompañado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), entidad del gobierno nacional que supervisa que todo se cumpla con rigor técnico y de acuerdo con lo dispuesto en la Licencia Ambiental del proyecto. El plan se encarga principalmente de procurar el rescate y la protección de la fauna del sector y traslado de aguas arriba del río Cauca.

Figura 6. Maquinaria pesada necesaria para el proyecto



## Conclusiones

---

Hidroituango será uno de los proyectos más grandes de Colombia porque se proyecta ser a futuro una gigantesca fuente de energía para el país.

Las obras complementarias del proyecto beneficiarán aproximadamente a doce municipios del norte antioqueño

El macroproyecto se caracteriza por tener un factor de responsabilidad con el medio ambiente y con la comunidad.

Durante la realización del proyecto se han llevado a cabo grandes obras en las que la ingeniería industrial ha sido de gran importancia.

Hay un gran potencial de la actividad económica de la región, en la que se destacan la ganadería y la agricultura, pero poco a poco va creciendo el sector industrial

de diferentes productos, y la actividad turística cada vez llama más la atención de quienes visitan la región.

El desarrollo social de la población del norte de Antioquia será altamente impulsado por el proyecto, puesto que llamará la atención de grandes industrias.

## Referencias

---

1. Empresas Públicas de Medellín. Datos del proyecto. [En línea] Disponible en: <https://www.epm.com.co/site/Home/Institucional/Nuestrosproyectos/Ituango/Datosdelproyecto.aspx>
2. Empresas Públicas de Medellín. (2014, 17 de febrero). Con la desviación del río Cauca se cumple un hito en la construcción de la hidroeléctrica Ituango. [En línea] Disponible en: <https://www.epm.com.co/site/Home/Saladeprensa/Noticiasynovedades/ConladesviaciondelrioCauca,secumpleunhitoenlaconstrucciondelaHidroelectricaltuango.aspx>
3. Hidroituango. Localización. [En línea] Disponible en: <http://www.hidroituango.com.co/index.php/localizacion>
4. Energía de Bogotá. Sector Energético en Colombia. [En línea] Disponible en: <http://www.eeb.com.co/transmision-de-electricidad/sector-energetico-en-colombia>
5. XM. (2014, 13 de mayo). Regulaciones. [En línea] Disponible en: <http://www.xm.com.co/BoletinXM/Pages/RegulacionesMay2014.aspx>
6. Departamento Nacional de Planeación. Hidroeléctrica Ituango. [En línea] Disponible en: <https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/GCRP/Presentaciones/Hidroel%C3%A9ctrica%20Ituango.pdf>
7. Revista Dinero. (2013, 18 de febrero). Colombia tiene energía para exportar. [En línea] Disponible en: <http://www.dinero.com/empresas/articulo/colombia-tiene-energia-para-exportar/169516>