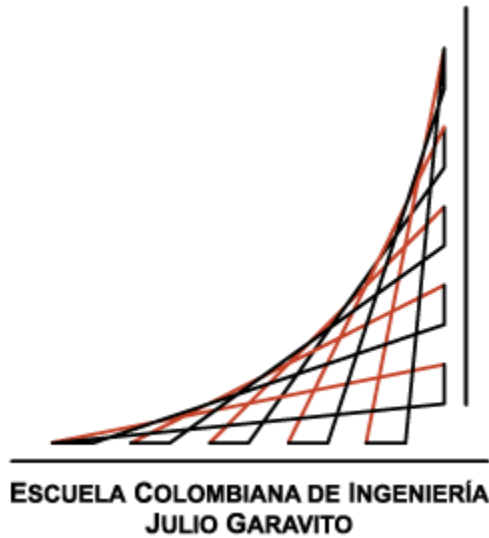


INVENTARIO DE LAS REPRESAS EN COLOMBIA.



FREDDY ANDRÉS BARÓN CÁCERES

COD. 2165573

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO
ESPECIALIZACION EN RECURSOS HIDRAULICOS Y MEDIO AMBIENTE
BOGOTA D.C.**

2019

INVENTARIO DE LAS REPRESAS EN COLOMBIA

FREDDY ANDRÉS BARÓN CÁCERES

COD. 2165573

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO
ESPECIALISTA EN RECURSOS HIDRAULICOS Y MEDIO AMBIENTE**

INGENIERO JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS

DIRECTOR DE PROYECTO

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO
ESPECIALIZACION EN RECURSOS HIDRAULICOS Y MEDIO AMBIENTE**

BOGOTA D.C.

2019

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1. INTRODUCCION	8
CAPITULO 2. OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GENERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
CAPITULO 3. COLOMBIA	10
3.1 RESEÑA HISTORICA.....	10
3.2 GEOGRAFIA.....	11
3.3 CARACTERISTICAS	13
3.4 MARCO LEGAL	15
CAPITULO 4. REPRESAS PARA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA:	16
4.1 GUAVIO	17
4.2 SAN CARLOS	19
4.3 CHIVOR.....	21
4.4 SOGAMOSO.....	23
4.5 PORCE III	25
4.6 PAGUA	27
4.7 GUATAPE.....	29
4.8 BETANIA.....	31
4.9 GUATRON.....	33
4.10 ALBAN	36
4.11 PORCE II.....	38
4.12 MIEL I.....	40
4.13 EL QUIMBO	43
4.14 URRRA I.....	45
4.15 SALVAJINA	48
4.16 LA TASAJERA.....	50
4.17 PLAYAS.....	52
4.18 JAGUAS.....	54
4.19 DARIO VALENCIA S.	56
4.20 SAN FRANCISCO	58
4.21 CALIMA	60

4.22 AMOYÁ - LA ESPERANZA	62
4.23 CARLOS LLERAS	64
4.24 CUCUANA	66
4.25 PRADO	68
4.26 SAN MIGUEL	71
4.27 SALTO II	73
4.28 ESMERALDA	75
CAPITULO 5. REPRESAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	77
5.1. CHINGAZA	77
5.2 SAN RAFAEL	79
5.3 NEUSA	81
5.4 SISGA	83
5.5 MUÑA	85
5.6 CHISACA	86
5.7 LA REGADERA	88
5.8 LOS TUNJOS	90
CAPITULO 6. REPRESAS USADAS PRINCIPALMENTE EN RIEGO	92
6.1 RIO RANCHERIA	92
6.2 LA COPA	94
6.3 EL JUNCAL	96
6.4 EL HATO	98
CAPITULO 7. RESUMEN DE RESULTADOS	99
CAPITULO 8. BIBLIOGRAFIA.....	101

INDICE FOTOGRAFICO

Foto 1 - REPRESA DEL GUAVIO.....	18
Foto 2 - REPRESA DE SAN CARLOS	20
Foto 3 - PERSPECTIVA EMBALSE LA ESMERALDA (REPRESA DE CHIVOR)	22
Foto 4 - PERSPECTIVA DE LA REPRESA SOGAMOSO (HIDROSOGAMOSO)	24
Foto 5 - COMPLEJO HIDROELÉCTRICO PORCE III.....	26
Foto 6 - CENTRAL HIDROELECTRICA PARAISO.....	27
Foto 7 - CENTRAL HIDROELECTRICA LA GUACA	28
Foto 8 - REPRESA PEÑOL- GUATAPÉ	30
Foto 9 - REPRESA DE BETANIA	32
Foto 10 - CENTRAL HIDROELÉCTRICA TRONERAS.....	35
Foto 11 - CENTRAL HIDROELECTRICA ALTO Y BAJO ANCHICAYÁ	37
Foto 12 - REPRESA DEL RIO PORCE II.....	39
Foto 13 - REPRESA MIEL I	42
Foto 14 - HIDROELECTRICA EL QUIMBO	44
Foto 15 - REPRESA DE URRÁ I.....	47
Foto 16 - REPRESA LA SALVAJINA	49
Foto 17 - REPRESA LA TASAJERA	51
Foto 18 - CENTRAL HIDROELECTRICA LAS PLAYAS.....	53
Foto 19 - REPRESA JAGUAS	55
Foto 20 - CENTRAL HIDROELECTRICA DARIO VALENCIA S.	57
Foto 21 - INTERIOR DE HIDROELECTRICA SAN FRANCISCO.....	59
Foto 22 - REPRESA CALIMA.....	61
Foto 23 - REPRESA AMOYÁ- LA ESPERANZA	63
Foto 24 - HIDROELECTRICA CARLOS LLERAS	65
Foto 25 - HIDROELECTRICA CUCUANA	67
Foto 26 - PERSPECTIVA REPRESA DE PRADO	70
Foto 27 - PERSPECTIVA HIDROELECTRICA SAN MIGUEL	72
Foto 28 - PERSPECTIVA DEPOSITO DE LA CENTRAL ELECTRICA EL SALTO	74
Foto 29 - PERSPECTIVA CENTRAL HIDROELECTRICA LA ESMERALDA.....	76
Foto 30 - REPRESA DE CHINGAZA	78
Foto 31 - REPRESA DE SAN RAFAEL	80
Foto 32 - REPRESA DEL NEUSA	82
Foto 33 - REPRESA DEL SISGA	84
Foto 34 - REPRESA DE MUÑA.....	85
Foto 35 - REPRESA DE CHISACÁ	87
Foto 36 - EMBALSE DE LA REGADERA- LOCALIDAD DE USME.....	89
Foto 37 - REPRESA LOS TUNJOS	90
Foto 38 - ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN - EMBALSE DEL RIO RANCHERÍA	93
Foto 39 - REPRESA DE LA COPA	95
Foto 40 - EMBALSE EL JUNCAL.....	97

INDICE DE FIGURAS

Figura 1- LOCALIZACION DE COLOMBIA	12
Figura 2 - ESQUEMA DE LA OFERTA HIDROELÉCTRICA EN COLOMBIA	16
Figura 3 - LOCALIZACIÓN REPRESA DEL GUAVIO	18
Figura 4 - LOCALIZACIÓN REPRESA DE SAN CARLOS	20
Figura 5 - LOCALIZACIÓN REPRESA DE CHIVOR.....	22
Figura 6 - LOCALIZACIÓN PROYECTO HIDROELÉCTRICO DEL RIO SOGAMOSO	24
Figura 7 - LOCALIZACIÓN CENTRAL REPRESA DE PORCE III.....	26
Figura 8 - LOCALIZACIÓN CADENA PAGUA.....	28
Figura 9 - LOCALIZACION REPRESA DEL PEÑOL –GUATAPÉ	30
Figura 10 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE BETANIA	32
Figura 11 - CENTRAL HIDROELÉCTRICA GUADALUPE	35
Figura 12 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA ALTO ANCHICAYÁ	37
Figura 13 - LOCALIZACIÓN REPRESA DE PORCE II.....	39
Figura 14 - LOCALIZACIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA MIEL I.....	42
Figura 15 - LOCALIZACIÓN HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO	44
Figura 16 - LOCALIZACIÓN REPRESA DE URRRA I.....	47
Figura 17 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA LA SALVAJINA	49
Figura 18 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA LA TASAJERA	51
Figura 19 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA LA PLAYAS	53
Figura 20 - LOCALIZACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE JAGUAS.....	55
Figura 21 - LOCALIZACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DARIO V.....	57
Figura 22 - ESQUEMA HIDROELÉCTRICA SAN FRANCISCO	59
Figura 23 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE CALIMA.....	61
Figura 24 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA AMOYÁ- LA ESPERANZA.....	63
Figura 25 - LOCALIZACIÓN DE LA HIDROELECTRICA CARLOS LLERAS.....	65
Figura 26 - LOCALIZACIÓN DE LA HIDROELECTRICA CUCUANA.....	67
Figura 27 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE PRADO.....	70
Figura 28 - LOCALIZACIÓN HIDROELÉCTRICA SAN MIGUEL.....	72
Figura 29 - ESQUEMA DE LA UBICACIÓN DE LA CADENA HIDROELÉCTRICA BOGOTÁ.....	74
Figura 30 - LOCALIZACIÓN CENTRAL HIDROELECTRICA LA ESMERALDA	76
Figura 31 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA CHINGAZA	78
Figura 32 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE SAN RAFAEL.....	80
Figura 33 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DEL NEUSA.....	82
Figura 34 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DEL SISGA	84
Figura 35 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DEL MUÑA.....	86
Figura 36 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE CHISACÁ.....	87
Figura 37 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE LA REGADERA	89
Figura 38 - ESQUEMA DEL SISTEMA CHINGAZA - TUNJOS	91
Figura 39 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE LA COPA	96
Figura 40 - LOCALIZACIÓN REPRESA DEL JUNCAL	97

Figura 41 - VARIACIÓN DEL VOLUMEN DEL CUERPO DE AGUA EN EL EMBALSE DEL HATO.....	98
----------------------------------------------------------------------------------	----

INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1 - CADENA DE GENERACION GUATRON, PORCE II, PORCE III	34
Grafica 2 - RECUESTO HISTÓRICO DE LA GENERACIÓN ANUAL DE ENERGÍA	69

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - CARACTERISTICAS TECNICAS CADENA GUATRON	33
Tabla 2 - BENEFICIOS PROYECTO MULTIPROPÓSITO DEL RIO RANCHERÍA	93
Tabla 3 - RESUMEN INVENTARIO	99

CAPITULO 1. INTRODUCCION

En la actualidad no se encuentra información procesada que permita conocer la cantidad y finalidad de las represas que existen en Colombia. Esta información permite a las entidades relacionadas con el manejo de recurso hídricos, adelantar procesos de planeación para el desarrollo y la proyección satisfactoria del recurso hídrico demandado dentro del territorio colombiano. A continuación, se presenta un documento que permite conocer la riqueza hídrica embalsada, las características de sus represas y los usos del agua embalsada mediante revisión de información de las corporaciones ambientales, ministerios, empresas de energía, secretarías ambientales, institutos del sector y bibliografía pertinente.

CAPITULO 2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer la riqueza hídrica embalsada en Colombia.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Identificar geográficamente todos los embalses de Colombia.
- ❖ Identificar y caracterizar físicamente todas las represas de los embalses de Colombia.
- ❖ Evaluar la capacidad de almacenamiento de los embalses de Colombia.
- ❖ Conocer los usos del agua embalsada en Colombia.

CAPITULO 3. COLOMBIA

3.1 RESEÑA HISTORICA¹

Mientras que los aztecas y los incas construyeron imperios que extendieron su control sobre vastas regiones de la América precolombina, Colombia fue colonizada por una serie de pequeños grupos de pueblos como el Tayrona y el Muisca. Justo antes de la llegada de los españoles, la zona se caracterizaba por comunidades que elaboraban una fantástica abundancia de la más fina orfebrería de América del Sur. Sin embargo, un suceso dramático pronto cambiaría el curso de la historia de Colombia. Cuando los españoles llegaron a la costa caribeña de Colombia, vieron con gran interés la increíble riqueza de la población indígena local. Los españoles, ansiosos de oro, pronto escucharon historias apasionantes sobre una ciudad de oro en algún lugar escondido en el interior de Colombia, historias que inspiraron la leyenda de El Dorado. Buscaron este lugar con celo obsesivo y finalmente encontraron a los Muiscas, que arrojaban ritualmente ofrendas de oro en las aguas de la laguna Gautavita. La conquista española de la actual Colombia verá la fundación de Bogotá (sobre la ciudad muisca de Bacatá), Cali y otras ciudades. Después de años de dominio colonial español, de esclavitud y pesados impuestos, Colombia obtuvo la independencia en 1819 con la ayuda del líder revolucionario Simón Bolívar. Sin embargo, en el periodo posterior se produjeron una serie de guerras civiles por la intensificación de las tensiones entre los primitivos partidos políticos del país.

Hoy en día, muchas ciudades colombianas continúan mostrando la arquitectura colonial, donde las calles empedradas y las casas blancas invitan a los visitantes a explorar el atractivo pasado del país. El casco antiguo de Cartagena de Indias, fuertemente fortificado para defenderse de los piratas logró la declaración de Patrimonio Histórico de la Humanidad, al igual que el centro histórico de Santa Cruz de Mompox.

¹ Reseña histórica de Colombia. Disponible en: <https://www.donquijote.org/es/cultura-colombiana/historia/>

3.2 GEOGRAFIA²

Descripción física

La Región Andina está formada por tres grandes divisiones de la Cordillera de los Andes (Occidental, Central y Oriental) que componen la zona más poblada del país. Es una zona con una riqueza hídrica insuperable con productivas y fértiles tierras gracias a la cantidad de pisos térmicos. Además, la región se distingue por sus grandes ciudades y numerosos atractivos turísticos.

Con un 41% del territorio nacional, la Región Amazónica guarda un gran tesoro natural y cultural que alberga una extensa diversidad en todos sus rincones. Es parte del territorio considerado como el pulmón del planeta y en ella se pueden encontrar animales únicos como el delfín rosado. La Amazonía colombiana es la zona menos poblada del país. Las variadas ofertas de turismo ecológico y la majestuosidad de su naturaleza son sus principales atractivos.

Con importantes ciudades como Cartagena, Santa Marta y Barranquilla, la Región Caribe conjuga desde zonas desérticas en La Guajira hasta selvas húmedas en el Golfo de Urabá. Esta región alberga los dos picos más altos del país: el Simón Bolívar y el Cristóbal Colón. Las hermosas playas y los valles de los ríos Magdalena, Sinú y Cesar constituyen paisajes espectaculares. Visitar el Caribe colombiano es contagiarse de gran parte de la historia cultural del país.

Atravesando de sur a norte el país en el occidente, la Región Pacífica cuenta con una gran cantidad de climas —desde uno de los lugares más húmedos del planeta hasta el páramo volcánico— que reúnen todo un universo de especies exóticas en flora y fauna. A la zona pertenecen los departamentos del Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca. Conocer el pacífico colombiano es una aventura indescriptible.

La Región de la Orinoquía cuenta con extensas llanuras repartidas en los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada. El clima de la región es cálido y su actividad económica más privilegiada es la ganadería. Además, en sus tierras se encuentra la Sierra de la Macarena, un edén de especies de aves, insectos y reptiles.

² Geografía de Colombia. Disponible en: <https://www.colombia.co/pais-colombia/geografia-y-medio-ambiente/asi-es-la-geografia-colombiana/>

Emplazamiento:

Colombia se encuentra en la latitud y longitud de 04 ° 00 N, 72 ° 00 W. Está situado en la esquina noroeste de América del Sur. Colombia cubre tanto norte como hemisferio sur.

Área total:

1.141.748 km²

Temperatura media:

24,5° C.

Límites de referencia:

Limita al este con Venezuela y Brasil, al sur con Perú y Ecuador y al noroeste con Panamá; en cuanto a límites marítimos, colinda con Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Jamaica, Haití, República Dominicana y Venezuela en el mar Caribe, y con Panamá, Costa Rica y Ecuador en el océano Pacífico.



Figura 1- LOCALIZACION DE COLOMBIA

Fuente: Mapamundi

3.3 CARACTERISTICAS³

UBICACIÓN

Colombia es la más septentrional de los países andinos, con costas sobre los océanos Pacífico y Atlántico. El espacio geográfico está constituido por tierras continentales localizadas al extremo noroccidente de la América del Sur, es el cuarto país del continente, con una extensión de 1.141.748 km², incluyendo las tierras insulares del océano Atlántico (San Andrés y Providencia) y del océano Pacífico (Malpelo y Gorgona).

RELIEVE

Colombia posee diversas formaciones orográficas entre las que se destacan:

- ❖ Sistema Montañoso central: representado por tres cordilleras (Occidental, Central y Oriental), las cuales pertenecen al sistema andino suramericano, de las cordilleras Occidental y Central; más al norte, en el Macizo colombiano, se desprende la cordillera Oriental.
- ❖ Sistema montañoso independientes: son aquellos que no están unidos al sistema de los Andes y que forman un relieve periférico, como la Sierra Nevada de Santa Marta, la sierra de la Macarena y las serranías del Darién y el Baudó.
- ❖ Valles interandinos: son las partes bajas que se encuentran entre las cordilleras andinas y que están recorridas por un río como el Magdalena, el Cauca, el Patía, entre otros.

CLIMA

Colombia se encuentra en la zona intertropical o de latitudes bajas. Por tanto, le corresponde un clima de altas temperaturas sin presencia de estaciones térmicas. Sin embargo, el relieve modifica esta circunstancia; la presencia de la cordillera andina origina un clima de montaña con diferentes pisos térmicos.

HIDROGRAFIA

Los principales ríos colombianos se agrupan en cuatro vertientes:

- ❖ Vertiente del Caribe: a ella pertenecen los ríos Magdalena, Cauca, Atrato y Sinú.
- ❖ Vertiente del Pacífico: donde llegan los ríos Baudó, San Juan, Patía y Mira.
- ❖ Vertiente del Orinoco: en ella desembocan los ríos Arauca, Meta, Vichada, Guaviare y el Inírida.
- ❖ Vertiente del Amazonas: en ella vierten sus aguas los ríos Caquetá, el Putumayo, el Vaupés y el Negro o Guanía.

³ Características de Colombia. Disponible en: https://es.slideshare.net/MariaMoniKano/caracteristicas-de-colombia?from_action=save

RECURSOS NATURALES RENOVABLES⁴

Son aquellos recursos naturales cuya existencia no se agota por la utilización de los mismos. Esto puede ocurrir por dos motivos:

- 1- Porque su utilización no modifica su existencia o el estado de los mismos: energía solar, energía eólica, energía hidráulica, energía biotermal, etc.
- 2- Porque se regeneran lo suficientemente rápido para que puedan seguir siendo utilizados sin que se agoten: peces, bosques, biomasa en general, etc. Este tipo de recursos naturales renovables pueden dejar de ser renovable si se les utiliza en exceso. Por ejemplo, la pesca excesiva está llevando a que el número de ejemplares de ciertas especies disminuya con el tiempo, es decir, que la tasa de explotación es mayor que la tasa de regeneración. Lo mismo sucede con los bosques nativos.

RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

Son aquellos que existen en cantidades fijas o bien aquellos cuya tasa de regeneración es menor a la tasa de explotación. A medida que los recursos naturales no renovables son utilizados, se van agotando hasta acabarse. Ejemplos de recursos naturales no renovables son el petróleo, los minerales y el gas natural.

⁴ Regionalización de Colombia. Disponible en: https://es.slideshare.net/MariaMoniKano/caractersticas-de-colombia?from_action=save

3.4 MARCO LEGAL

LEY 99 DE 1993: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

RESOLUCIÓN NO. 759 DEL 28 DE ABRIL DE 2006: Estableció a la Empresa Generadora de Energía -EMGESA S.A., un plan de manejo ambiental relacionado con el proyecto de operación de la cadena hidroeléctrica del río Bogotá – centrales hidroeléctricas canoas, salto II, laguneta y Darío valencia Samper (casalaco), localizada en los municipios de Soacha, San Antonio del Tequendama y El Colegio, en el departamento de Cundinamarca.

DECRETO 2820 DE 2010: Reglamenta las licencias ambientales, definiéndola como la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorios al paisaje que llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios por el tiempo de vida útil del proyecto; toda persona natural o jurídica tiene derecho a formular directamente petición de información en relación con los elementos susceptibles de producir contaminación y los peligros que el uso de dichos elementos pueda ocasionar a la salud humana.

DECRETO 2041 DE 2014: Este decreto se expidió teniendo en cuenta la obligatoriedad de la licencia ambiental para la ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad que pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje.

RESOLUCION 0376 DE 2016: Por la cual se señalan los casos en los que no se requerirá adelantar trámite de modificación de la licencia ambiental o su equivalente, para aquellas obras o actividades consideradas cambios menores o de ajuste normal dentro del giro ordinario de los proyectos de energía, represas, trasvases y embalses.

CAPITULO 4. REPRESAS PARA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA:

En la figura 2 se incluye las principales represas de Colombia ordenadas según su capacidad de generación de energía eléctrica, las cuales representan el 68% de la oferta energética de Colombia incluyendo aquellas no despachadas centralmente:

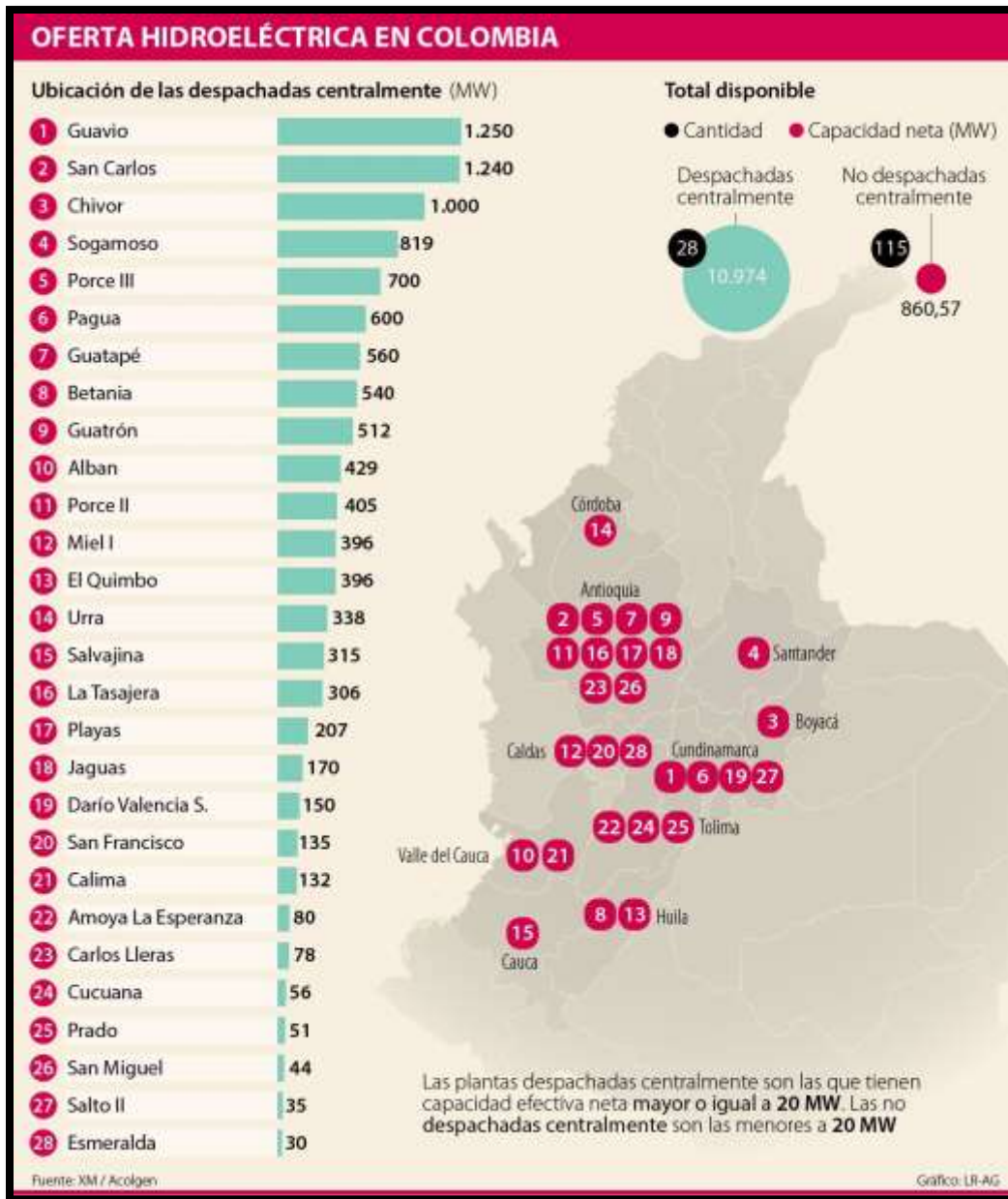


Figura 2 - ESQUEMA DE LA OFERTA HIDROELÉCTRICA EN COLOMBIA

Fuente: <https://www.larepublica.co>

A continuación, se resumen las características principales de las represas de generación de energía eléctrica:

4.1 GUAVIO ⁵

La central Hidroeléctrica del Guavio, está localizada unos 120 km al noreste de Bogotá, en el departamento de Cundinamarca, entre los municipios de Ubalá y Mámbita, en la cuenca media-baja del río Guavio, con afluentes de los ríos Guavio, Batatas y Chivor

La firma INGETEC realizó el diseño de todas las obras del proyecto, incluyendo los estudios de pre factibilidad, factibilidad, diseño y elaboración de pliegos de licitación para su construcción. Adicionalmente ejecutó la asesoría técnica durante su construcción. Su función principal es la producción de energía eléctrica. La represa abarca un área total inundada de 15.000 ha y un volumen total de embalse de $1043 \times 10^6 \text{ m}^3$ y un volumen útil de $950 \times 10^6 \text{ m}^3$, la presa fue construida con materiales sueltos y un núcleo de hormigón, y alcanza una altura total de 247 metros con longitud de coronación de 390 metros.

Características generales

- ❖ **Nombre:** Represa del Guavio
- ❖ **Localización:** Municipio de Ubalá y Mámbita, departamento de Cundinamarca (Figura 2)
- ❖ **Localización geográfica:** $4^{\circ} 43' 29'' \text{ N}$, $73^{\circ} 28' 59'' \text{ W}$
- ❖ **Altura de presa:** 243 m
- ❖ **Área inundada:** 15.000 ha
- ❖ **Volumen total de embalse:** $1043 \times 10^6 \text{ m}^3$
- ❖ **Cota:** 1949 msnm
- ❖ **Longitud de coronación:** 390m
- ❖ **Caudal afluente:** $62 \text{ m}^3/\text{s}$
- ❖ **Capacidad total instalada:** 1250 MW.
- ❖ **Generación anual de energía:** 5890 GWh

Equipos principales de la central hidroeléctrica

- ❖ **Cantidad de turbinas:** Ocho turbinas Pelton de 230 MW cada una.
- ❖ **Detalles túneles:** Túnel de desviación al embalse de los ríos Batatas de 2330 m de longitud y Chivor de 2190 m de longitud,
- ❖ **Cantidad de transformadores:** Veinticuatro transformadores monofásicos.
- ❖ **Caverna de transformadores de dimensiones:** planta de 201 m por 14 m y de una altura de 21 m

⁵ Guavio. Disponible en: <https://prezi.com/ezw3vx155ghp/central-hidroelectrica-del-guavio/>

- ❖ **Almenara:** tipo galería de expansión longitud 319 m, sección en herradura y diámetro de excavación 8.4 m⁴
- ❖ **Pozo de carga:** 545 m de longitud
- ❖ **Túnel inferior de carga:** 1430 m de longitud
- ❖ **Túnel de fuga:** 5260 m de longitud
- ❖ **Caverna de máquinas de dimensiones:** planta de 234 m por 17 m y de una altura de 35 m



Foto 1 - REPRESA DEL GUAVIO

Fuente: www.skyscrapercity.com



Figura 3 - LOCALIZACIÓN REPRESA DEL GUAVIO

Fuente: potencialimite.com

4.2 SAN CARLOS ⁶

La central hidroeléctrica de San Carlos se encuentra localizada en el departamento de Antioquia, dentro del municipio de San Carlos. En este momento es la segunda represa de mayor capacidad instalada del país, con 1.240 MW, distribuidos en ocho unidades de 155 MW cada una, y una capacidad media de generación anual de 5980 GWh/año, y la infraestructura necesaria para la instalación de dos unidades adicionales. Su primera etapa entró en funcionamiento en 1984 y la segunda, en 1987.

La estructura de contención (presa Punchina), está situada sobre el río Guatapé, en el caserío de Puerto Belo, forma un embalse de 340 ha, con una capacidad de almacenamiento de $72 \times 10^6 \text{ m}^3$, de los cuales, alrededor de $53.23 \times 10^6 \text{ m}^3$ son de embalse útil. Tiene una altura de 70 m sobre el nivel medio del río, 800 m de longitud, donde se necesitaron 6 Mm^3 de relleno de suelos residuales compactados, con cresta en la cota 781 m.s.n.m.

Características generales

- ❖ **Nombre:** central hidroeléctrica de San Carlos
- ❖ **Localización:** Antioquia, municipio de San Carlos. (Figura 4)
- ❖ **Localización geográfica:** $06^\circ 12'39'' \text{N}$, $74^\circ 50'26'' \text{W}$
- ❖ **Altura de presa:** 70 m
- ❖ **Área inundada:** 340 ha
- ❖ **Cota:** 781 msnm
- ❖ **Capacidad total de embalse:** $72 \times 10^6 \text{ m}^3$
- ❖ **Volumen útil de embalse:** $53,23 \times 10^6 \text{ m}^3$
- ❖ **Longitud de coronación:** 800 m
- ❖ **Altura promedio lámina de agua:** 16 m.
- ❖ **Generación anual de energía:** 6.020 GWh año

Equipos principales de la central hidroeléctrica

- ❖ **Especificaciones de la central:** 8 Turbinas Pelton de eje vertical, con 22 cangilones, caudal nominal de 32,7 m³/s; diámetro de 4,0 m.
- ❖ **Datos sobre dimensiones:** Una válvula esférica de 1,90 m de diámetro y 68 toneladas de peso con un tiempo de cierre o apertura de 120 s en la entrada de cada turbina.
- ❖ **Equipos:** 8 Generadores de tipo sincrónico, de eje vertical, trifásicos, acoplados a las turbinas, Equipos de ventilación y enfriamiento del aire de la caverna

⁶ San Carlos. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Central_hidroel%C3%A9ctrica_San_Carlos



Foto 2 - REPRESA DE SAN CARLOS

Fuente: www.isagen.com.co

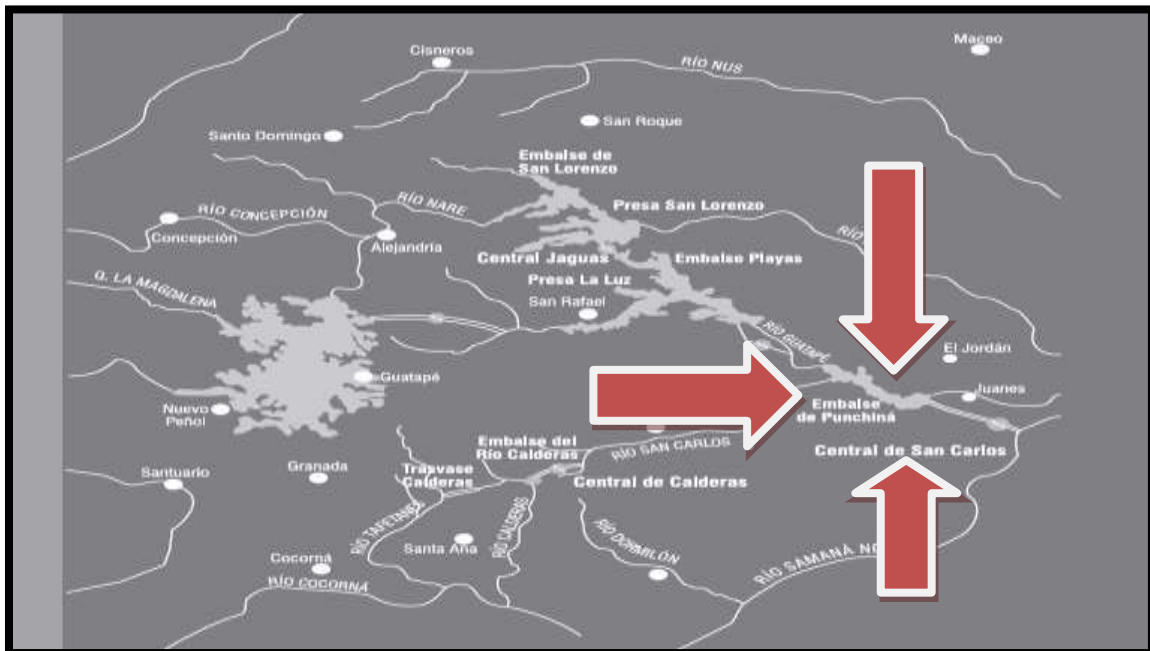


Figura 4 - LOCALIZACIÓN REPRESA DE SAN CARLOS

Fuente: ISAGEN S.A

4.3 CHIVOR ⁷

La represa de Chivor (embalse la Esmeralda) está localizado a 160 km al Nororiente de la ciudad de Santafé de Bogotá, cerca al municipio de Santa María en el departamento de Boyacá Aprovecha el potencial hidroeléctrico del río Batá, regulado por la presa de La Esmeralda que forma un embalse con una capacidad de almacenamiento total de $760 \times 10^6 \text{m}^3$.

El embalse de la esmeralda es retenido mediante una presa de enrocado de 237 m de altura, así como un vertedero de canal abierto, un túnel de desviación y una descarga de fondo. Los $668 \times 10^6 \text{m}^3$ de la reserva son utilizados en generación de energía eléctrica.

Características generales

- ❖ **Nombre:** Represa de Chivor.
- ❖ **Ubicación:** Departamento de Boyacá, municipio de Santa María. (Figura 5)
- ❖ **Localización geográfica:** $04^{\circ}54'03''\text{N}$, $73^{\circ}17'49''\text{W}$
- ❖ **Tipo de presa:** enrocado
- ❖ **Altura:** 237 m
- ❖ **Área inundada:** 1300 ha
- ❖ **Volumen total de embalse:** $760 \times 10^6 \text{m}^3$
- ❖ **Volumen útil de embalse:** $668 \times 10^6 \text{m}^3$
- ❖ **Cota:** 1200 msnm
- ❖ **Longitud de coronación:** 310 m
- ❖ **Longitud máxima:** 22,9 kilómetros
- ❖ **Anchura máxima:** 1,0 kilómetros
- ❖ **Altura promedio lámina de agua:** 58 m
- ❖ **Potencia total instalada:** 1000 MW
- ❖ **Generación anual de energía:** 3626 GW

Equipos principales

- ❖ Estación eléctrica superficial de 1000 MW.
- ❖ Túnel de desviación de 895 m de longitud; 10,69 m de diámetro y descarga de fondo.
- ❖ Estación eléctrica superficial. 8 turbinas tipo Pelton para la generación de 130 MW
- ❖ 8 generadores de 140,000 kVA.
- ❖ 24 transformadores monofásicos.

⁷ Chivor. Disponible en: <http://tecun.com/emdt/090924/Chivor.pdf>.



Foto 3 - PERSPECTIVA EMBALSE LA ESMERALDA (REPRESA DE CHIVOR)

Fuente: senderoverdeesmeralda.com



Figura 5 - LOCALIZACIÓN REPRESA DE CHIVOR

Fuente: es.wikipedia.org

4.4 SOGAMOSO ⁸

Hidosogamoso, propiedad de ISAGEN (Brookfield Asset Management), es una Central Hidroeléctrica con capacidad para generar 820 MW de energía al día (10% del consumo nacional) lo que la posiciona como la 3a generadora más grande del país, después de EPM y EMGESA. Su construcción inició en 2009 y concluyó a fines de 2014: lapso en el que surgieron impactos negativos sobre el entorno (p.ej., tras la desviación del río Sogamoso - 2011) que han afectado, a su vez, los medios de subsistencia de la población.

Ello, sumado a la inundación de tierras productivas, los temores por la cercanía de la obra respecto a nudos sísmicos, la contaminación y alteración de las fuentes de agua; sentó las bases para procesos organizativos como el Movimiento Social por la Defensa de los Ríos Sogamoso y Chucuri (parte de Ríos Vivos), desde los que se han desplegado estrategias para la permanencia en el Territorio y la denuncia de los efectos asociados a la agenda energética del Gobierno Nacional y Departamental.

Características generales

- ❖ **Nombre:** Hidroeléctrica de Sogamoso.
- ❖ **Ubicación:** Departamento de Santander, municipios Girón, Betulia, Zapatoca, Los santos y San Vicente de Chucurí. (Figura 6)
- ❖ **Localización geográfica:** 07°06'15.29"N, 73°24'28.62"O
- ❖ **Altura:** 190 m
- ❖ **Área inundada:** 7000 ha
- ❖ **Volumen total de embalse:** 4800 x10⁶ m³
- ❖ **Cota:** 330 m.s.n.m
- ❖ **Longitud de cresta:** 345 m
- ❖ **Generación anual de energía:** 5056 GW
- ❖ **Inversión:** 4.1 billones de pesos

Equipos principales

- ❖ Capacidad instalada de 819 MW
- ❖ Un vertedero de 72 m de ancho y el embalse cubre 7000 ha.
- ❖ Caverna de máquinas –142 m de longitud, 24 m de ancho y 49 m de altura– que contiene las tres turbinas y generadores con 273 MW de potencia cada uno, así como también el edificio de control.
- ❖ Caverna de transformadores de 119 m de longitud, 14 m de ancho y 16 m de altura que aloja los transformadores de potencia de 324 MVA.

⁸ Sogamoso. Disponible en: https://conflictos-ambientales.net/oca_bd/env_problems/view/22



Foto 4 - PERSPECTIVA DE LA REPRESA SOGAMOSO (HIDROSOGAMOSO)

Fuente: santandercompetitivo.org



Figura 6 - LOCALIZACIÓN PROYECTO HIDROELÉCTRICO DEL RIO SOGAMOSO

Fuente: ISA intercolombia

4.5 PORCE III ⁹

La represa de Porce III se encuentra localizada a 147 kilómetros de Medellín, nordeste de Antioquia, en una zona entre los municipios de Amalfi, Anorí, Gómez Plata y Guadalupe Contando con el río Porce como su principal fuente de abastecimiento.

El embalse tiene una longitud aproximada de 14 kilómetros, y un volumen total aproximado de 169 millones de metros cúbicos, de los cuales 127 millones corresponden a embalse útil, un área de 461 hectáreas y una hoya hidrográfica de 3.756 kilómetros cuadrados y la máxima cota del embalse es 680 msnm. La estructura de la presa es de tipo enrocado con cara de concreto, con una altura de 151 metros, longitud de cresta 400 metros, ancho de la cresta de 8 m.

Características generales.

- ❖ **Nombre:** central hidroeléctrica Porce III
- ❖ **Ubicación:** departamento Antioquia, entre los municipios de Amalfi, Anorí, Gómez Plata y Guadalupe. (Figura 7)
- ❖ **Localización geográfica:** 6°56'19"N, 75°8'19"W
- ❖ **Tipo de presa:** enrocado con cara de concreto
- ❖ **Altura:** 151 m
- ❖ **Área inundada:** 461 ha
- ❖ **Volumen total de embalse:** 169x10⁶ m³
- ❖ **Volumen útil de embalse:** 127 x10⁶ m³
- ❖ **Cota:** 680 msnm
- ❖ **Longitud de coronación:** 400 metros
- ❖ **Altura promedio lámina de agua:** 148 metros
- ❖ **Longitud máxima aproximada:** 14 km
- ❖ **Capacidad efectiva:** 700 MW

Equipos principales y descripción de la central hidroeléctrica.

- ❖ La casa de máquinas es subterránea conformada por 2 cavernas (máquinas y transformadores);
- ❖ La central tiene una capacidad efectiva neta de 660 megavatios en 4 unidades que producen 4254 GWh/Año
- ❖ Se construyó un túnel de acceso a casa de máquinas de 493.25 metros de longitud, en sección de herradura, con paredes rectas, con un diámetro de excavación de 7 metros y una pendiente de 7.6%.

⁹ Porce III. Disponible en: <http://www.betonmac.com/index.php/obras/35-colombia/104-central-hidroelectrica-de-porce-iii>



Foto 5 - COMPLEJO HIDROELÉCTRICO PORCE III

Fuente: sociedadcolombianadearquitectos.org



Figura 7 - LOCALIZACIÓN CENTRAL REPRESA DE PORCE III

Fuente: www.monografias.com

4.6 PAGUA ¹⁰

Es una cadena hidroeléctrica de generación que se compone de LA CENTRAL PARAISO Y LA CENTRAL LA GUACA, que a su vez junto con las centrales hidroeléctricas DARIO VALENCIA S. y SALTO II conforman LA CADENA RIO BOGOTA, incluyendo a otras pequeñas hidroeléctricas de menor generación eléctrica.

Características generales.

- ❖ **Nombre de las que las conforman:** Central hidroeléctrica Paraíso y Central hidroeléctrica Guaca.
- ❖ **Ubicación:** Se encuentran ubicadas en el departamento de Cundinamarca. (Figura 8)
- ❖ **Localización geográfica:** 4°34'45.10''N 74°25'39.67''O - 4°34'55.63''N 74°26'55.63''O
- ❖ **Potencia efectiva:** 270.0 MW - 310.5 MW respectivamente.
- ❖ **Energía por año:** 988.6 Gwh/año – 1136.8 Gwh/año respectivamente.
- ❖ **Entrada en operación:** Las dos centrales entraron en producción 1986/87



Foto 6 - CENTRAL HIDROELECTRICA PARAISO

Fuente: <https://www.colegionuevogimnasio.edu.co>

¹⁰ Cadena hidroeléctrica Pagua. Disponible en: https://www.enel.com.co/content/dam/enelco/espa%20B10l/accionistas_e_inversionistas/generaci%20B3n1/informaci%20B3n_financiera/presentaciones_de_resultados_de_gesti%20B3n/2011/Resultados_EMG_COD_2011_Final161.pdf



Foto 7 - CENTRAL HIDROELECTRICA LA GUACA

Fuente: <https://es.foursquare.com>

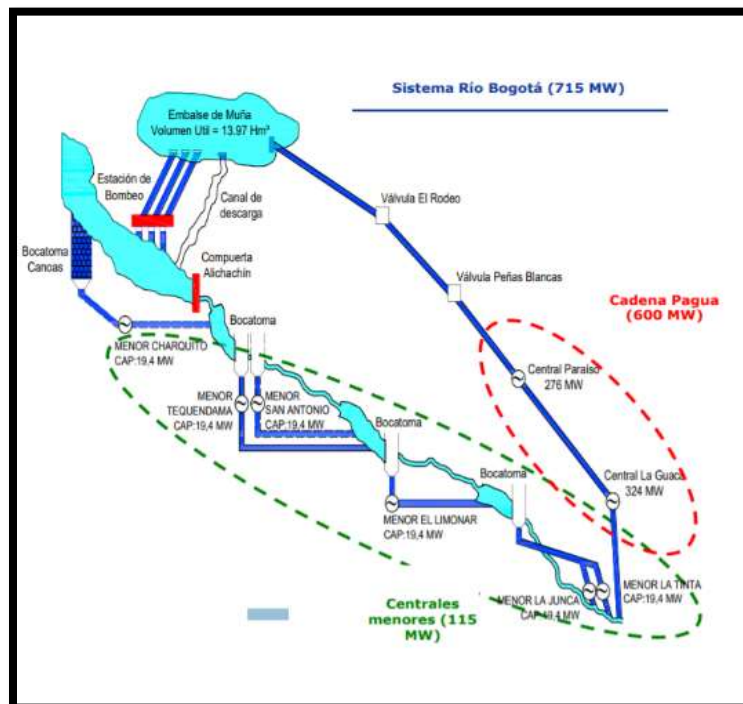


Figura 8 - LOCALIZACIÓN CADENA PAGUA

Fuente: <https://www.enel.com.co>

4.7 GUATAPE ¹¹

La represa Peñol- Guatapé finalizó su construcción en totalidad en el año de 1978, se encuentra ubicado al oriente departamento de Antioquia en una zona batolítica a 50 Km de Medellín, jurisdicción del municipio de San Rafael, su cota es de 1887.5 m.s.n.m.

El embalse presenta como principal tributario el río Nare con un caudal promedio anual de 50 m³/s. En su margen izquierda tributan las quebradas San Miguel, La Magdalena, San Lorenzo y Cucurucho. En la margen derecha del embalse descargan las quebradas La Culebra, Santa Marina, San Pedro y La Candelaria. La represa recibe las aguas de la quebrada “Peñolcito”, la cual tiene una capacidad de embalse cercana a los 1240 x10⁶ m³, también profundidades máximas de 43 m y promedio y 27.5 m. Su longitud máxima es de 7.25 kilómetros y su ancho máximo de 5 kilómetros. En total, el embalse cubre un área de 6240 ha y el tiempo de retención hidráulico es 285 días.

Características generales

- ❖ **Nombre:** central hidroeléctrica PEÑOL-GUATAPÉ
- ❖ **Ubicación:** departamento de Antioquia, entre los municipios de San Rafael, El Peñol y Guatapé. (Figura 9)
- ❖ **Localización geográfica:** 6°13'20"N y 75°10'11"O
- ❖ **Tipo de presa:** enrocado con cara de concreto
- ❖ **Área inundada:** 6240 ha
- ❖ **Volumen de embalse:** 107 x10⁶ m³
- ❖ **Cota:** 1887.5 msnm
- ❖ **Longitud máxima** 7.25 Km
- ❖ **Anchura máxima:** 5 Km
- ❖ **Altura promedio lámina de agua:** 2m
- ❖ **Potencia total instalada:** 560 MW
- ❖ **Generación anual de energía:** 1945.5 Gwh.

Funcionamiento y Equipos principales de la central hidroeléctrica

- ❖ **La primera etapa de la Central:** con una capacidad de 280 MW (cuatro unidades de 70 MW cada una).
- ❖ **Entro en servicio:** en 1971 y 1972.
- ❖ **Segunda etapa:** la presa de Santa Rita se elevó a la cota 1892 y en esta forma se incrementó la capacidad del embalse el peñol a 1 240 x10⁶m³.

¹¹ Guatapé. Disponible en: <https://www.epm.com.co/site/home/nuestra-empresa/nuestras-plantas/energia/centrales-hidroelectricas>

- ❖ **La segunda etapa entró en servicio:** entre 1979 y 1980, con cuatro máquinas de 70 MW cada una, para un total de 280 MW.



Foto 8 - REPRESA PEÑOL- GUATAPÉ

Fuente: wikipedia.org



Figura 9 - LOCALIZACION REPRESA DEL PEÑOL –GUATAPÉ

Fuente: es.wikipedia.org

4.8 BETANIA ¹²

La represa de Betania, que está ubicada sobre el río Magdalena, a unos 40 kilómetros de Neiva, capital del departamento del Huila. Está construido en la desembocadura del río Yaguara con en el rio Magdalena.

Embalse de Betania es una monumental obra acuática del hombre, su función original fue darle potencia a la Central Hidroeléctrica de Betania. Para construir el embalse fue necesario cortar el libre caudal de Río Magdalena y Yaguará, y represar parte de sus aguas en las 7000 hectáreas que conforman el embalse.

Características generales.

- ❖ **Nombre:** central hidroeléctrica de Betania
- ❖ **Ubicación:** Huila, entre los municipios de Campoalegre, Hobo y Yaguará. (Figura 10)
- ❖ **Localización geográfica:** 2°42'19"N 75°25'54"W
- ❖ **Área:** 7000 ha
- ❖ **volumen de embalse:** 1971x106 m³
- ❖ **capacidad efectiva:** Generación de 540 MW
- ❖ **producción anual de energía eléctrica:** generaron 2,304GWh

Funcionamiento y Equipos principales de la central hidroeléctrica

Betania fue puesta en operación el 7 de septiembre de 1987, con tres turbinas tipo francis de 179 MW de potencia cada una. La fabricación fue de Rica Calsoni, Franco Tossi y Ansaldo y las obras civiles fueron construidas por Impregilo S.P.A., firmas italianas; la tecnología utilizada fue la más moderna y junto con El Guavio son las últimas centrales hidroeléctricas inauguradas en Colombia. Su volumen total es de 1.971 millones de m³ y tiene una capacidad de 540 megavatios,

Antes de su privatización, la Central Hidroeléctrica de Betania era una sociedad anónima, clasificada legalmente como sociedad de economía mixta, con carácter de entidad descentralizada indirecta, del orden Nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía. En la actualidad, la Central Hidroeléctrica de Betania, cuenta con una capacidad efectiva de generación de 500MW; durante 1996, se generaron 2,304GW.

¹² Betania. Disponible en: <https://www.colombia.com/turismo/sitiosturisticos/huila/attractivosturistico/sdi465/78344/represa-de-betania>



Foto 9 - REPRESA DE BETANIA

Fuente: www.sibate-cundinamarca.gov.co



Figura 10 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE BETANIA

Fuente: maps.google.es

4.9 GUATRON ¹³

Es una cadena hidroeléctrica conformada por las centrales hidroeléctricas GUADALUPE Y TRONERAS, ubicadas en el departamento de Antioquia, la cual genera alrededor de 512 MW y se encuentran en el puesto # 9 de la generación total de Colombia.

Características generales.

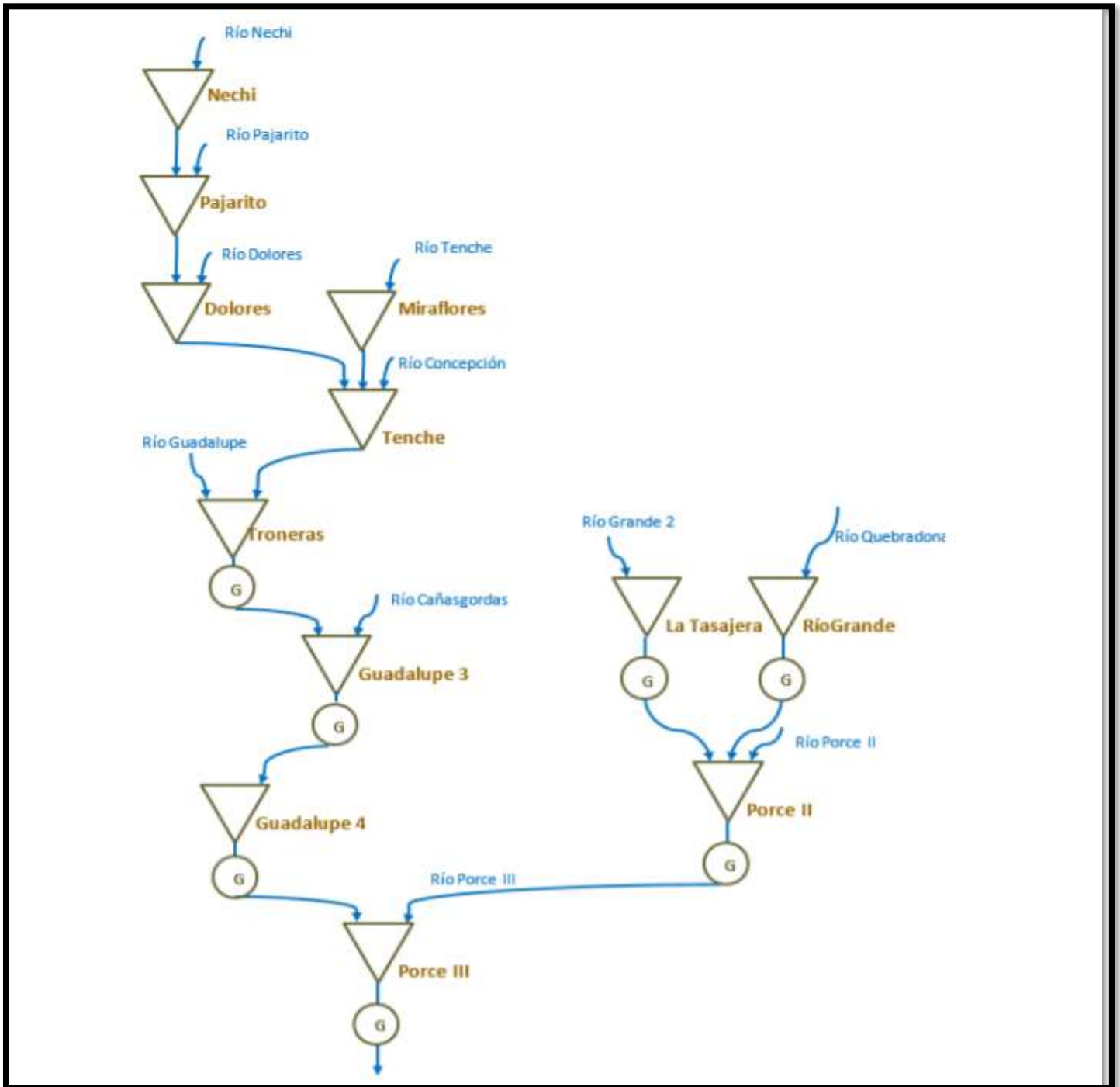
- ❖ **Nombre:** Cadena hidroeléctrica Guatrón. (Central hidroeléctrica Guadalupe y Central hidroeléctrica Troneras). (Grafica 1)
- ❖ **Ubicación:** Departamento de Antioquia, Colombia.
- ❖ **Ríos implicados:** Río Concepción, después de haber recibido las desviaciones de los ríos Nechí, Pajarito y Dolores; cuyos aportes, junto con los provenientes del embalse de Miraflores y el río Guadalupe, alimentan el embalse de Troneras.

	Capacidad Instalada [MW]	Coefic. de Producción [MW/m ³ /s]	Volumen del Embalse (GWh)
Miraflores	-	-	348.7
Troneras	42	0.7	72.7
Guadalupe 3	270	5.2	-
Guadalupe 4	202	4.2	-

Tabla 1 - CARACTERISTICAS TECNICAS CADENA GUATRON

Fuente: <http://www1.upme.gov.co>

¹³ Guatrón. Disponible en: <http://centraleshidroelectricasdeantioquia.blogspot.com/>



Grafica 1 - CADENA DE GENERACION GUATRON, PORCE II, PORCE III

Fuente: <http://www1.upme.gov.co>



Foto 10 - CENTRAL HIDROELÉCTRICA TRONERAS

Fuente: <https://envivo.eafit.edu.co>



Figura 11 - CENTRAL HIDROELÉCTRICA GUADALUPE

Fuente: <http://www.valenciad.com>

4.10 ALBAN ¹⁴

Es una cadena generadora eléctrica conformada por las centrales hidroeléctricas ALTO Y BAJO ANCHICAYÁ. Las dos centrales están ubicadas en una selva húmeda tropical que contiene un sinnúmero de ríos y cascadas de agua cristalina y que cuenta con gran variedad de fauna y flora típica de la región Pacífica. Es una zona rica en bosques primarios que se caracterizan por su biodiversidad en flora y fauna; este es el lugar con el tercer lugar de mayor pluviosidad en el mundo y el primero en diversidad de aves. La central hidroeléctrica Alto Anchicayá está localizada en el departamento del Valle del Cauca, 85 Km al oeste de Cali. Por su parte, la central Bajo Anchicayá está ubicada dentro del perímetro del Parque Natural Los Farallones.

Características generales.

- ❖ **Ubicación:** 3°32'00.81''N 76°51'06.39''O
- ❖ **Año de entrada:** 1955
- ❖ **Número de colaboradores:** 68
- ❖ **Capacidad instalada:** 429 MW
- ❖ **Tipo de generación:** hídrica por embalse
- ❖ **Unidades de generación:** 7
- ❖ **Participación en el Sistema Integrado Nacional (SIN):**
 - ❖ - 2011: 3.33%
 - ❖ - 2012: 2.61%
 - ❖ - 2013: 2.89%

¹⁴ Albán. Disponible en: <https://www.celsia.com/es/centrales-hidroelectricas>



Foto 11 - CENTRAL HIDROELECTRICA ALTO Y BAJO ANCHICAYÁ

Fuente: <https://www.celsia.com>



Figura 12 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA ALTO ANCHICAYÁ

Fuente: maps.google.es

4.11 PORCE II ¹⁵

La central hidroeléctrica Porce II, "Juan Guillermo Penagos Estrada", se encuentra ubicada al Noroeste del departamento de Antioquia, a una distancia aproximada de 120 kilómetros de la ciudad de Medellín, por la carretera que de esta ciudad conduce a las poblaciones de Amalfi y Anorí.

La principal fuente de alimentación del embalse es el río Porce, el cual nace con el nombre de río Medellín en el alto de San Miguel, al sur de la ciudad de Medellín. La central hidroeléctrica Porce II se compone de un embalse con una capacidad total de 142.7 millones de metros cúbicos, el cual inunda un área de 890 hectáreas.

Características generales

- ❖ **Nombre:** Represa Porce III
- ❖ **Ubicación:** Antioquia, poblaciones de Amalfi y Anorí. (Figura 12)
- ❖ **Localización geográfica:** 6°56'19"N, 75°8'19"W
- ❖ **tipo de presa:** una presa de gravedad hecha concreto
- ❖ **Altura de la presa:** 118 m de altura
- ❖ **Área:** 890 ha
- ❖ **volumen de embalse:** 142.7 x106 m³
- ❖ **caudal afluente:** 113,6 m³/s
- ❖ **Potencia total:** 405 MW
- ❖ **producción anual de energía eléctrica:** 1.600 GWh

Funcionamiento y Equipos principales de la central hidroeléctrica.

Los vertimientos y descargas de agua de la central hidroeléctrica la Tasajera, generan energía con las aguas del embalse Rio grande II. Porce II aprovecha un caudal medio de 113,6 m³/s, para generar una energía firme de 1294.5 GWh/año y una Capacidad Efectiva Neta de 405 MW.

Tiene una casa subterránea de máquinas con tres generadores sincrónicos de 142 MW, con turbinas tipo Francis de eje vertical y una subestación a 230 KV con tres campos de generación y tres campos de transmisión

¹⁵ Porce II. Disponible en: <https://conconcreto.com/central-hidroelectrica-porce-ii/>



Foto 12 - REPRESA DEL RIO PORCE II

Fuente: lea.org

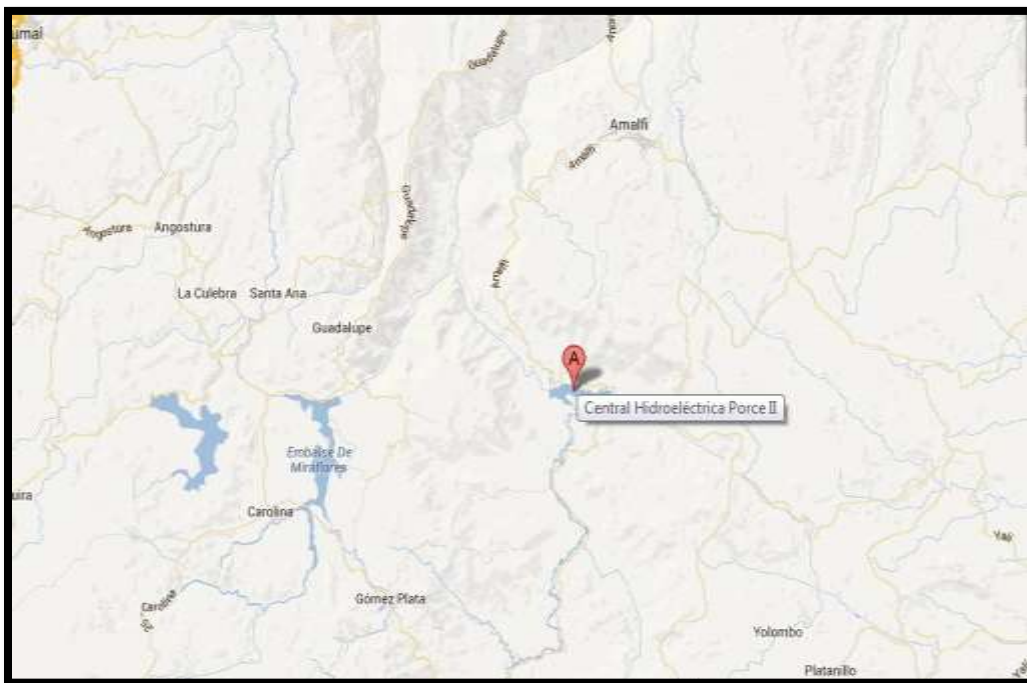


Figura 13 - LOCALIZACIÓN REPRESA DE PORCE II

Fuente: maps.google.es

4.12 MIEL I ¹⁶

Este Proyecto Hidroeléctrico está localizado en el municipio de Norcasia, oriente del departamento de Caldas. Cuenta con una presa, de concreto compactado con rodillo, la cual tiene una altura de 188 m de tipo gravedad, con rebosadero. “Está situada sobre el río La Miel, aguas abajo de la desembocadura del río Moro. Forma el embalse Amaní de 1.220 ha y con una capacidad de almacenamiento de 571Mm³. La corona de la presa tiene 340 m de longitud, corresponde a la cota 454 m.s.n.m. y el nivel máximo normal del embalse está a la cota 445,5 m.s.n.m. La presa tiene un volumen de 1,73 millones de m³”. (Celis Vásquez Lucía, 2018)

Características generales

- ❖ **Nombre:** central hidroeléctrica Miel I (Presa Patángoras)
- ❖ **Ubicación:** Caldas, municipio Norcasia. (Figura 13)
- ❖ **Localización geográfica:** 05°33'38"N 74°53'12"W
- ❖ **Tipo de Presa:** De gravedad en concreto compactado con rodillo (CCR), con rebosadero incorporado
- ❖ **Altura presa:** 188 m
- ❖ **volumen:** 565 Hm³
- ❖ **Área inundada:** 1213 ha
- ❖ **Potencia instalada:** 396 MW

Funcionamiento y Equipos principales de la central hidroeléctrica.

Para que la central hidroeléctrica funciones tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- ❖ **Captación:** La toma de agua de las que parten varios conductos hacia las tuberías, se hallan en la pared anterior de la presa que entra en contacto con el agua embalsada.
- ❖ **El canal de derivación:** se utiliza para conducir agua desde la presa de derivación hasta las turbinas de la central.
- ❖ **La chimenea de equilibrio:** consiste en un pozo vertical situado lo más cerca posible de las turbinas.
- ❖ **La bocatoma y el conducto de agua:** están ubicados sobre la margen izquierda del río La Miel.

¹⁶ Miel I. Disponible en: <https://www.isagen.com.co/SitioWeb/delegate/documentos/nuestro-negocio/generamos-energia/plan-manejo-ambiental-miel-l.pdf>

- ❖ **La estructura de captación:** es una caja de concreto armado, con una losa superior y pilares, entre los cuales se alojan las rejas coladeras.
- ❖ **Control del túnel de carga:** se realiza mediante la operación de una compuerta plana de operación, apoyada por otra compuerta de guarda, instalada en un pozo vertical ubicado a 68m de la entrada
- ❖ **Desviación:** Con el fin de tener una zona seca para la construcción de la presa, el río se desvía alrededor del sitio de fundación de la misma a través de un túnel principal, localizado en el estribo derecho (margen derecha del río), que, junto con la ataguía, permitirá descargar crecientes de hasta 10 años de periodo de retorno, equivalentes a un caudal de 1600m.
- ❖ **Cavernas:** son las estructuras de mayor importancia dentro del funcionamiento de una presa hidroeléctrica, pues allí se alojan las turbinas que son movidas por el agua y los equipos que convierten la energía mecánica en energía eléctrica.

La central subterránea se localiza en la margen izquierda del río la Miel y consta de las siguientes cavernas, de aguas arriba hacia aguas abajo.

- ❖ Caverna de transformadores
- ❖ Caverna de máquinas
- ❖ Caverna de oscilación

Aparte de lo anterior, se realizaron las siguientes obras complementarias:

- ❖ Cuenta con tres unidades de generación impulsadas por turbinas tipo Francis de eje vertical, las cuales generan una potencia nominal de 132 MW cada una.
- ❖ Tres generadores sincrónicos de eje vertical, de 24 polos y 13,8 kV, tienen sistemas de enfriamiento por aire para rotor y estator, excitación estática con sistemas de control,
- ❖ Dos transformadores trifásicos de 150 MVA, incluyendo una unidad de reserva.
- ❖ Túnel de desviación de 565 m de longitud (sección rectangular con bóveda semicircular de 10,8 m x 10,8 m
- ❖ Túnel superior de carga: Sección circular de 6,55 m de diámetro y 105 m de longitud
- ❖ Pozo de compuertas con sección circular de 9,80 m de diámetro y 67 m de profundidad
- ❖ Pozo de carga con sección circular de 7,55 m de diámetro y 119,20 m de profundidad
- ❖ Túnel inferior de carga con sección circular de 6,55 m de diámetro y 150 m de longitud
- ❖ Túnel de acceso a la central subterránea con sección de 8,10 m de ancho, 6,75 m de altura y 1162 m de longitud.
- ❖ Central subterránea: Ancho 19,50 m, Altura 38.75 y Largo 86,70 m
- ❖ Pozo de cables de 4,20 m de diámetro, 172,7 m de longitud y revestimiento en concreto neumático

- ❖ Túnel de Fuga de 4100 m de longitud, sección abovedada de 9,05 m x 9,0 m
- ❖ Dos túneles de descarga de fondo: Longitud 350 m, sección rectangular con bóveda semicircular de 4,50 m.
- ❖ Generación de energía anual de 1460 Gwh



Foto 13 - REPRESA MIEL I

Fuente: www.ingetec.com.co



Figura 14 - LOCALIZACIÓN CENTRAL HIDROELÉCTRICA MIEL I

Fuente: ISAGEN S.A

4.13 EL QUIMBO ¹⁷

La Central Hidroeléctrica El Quimbo es una planta generadora de energía propiedad de Enel - Emgesa, ubicada al sur del departamento de Huila. Hace uso de las aguas del río Suaza y Magdalena, cuenta con una capacidad instalada de 400 MW y una generación media de 2.216 Gwh/año, con lo cual abastece cerca del 4% de la demanda energética colombiana.

Características generales

- ❖ **Nombre:** Central hidroeléctrica El Quimbo
- ❖ **Ubicación:** está situada en el departamento del Huila, sur de Colombia, entre las cordilleras central y oriental a 70 Km al sur de Neiva. (Figura 14)
- ❖ **Ríos implicados:** Se encuentra ubicado aguas arriba del embalse de Betania, también de Emgesa.
- ❖ **Área de influencia:** abarca los municipios de Altamira, El Agrado, Garzón, Gigante, Paicol y Tesalia
- ❖ **Capacidad de generación:** 400 MW (2.216 GWh/año)
- ❖ **Cota máxima:** 720 msnm
- ❖ **Área:** 8.250 hectáreas
- ❖ **Volumen útil:** 2.354 Hm³

Funcionamiento y Equipos principales de la central hidroeléctrica.

- ❖ **Vertedero:** Es una estructura de canales abiertos con 4 compuertas radiales de 14 metros de ancho por 16 metros de alto, que permite controlar el nivel del embalse mediante el paso controlado de agua, en caso de crecientes del río Magdalena o si el embalse alcanza su máxima capacidad.
- ❖ **Túneles de carga:** Su función principal es conducir el agua del embalse hasta las unidades de generación. Tienen 400 metros de largo y un diámetro de excavación hasta de 10 metros. Sus bocatomas tienen forma de codo y poseen rejas coladeras en forma de cubo. Para el cierre de cada una se cuenta con una compuerta operada en un pozo vertical.
- ❖ **Casa de máquinas:** Es la estructura donde se ubican los equipos necesarios para convertir la energía potencial en energía eléctrica. La Central Hidroeléctrica El Quimbo tiene una casa de máquinas superficial convencional que alberga dos turbinas tipo Francis de eje vertical con una potencia nominal de 186,3 MW cada una, para un total de 400 MW con su respectivo generador.

¹⁷ El Quimbo. Disponible en: <https://www.enel.com.co/es/conoce-enel/enel-emgesa/el-quimbo/obras-represa-el-quimbo.html>

- ❖ **Descarga de Fondo:** Es un túnel de 437 metros de largo y una sección de 2,70 metros de diámetro útil, que suministra el caudal ecológico requerido en la Licencia Ambiental, necesario para garantizar que se mantenga el cauce del río Magdalena entre la presa y la confluencia del río Páez.



Foto 14 - HIDROELECTRICA EL QUIMBO

Fuente: <https://www.portafolio.co>

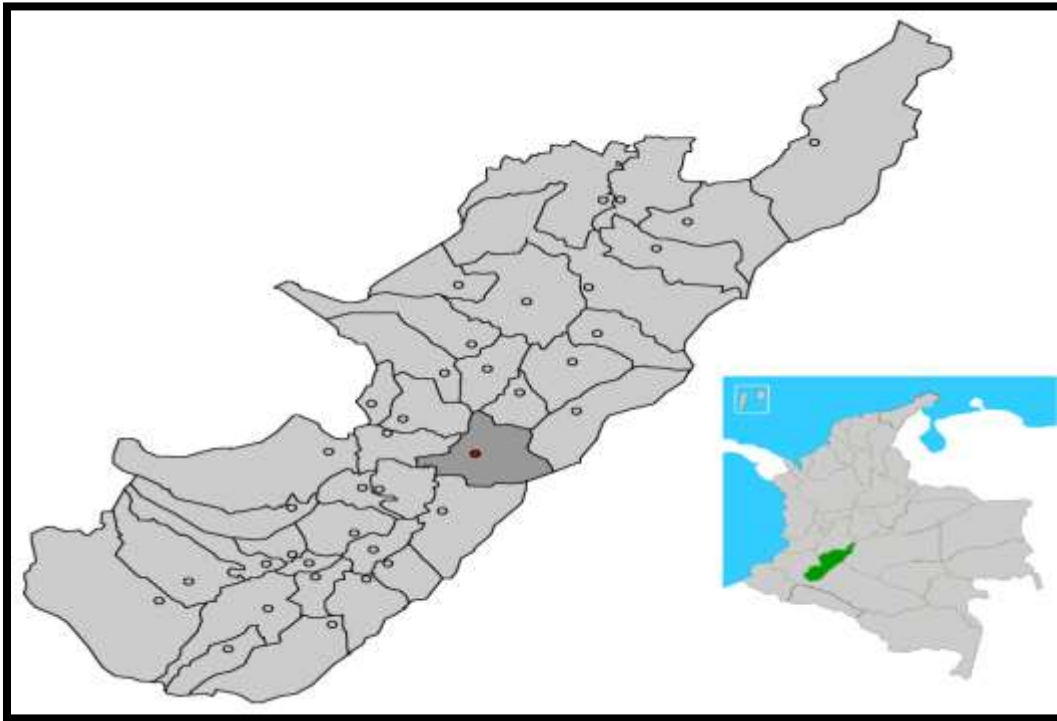


Figura 15 - LOCALIZACIÓN HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO

Fuente: es.wikipedia.org

4.14 URRÁ I ¹⁸

La represa URRÁ I se encuentra ubicada al sur del Departamento de Córdoba, con una distancia de 110 kilómetros desde Montería y 30 kilómetros desde el municipio de Tierralta, área de influencia directa del complejo hidroeléctrico.

La principal fuente de abastecimiento de agua de la Central es el río Sinú y sus afluentes que nacen en el Parque Nacional Natural Paramillo, cubierto en su mayor parte por bosque húmedo tropical con niveles de precipitación del orden de 3.000 mm/año, factores que contribuyen a mantener un caudal promedio de 340 m³/s.

El embalse lo compone el represamiento del río Sinú, se represó a la altura de la angostura de URRÁ, a 276 Km de su desembocadura. La condición multipropósito del embalse se ha manifestado a través de la contención de crecientes con caudal promedio diario mayor a 700 m³/s.

“La capacidad instalada de la Central Hidroeléctrica URRÁ I es de 340 MW distribuida en cuatro turbinas de 85 MW cada una, con una energía media de 1.421 GWh/año y una energía firme anual de 930 GWh/año. La Central está conectada al nodo Cerromatoso, siendo la única hidroeléctrica de la Costa Norte. URRÁ I en conjunto con las centrales térmicas constituye el soporte energético de la región Caribe”. (URRÁ, 2019)

Características generales

- ❖ **Nombre:** central hidroeléctrica Urra I
- ❖ **Localización:** Córdoba, municipio de Tierralta. (Figura 15)
- ❖ **Localización geográfica:** 7°56'0"N, 76°17'1"O
- ❖ **Tipo de presa:** Conformada por un terraplén zonificado con núcleo central de gravas arcillosas y espaldones de gravas limpias
- ❖ **Altura de presa:** 73 m
- ❖ **Área inundada:** 7.400 ha
- ❖ **Cota:** 130.5 msnm en el rebosadero
- ❖ **Volumen de embalse:** 1.740 x10⁶ m³
- ❖ **Volumen útil:** 1.200 Hm³
- ❖ **Longitud de coronación:** 660 m
- ❖ **Altura promedio lámina de agua:** 24 m 8
- ❖ **Potencia total instalada:** 340 MW
- ❖ **Generación anual de energía:** 1.421 GWH

¹⁸ Urra I. Disponible en: <https://urra.com.co/site/descripcion-tecnica/>

Equipos principales de la central hidroeléctrica y funcionamiento.

Para el correcto funcionamiento de la central hidroeléctrica es necesario tener en cuenta los siguientes equipos:

- ❖ Rebosadero: Su capacidad máxima de descarga es de 9.500 m³/s, longitud de 196.4 metros con vertedero de ancho variable entre 120 metros en la cresta hasta 80 metros en la entrada al río. La Cota de rebose es de 130.5 msnm
- ❖ Estructura de Toma: Compuesta por cuatro bocatomas, cuatro compuertas de servicio y una compuerta de guarda.
- ❖ Sistema de desviación o descarga de fondo: Localizado sobre la margen derecha del Río Sinú. Consta de un canal de aproximación,
- ❖ Dos túneles paralelos de 7 metros de diámetro y longitud total de 1.183 metros, con una capacidad máxima de descarga por ambos túneles de 1.180 m³/s.
- ❖ Casa de Máquinas: De tipo superficial, la cual alberga cuatro conjuntos turbina-generador tipo Francis de 85 MW por unidad. Tiene una altura de 44 metros y 130 metros de largo, incluye una zona de montaje. La conducción de agua desde el embalse hasta las turbinas se realiza por cuatro túneles de carga con blindaje de acero, cada uno de los cuales tiene 6,5 metros de diámetro y 215 metros de longitud.
- ❖ Canal de descarga: El agua una vez turbinada sale a través de un sistema de compuertas correspondientes a dos por cada unidad. El canal conduce el agua turbinada nuevamente al río y su caudal máximo evacuado es de 700 m³/s.
- ❖ Dique Auxiliar: Localizado sobre la margen derecha del río Sinú y contiguo a la presa. Posee una altura de 50 metros y una longitud de 600 metros.



Foto 15 - REPRESA DE URRRA I
Fuente: www.elespectador.com

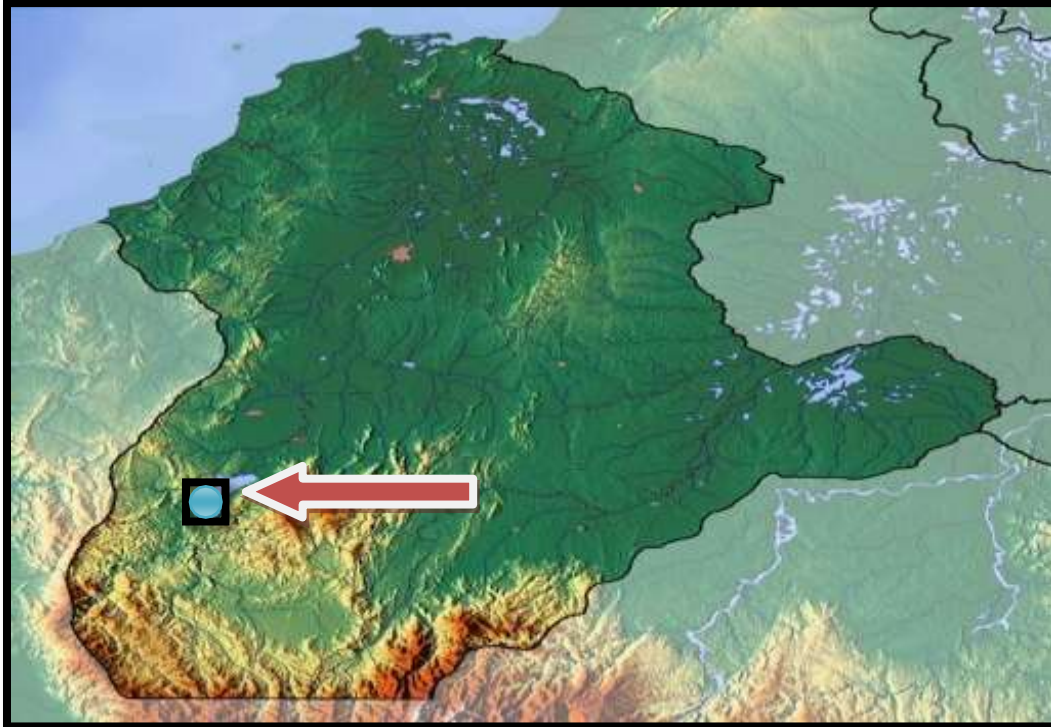


Figura 16 - LOCALIZACIÓN REPRESA DE URRRA I
Fuente: es.wikipedia.org

4.15 SALVAJINA ¹⁹

“El proyecto hidroeléctrico de la Salvajina se encuentra ubicado en el municipio de Suarez, departamento del Cauca, a 65 km del sur de Cali. La presa retiene las aguas del río Cauca con el fin de controlar las inundaciones en la planicie anegable, generar energía y mejorar la cantidad de agua del río obra fundamental para el desarrollo de la región”.

“Presa de gravas y enrocado con cara de concreto, con una altura de 148 m, y longitud de la cresta de 400 m. Para ejecutar los trabajos de la presa fue necesario construir una pre ataguía para desviar el río, una ataguía contigua a aquélla, y núcleo de material de baja permeabilidad y dos túneles de desviación de 800 m de longitud cada uno. El embalse cuenta con un volumen total de 906 millones de m³, tiene una longitud de 26 km y un área inundada de 2.031 ha”. (Celis Vásquez Lucía, junio, 2018)

Características generales

- ❖ **Nombre:** proyecto hidroeléctrico de la Salvajina
- ❖ **Ubicación:** departamento de Cauca, municipio de Suarez. (Figura 16)
- ❖ **Localización geográfica:** 2°56'29"N, 76°42'23"O
- ❖ **Tipo de presa:** Presa de gravas y enrocado con cara de concreto
- ❖ **Altura presa:** 148 m
- ❖ **Cota:** 1155 m.s.n.m.
- ❖ **Volumen de embalse:** 764.7x10⁶ m³
- ❖ **Área:** 2031 Ha
- ❖ **Producción anual de energía:** 1050GWh

Equipos principales de la central hidroeléctrica y obras complementarias

- ❖ Cuenta con dos túneles de desviación de sección circular revestido en concreto desde las estructuras de entrada hasta las cámaras de válvulas.
- ❖ El diámetro de los túneles es de 7.6 m y 8.4 m, con una longitud total de 1.583 m.
- ❖ La casa de máquinas tiene tres unidades Francis de eje vertical, con una capacidad total de 270 MW, cuenta además con tres válvulas mariposa de 4 m de diámetro, tres generadores tipo sincrónico, polos salientes con una capacidad de 100 MVA y tres transformadores trifásicos

¹⁹ Salvajina. Disponible en: <https://www.celsia.com/es/centrales-hidroelectricas/salvajina>



Foto 16 - REPRESA LA SALVAJINA

Fuente: www.ingetec.com.co



Figura 17 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA LA SALVAJINA

Fuente: maps.google.es

4.16 LA TASAJERA ²⁰

Hace parte del proyecto denominado Aprovechamiento múltiple del Río Grande, concebido por EPM con dos propósitos básicos: suministrar agua para el acueducto metropolitano hasta el 2020 y generar energía para atender la demanda regional y nacional. Adicionalmente, aporta a la descontaminación del río Medellín, pues el agua turbinada es descargada al río y contribuye de manera importante a su proceso de oxigenación.

Está localizada en el municipio de Barbosa, al norte del Valle de Aburra, en cercanías del municipio de Girardota. Aporta 306 MW al sistema eléctrico nacional a través de 3 unidades tipo Pelton de 102 MW de capacidad efectiva neta cada una. La aprovecha una caída bruta de 933 metros y un caudal de 13,25 m³/s. (Figura 17)

Equipos principales de la central hidroeléctrica y obras complementarias

Obras Civiles:

- ❖ Túnel de conducción (excavado en roca), de 7 kilómetros de longitud.
- ❖ Pozo blindado de 330 metros de profundidad.
- ❖ Tubería de presión, inclinada, de 550 metros
- ❖ Distribuidor de alta presión
- ❖ Túnel de descarga, de 1800 m.
- ❖ Túnel de acceso, de 1500 m. - Canal de descarga de 830 m.
- ❖ Caverna o casa de máquinas.
- ❖ Caverna de transformadores.
- ❖ Edificio de mando (compuesto por el centro de control, subestación de alto voltaje y una Área cultural)

Equipos:

- ❖ Turbinas. Tres, Pelton cada una de 105000 kilovatios. Fabricante Naypic (Francia y Brasil).

Características generales

Las turbinas Pelton impulsan 3 generadores sincrónicos de tipo vertical, con una capacidad nominal de 109.000 kVA por unidad, con una tensión de 13.200 voltios, los cuales se conectan a 3 transformadores elevadores con una capacidad unitaria de 104.500 kVA. El equipo de maniobra del patio de la subestación es del tipo encapsulado, con una tensión nominal de 245 kilovoltios.

²⁰ La tasajera. Disponible en: http://centraleshidroelectricasdeantioquia.blogspot.com/2010/11/centrales-hidroelectricas-de-antioquia_08.html



Foto 17 - REPRESA LA TASAJERA

Fuente: tasajeravisita.blogspot.com

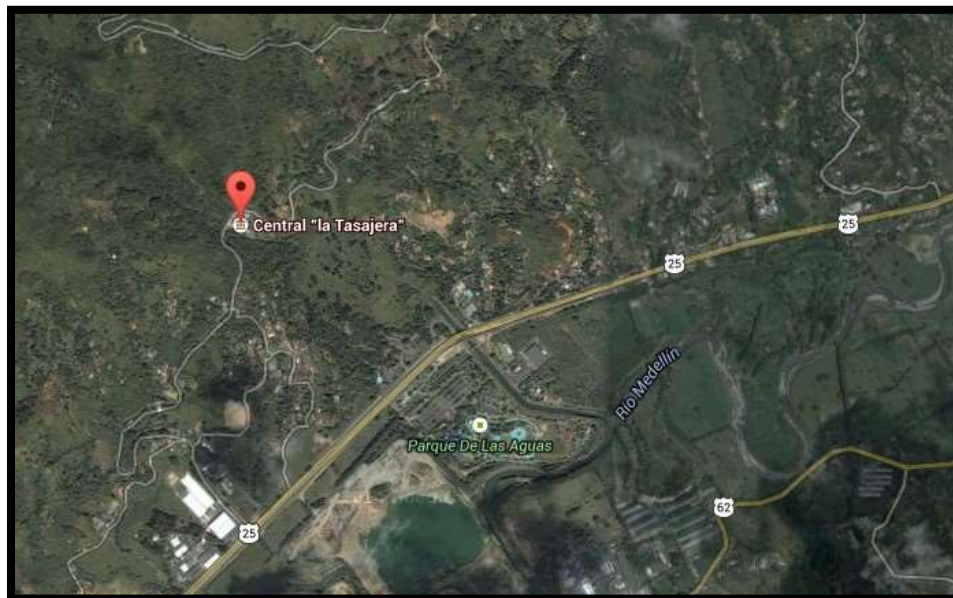


Figura 18 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA LA TASAJERA

Fuente: maps.google.es

4.17 PLAYAS ²¹

La central hidroeléctrica Playas (J. Emilio Valderrama) está situada al oriente de la ciudad de Medellín en el departamento de Antioquia, a una distancia de 160 km. Sus obras e instalaciones están en jurisdicción de los municipios de San Rafael y San Carlos y su cuenca hidrográfica comprende también territorios del municipio de Guatapé. (Figura 18)

La central Playas forma parte del aprovechamiento de los ríos Nare y Guatapé. La central posee 3 grupos generadores impulsados por sus correspondientes turbinas Francis de eje vertical, diseñadas para una potencia de 68.030 kilovatios cada una cuenta con una capacidad instalada de 204 MW (nominal) y 201 MW (efectiva), bajo una cabeza neta de 176 m. Con un caudal de 42,1 (m³/seg.) y una velocidad sincrónica de 360 r.p.m. (Francis normal), la central hidroeléctrica Playas le aporta anualmente 1.380 GWh de energía firme al sistema.

El embalse de Playas permite acumular 69,08 millones de metros cúbicos útiles, para un área tributaria de 292 km². Igualmente permite utilizar un caudal medio anual de 113 m³/s, el cual se descarga nuevamente al río Guatapé

Equipos principales de la central hidroeléctrica y obras complementarias

Posee tres grupos generadores impulsados por sus correspondientes turbinas Francis de eje vertical, diseñadas para una potencia de 68.030 kilovatios cada una. Cuenta con una capacidad instalada de 204 MW (nominal) y 201 MW (efectiva), bajo una cabeza neta de 176 m., un caudal de 42.1 (m³/seg.) y una velocidad sincrónica de 360 r.p.m. (Francis normal), aporta anualmente 1.380 GWh de energía firme al sistema energético colombiano.

Características generales

- ❖ Acumula 69,08 millones de metros cúbicos (Mm³), para un área tributaria de 292 km². Igualmente utiliza un caudal medio anual de 113 m³/s, el cual se descarga nuevamente al río Guatapé.
- ❖ El proyecto tiene un costo de US\$ 1"292.3 millones de dólares y está financiado con recursos propios de EPM y prestamos del BIRF, BID, Banco de Tokio, FEN, FONADE, Gobierno Nacional y Proveedores.
- ❖ Se construyeron 18 km de carreteras de acceso a las obras, 18 km de carreteras sustitutivas y 11 km de carreteras veredales para restituir los caminos inundados. La construcción de todas las obras comunitarias que se vean afectadas por las obras o el embalse, como escuelas, casetas de acción comunal y centros de salud.

²¹ Playas. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/10303/7/79271054.2007.Parte2.pdf>



Foto 18 - CENTRAL HIDROELECTRICA LAS PLAYAS

Fuente: <https://www.epm.com.co>

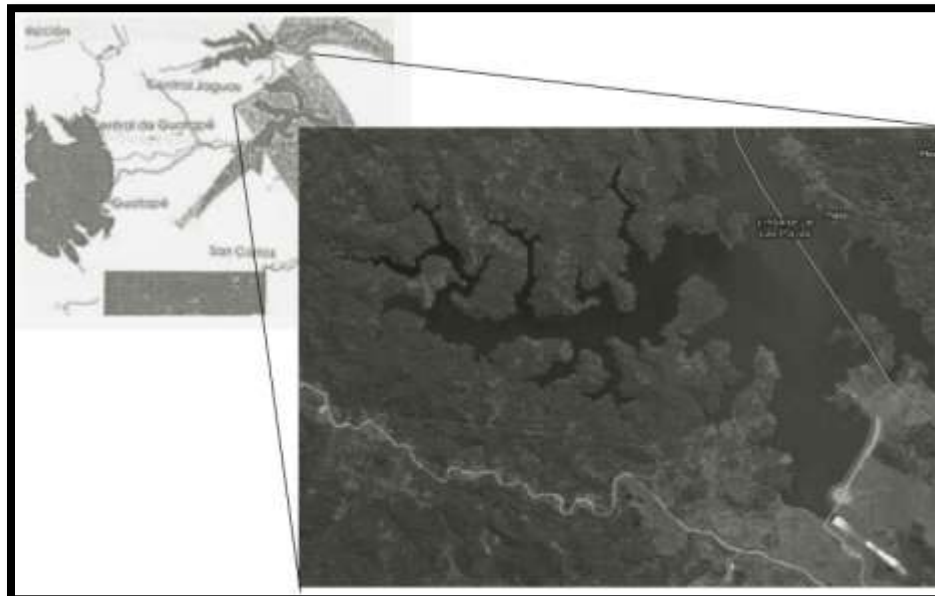


Figura 19 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA LA PLAYAS

Fuente: <https://www.elcolombiano.com>

4.18 JAGUAS ²²

Se encuentra localizada en el departamento de Antioquia, a 117 km al Oriente de Medellín por la vía Medellín - El Peñol - Guatapé - San Rafael. Aprovecha el caudal del río Nare, y se encuentra en operación comercial desde junio de 1988. La capacidad instalada de este es de 170 MW distribuidos en dos unidades de 85 MW cada una, y una capacidad media de generación anual de 770 GWh año.

La Presa principal “Guillermo Cano” se encuentra ubicada sobre el río Nare, 1 km abajo del río San Lorenzo. Tiene una longitud de cresta de 580 m, una altura máxima de 63m, así como un volumen de $3.2 \times 10^6 \text{ m}^3$, forma un embalse con una capacidad total de $208 \times 10^6 \text{ m}^3$ de los cuales $180 \times 10^6 \text{ m}^3$ corresponden al volumen útil. Construida en limo y roca descompuesta, forma un embalse de 1.060 ha de extensión. Su nivel máximo normal está en la cota 1.247 m.s.n.m.

Características generales.

- ❖ **Nombre:** central hidroeléctrica de Jaguas
- ❖ **Ubicación:** Departamento de Antioquia, municipio de San Rafael. (Figura 19)
- ❖ **Volumen total de embalse:** $208 \times 10^6 \text{ m}^3$
- ❖ **Volumen útil de embalse:** $180 \times 10^6 \text{ m}^3$
- ❖ **longitud de cresta:** 580 metros.
- ❖ **Cota:** 1.247 metros sobre el nivel del mar
- ❖ **Vertedero:** canal abierto de flujo no controlado, ancho variable de 50 m en el azud a 30 m, una longitud de 264 m y termina en un deflector de chorro.

Obras complementarias y equipos principales de la central hidroeléctrica

- ❖ **Túnel de desviación:** longitud total de 140 m. El diámetro interior del túnel en las zonas revestidas y del conducto es de 3.5 m.
- ❖ **Estructura de captación:** pozo vertical de 4.7 m de diámetro interior y 50.77 m de profundidad, y un túnel de 185 m de longitud y 4.7 m de diámetro, ambos de sección circular y revestidos de concreto.
- ❖ **Pozo de compuertas:** profundidad de 102.6 m y una sección ovalada de 8.3m.
- ❖ **Túnel de presión:** Longitud de 1.831 m.
- ❖ **Pozo de presión:** 156.15 m de profundidad y 4.3 m de diámetro.
- ❖ **Caverna principal:** Los equipos principales de la Central se alojan en una caverna de 16.5 m de ancho, 28.4 m de altura y 66.3 m de longitud,
- ❖ **Túnel de descarga a presión:** Con una longitud de 1.757 m

²² Jaguas. Disponible en: <http://envivo.eafit.edu.co/memoriaempresarial/wp-content/uploads/2014/10/Central-Hidroelectrica-Jaguas.pdf>



Foto 19 - REPRESA JAGUAS
Fuente: www.isagen.com.co

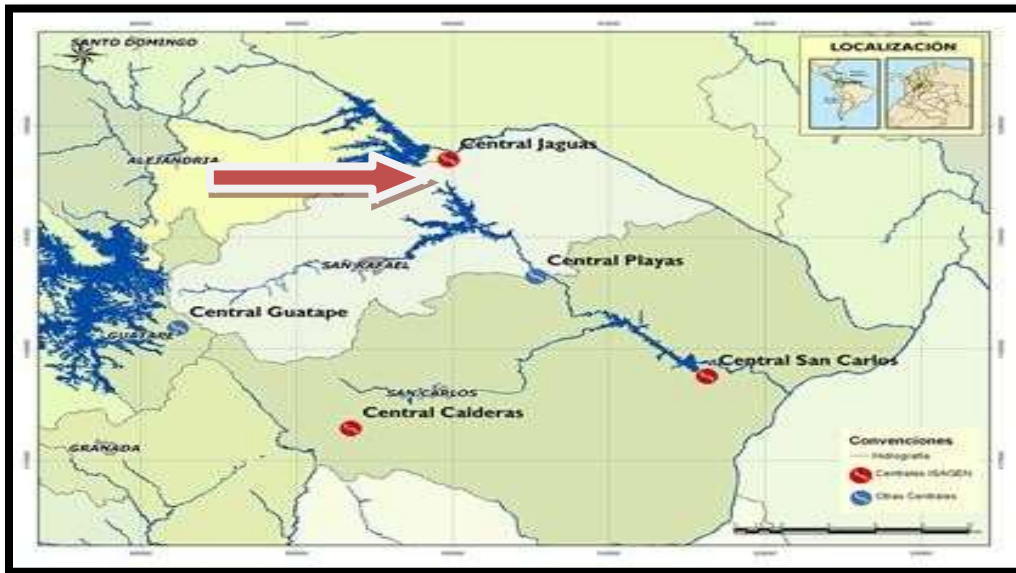


Figura 20 - LOCALIZACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE JAGUAS
Fuente: ISAGEN S.A

4.19 DARIO VALENCIA S. ²³

Se encuentra localizada en el departamento de Cundinamarca, y hace parte de la cadena generadora de energía de Bogotá, actualmente se encuentra ubicada en el puesto No. 19 de las centrales hidroeléctricas que más produce (MW) a nivel nacional. El corazón de la hidroeléctrica es un macizo de obras civiles en concreto y acero estructural que recibe la descarga de 900 metros de cabeza hidráulica.

Características generales.

- ❖ **Río de aprovechamiento:** Bogotá
- ❖ **Altitud:** 712 mts sobre el nivel del mar
- ❖ **Capacidad nominal:** 300.000 KW
- ❖ **Caudal de tuberías:** 36 m³/seg
- ❖ **Cabeza útil:** 953 mts/ n.m
- ❖ **Presión de tubería:** 95 Kg/cm²
- ❖ **Año de construcción:** 1 etapa 1968 – 2 etapa 1972

²³ Darío Valencia S. Disponible en: <https://www.enel.com.co/es/conoce-enel/enel-emgesa/centrales-electricas.html>



Foto 20 - CENTRAL HIDROELECTRICA DARIO VALENCIA S.

Fuente: <https://www.enelamericas.com>

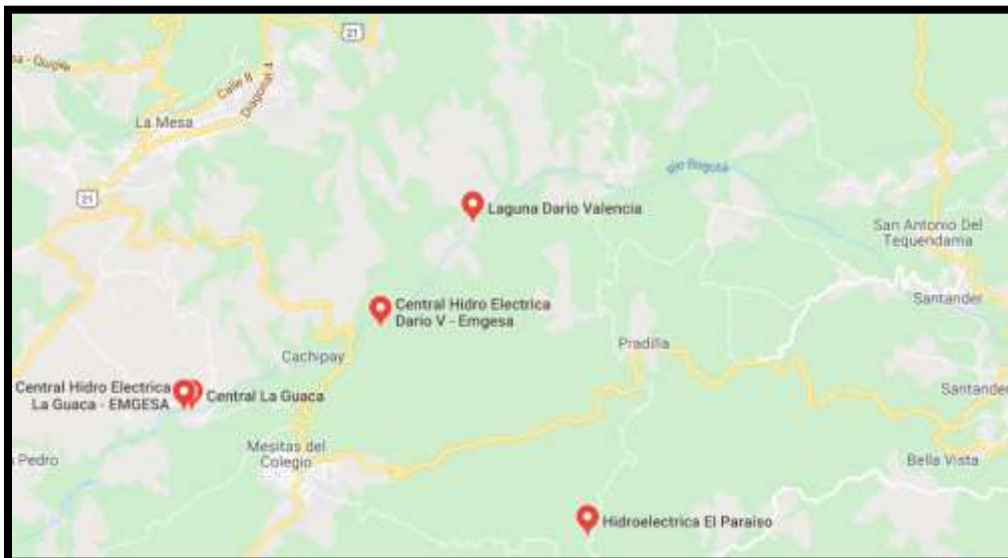


Figura 21 - LOCALIZACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DARIO V.

Fuente: maps.google.es

4.20 SAN FRANCISCO ²⁴

La Central fue puesta en servicio en 1969. Es la última de las centrales en la cadena de las plantas mayores de la CHEC. El embalse San Francisco recibe el agua proveniente de la descarga de la central La Esmeralda $22 \text{ m}^3/\text{seg}$. y del río San Francisco ($7 \text{ m}^3/\text{seg}$), el cual se capta en la bocatoma del mismo nombre y se conduce a través de canales cerrados y túneles hasta el embalse (con una longitud de 4.460 mts); en su recorrido, cruza el mismo cauce del río mediante un sifón metálico y al final existen dos tanques desarenadores.

Características generales.

El embalse San Francisco tiene una capacidad útil de $2'300.000 \text{ m}^3$. Se puede controlar mediante una salida de fondo con una capacidad de evacuación de $35 \text{ m}^3/\text{seg}$, equipada con dos compuertas planas (una auxiliar y otra principal). La presa es de tipo relleno de espaldones en conglomerado con núcleo central de ceniza volcánica con una altura de 40 mts y un volumen de 760.000 m^3 . A partir del embalse San Francisco el agua es conducida por el canal de aducción a la bocatoma de la planta, esta tiene tres compuertas planas que dan paso a las tuberías de carga de una longitud de 440.15 mts cada una. Adicionalmente existe una compuerta plana de revisión que puede ser utilizada en cualquiera de los tres grupos. La central descarga sus aguas al río Cauca.

Casa de máquinas

Se trata de una construcción en concreto reforzado, con columnas que oscilan entre 0.50 y 1.5 m., el espesor de las paredes de 0.40 m. y 0.50. Existe un almacén y una zona de oficinas. Las placas de piso tienen espesores que oscilan entre 0.35 m. y 0.50m. Al lado de la casa de máquinas de la central se encuentran los transformadores de grupo, y los transformadores de reserva, todos separados por muros cortafuego. La central cuenta con 3 máquinas Mitsubishi de 53 MVA cada una, con un factor de potencia de 0.85, accionadas por turbinas Francis de eje vertical de 400 rpm y una sala de control. La energía generada es transportada por líneas de 115 KV a la subestación la Esmeralda.

²⁴ San Francisco. Disponible en: https://aplicaciones.chec.com.co/archivos/juridica/ANEXO5_1805_2013-05-14_Anexo_5_Informe_Corporativo_CHEC_2013.pdf



Foto 21 - INTERIOR DE HIDROELECTRICA SAN FRANCISCO

Fuente: <https://www.celec.gob.ec>

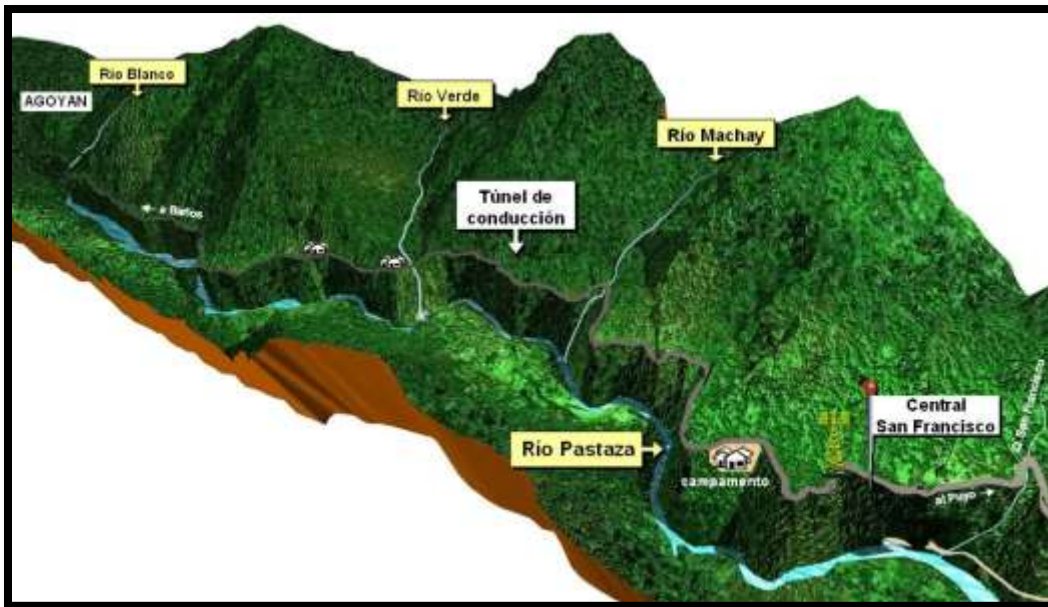


Figura 22 - ESQUEMA HIDROELÉCTRICA SAN FRANCISCO

Fuente: <https://www.celec.gob.ec>

4.21 CALIMA ²⁵

Se encuentra ubicado a 100 km de la ciudad de Cali, en el municipio de Calima- Darién, centro del valle del Cauca. Además de ser un lugar ideal para el desarrollo de actividades recreativas, su función es prever regulación estacional al sistema regional, supliendo las necesidades de las demás plantas durante las épocas secas

Este es considerado uno de los mayores atractivos turísticos del país, con los terceros, donde es ideal para la práctica de deportes acuáticos como el windsurf, kitesurf y botes impulsados por vela, entre otros.

“La presa es de escollera con núcleo central impermeable, tiene una altura de 115 metros, 240 m de longitud de cresta sobre el nivel de fundación y un volumen total de terraplén de 2 780 000 m³. El embalse tiene una capacidad de 530 millones de m³” (Celis Vásquez Lucía, junio, 2018)

Características generales.

- ❖ **Localización:** Valle del Cauca, Calima Darién. (Figura 23)
- ❖ **Municipios aledaños:** Restrepo (corregimientos de Zabaletas y Río Bravo), Calima Darién (Puente Tierra, Jiguales, La Primavera, El Vergel, etc.) y Yotoco.
- ❖ **Localización geográfica:** 3°53'40.448"N, 76°29'41.582"O
- ❖ **Capacidad de embalse:** 530 x10⁶ m³.
- ❖ La represa de Calima fue construida por la empresa PERINI. La dimensión del embalse es de:
 - ❖ **Largo máximo:**13 Km
 - ❖ **Ancho máximo:**1,5 Km
 - ❖ **Área inundada:** 1.934 Ha.
 - ❖ **Longitud de cresta:** 240 m

²⁵ Calima. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Embalse_del_Calima



Foto 22 - REPRESA CALIMA

Fuente: Wikipedia.org



Figura 23 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE CALIMA

Fuente: maps.google.es

4.22 AMOYÁ - LA ESPERANZA ²⁶

En 2013 entró en operación la Central Hidroeléctrica Río Amoyá – La Esperanza, construida por la empresa colombiana ISAGEN en el corregimiento de Las Herosas, municipio de Chaparral, al sur del departamento del Tolima (Colombia). La hidroeléctrica cuenta con capacidad de generación de 80 MW (megavatios) aprovechando el caudal de los ríos Amoyá y Davis a través de un sistema de captación a filo de agua. El municipio de Chaparral está a 163 kilómetros de distancia de Ibagué, la capital del Tolima. El corregimiento Las Herosas se encuentra ubicado en el cañón de Las Herosas, en las estribaciones del Parque Nacional Natural Las Herosas, en la Cordillera Central, entre los departamentos del Valle del Cauca y Tolima. La geografía del parque, de 125.000 hectáreas, se caracteriza por la presencia de afilados riscos, más de 300 lagunas, extensos páramos y selvas andinas, lo que hace difícil su acceso y penetración. En el Parque nace, entre otros, el río Amoyá. (Figura 24)

Características generales.

- ❖ **Nombre:** Central hidroeléctrica Río Amoyá – La esperanza
- ❖ **El proyecto del río Amoyá consta de la excavación:** Cerca de 14,000 m de túneles y de la caverna de máquinas y transformadores, la construcción de una presa y un desarenador en concreto reforzado.
- ❖ **Obras nuevas:** la construcción de más de 5,000m de vía nueva y la ampliación y mantenimiento de más de 65km de vías existentes, la reposición de alrededor de 8,600m del acueducto Chaparral, la construcción de 5 puentes y el diseño, fabricación y montaje de blindajes metálicos del túnel y asciende a \$176.000'000.000.
- ❖ **La hidroeléctrica tendrá una capacidad instalada de:** 80MW
- ❖ **Generación anual de energía de:** 510GWh/año.

Mecanismo de la obra de ingeniería.

Esta central está constituida por un túnel de ocho kilómetros, el cual conduce las aguas desde el sitio en que son tomadas (en el río Amoyá), hasta el punto de llegada que se denomina *casa de máquinas*. Al respecto comentó la gerente de proyectos de Isagen:

Esta una gran excavación subterránea con cuatro plantas, allí está una planta de generación, otras donde están las turbinas y los generadores, pero todo esto es lo que nos permite volver la energía que tiene el agua en una energía que vamos a consumir todos los colombianos

²⁶ Amoyá-La Esperanza. Disponible en: <http://ideaspaz.org/media/website/primer-estudio-caso-isagen-VF.pdf>

La Central Hidroeléctrica opera bajo el tipo filo de agua, sin embalse, y comprende los sistemas de captación, carga, generación y descarga.



Foto 23 - REPRESA AMOYÁ- LA ESPERANZA

Fuente: www.conciviles.com



Figura 24 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA AMOYÁ- LA ESPERANZA

Fuente: maps.google.es

4.23 CARLOS LLERAS ²⁷

La construcción de esta obra de ingeniería se ejecutó en 36 meses (2012-2015), tiempo record para proyectos de esta envergadura. En el año 2016 la Sociedad Colombiana de Ingeniería le otorgó el PREMIO NACIONAL DE INGENIERIA debido a las cualidades del proyecto, a su proceso constructivo, su visión innovadora y responsabilidad con las comunidades y con el medio ambiente.

Características generales.

- ❖ **Nombre:** Central hidroeléctrica Carlos Lleras Restrepo
- ❖ **Ubicación:** En el departamento de Antioquia, entre los municipios de Barbosa y Santo Domingo. (Figura 25)
- ❖ **Característica principal:** Es una Central a filo de agua, que aprovecha la parte alta y media de la cuenca hidrográfica del río Medellín
- ❖ **Potencia instalada:** 78,2MW
- ❖ **Energía media anual:** 584GWh/año
- ❖ **Energía firme anual:** 280GWh/año

Equipos principales de la central hidroeléctrica y obras complementarias

- ❖ **Ubicación estructura de captación:** En la vereda Popalito del Municipio de Barbosa
- ❖ **Ubicación casa de la descarga (casa de máquinas):** La hace en el mismo río Medellín antes de la desembocadura de la quebrada La Sucia, en la vereda de Pachohondo en el Municipio de Santo Domingo.
- ❖ **Túnel de conducción longitud (m):** 1.460
- ❖ **Tipo de Turbina:** Francis
- ❖ **Potencia efectiva (MW):** 78

²⁷ Carlos Lleras Restrepo. Disponible en: <http://hidralpor.com/proyectos/>



Foto 24 - HIDROELECTRICA CARLOS LLERAS
Fuente: <https://www.imesa.es>



Figura 25 - LOCALIZACIÓN DE LA HIDROELECTRICA CARLOS LLERAS
Fuente: <http://hidralpor.com>

4.24 CUCUANA ²⁸

Cucuana es una central hidroeléctrica a filo de agua certificada como Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) por la Organización de las Naciones Unidas, ONU, por su contribución a la mitigación del cambio climático. En 21 años se estima evitará la emisión de aproximadamente 1.853.250 toneladas métricas nominales de gases efecto invernadero. La central Hidroeléctrica Cucuana está ubicada en el municipio de Roncesvalles, Tolima, y tuvo una inversión de \$345 mil millones, de los cuales se destinaron \$37.000 millones a inversiones sociales y ambientales.

Características generales.

- ❖ **Nombre:** Central hidroeléctrica Cucuana
- ❖ **Ubicación:** Roncesvalles, Tolima. (Figura 26)
- ❖ **Potencia instalada:** 55 MW
- ❖ **Inversión:** 335.000 millones de pesos
- ❖ **Población abastecida:** 100.000 habitantes
- ❖ **Reforestación:** 160,41 hectáreas.

Equipos principales de la central hidroeléctrica y obras complementarias

- ❖ **Túneles construidos:** 4.470 metros de longitud, dos captaciones, canal de descarga y sifón de tubería metálica.
- ❖ **Excavaciones a cielo abierto:** 751.100 m³
- ❖ **Excavaciones subterráneas:** 36.160 m³ y concretos.

²⁸ Cucuana. Disponible en: <https://www.celsia.com/es/Centrales-hidroel%C3%A9ctricas/cucuana>



Foto 25 - HIDROELECTRICA CUCUANA

Fuente: <https://caracol.com.co>

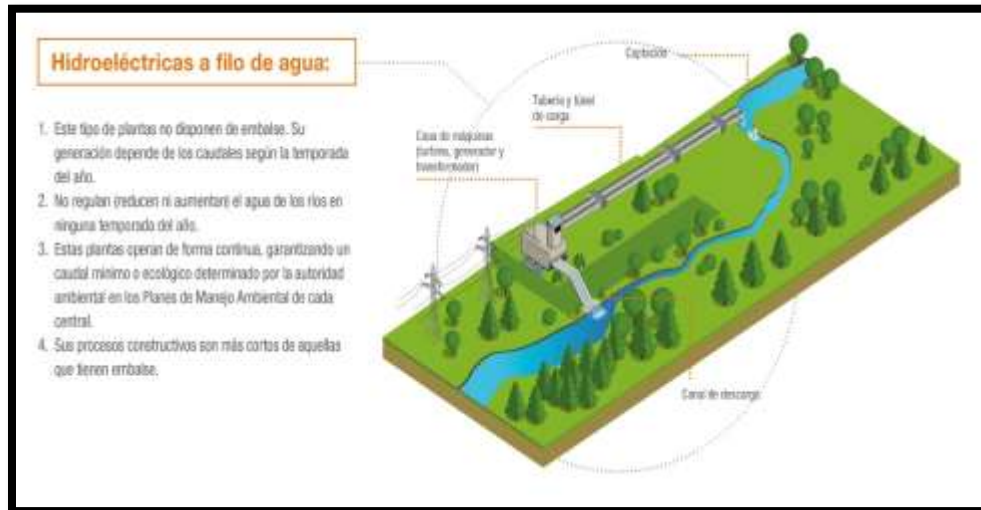


Figura 26 - LOCALIZACIÓN DE LA HIDROELECTRICA CUCUANA

Fuente: <https://www.celsia.com>

4.25 PRADO ²⁹

La represa de Prado está formada por los ríos Prado y Cunday, se encuentra situada en el departamento del Tolima dentro del municipio de prado. Una de sus características es que está incluida en medio de rocosos farallones, es un lugar ideal para la práctica de deportes náuticos y la pesca deportiva.

“La represa Darío Echandía o mejor conocida como la Represa De Prado “mar interior de Colombia” se encuentra ubicada en la falda de la cordillera oriental, a 10 minutos del bello municipio de prado, 2 horas de Ibagué capital del departamento, 4 horas de Bogotá por la vía a melgar.”³⁰.

Sobre un área de 42 ha, se almacenan $966,22 \times 10^6$ m³ de agua, de los cuales 506,84 corresponden a embalse útil. Los niveles máximo y mínimo permitidos en el embalse corresponden a las cotas 363,20 m.s.n.m. a partir de la cual se debe hacer vertimiento de excesos y 348,70 MSNM correspondiente al nivel mínimo operativo. La central posee propiedad sobre los predios que forman el embalse hasta la cota 367msnm.

Caracterización general

- ❖ **Ubicación:** Departamento del Tolima, municipio de Prado y Purificación
- ❖ **Área:** 1,254 ha
- ❖ **Volumen total de embalse:** 1.010×10^6 m³
- ❖ **Caudal:** 900 m³/s
- ❖ **Profundidad:** 362 m (máxima) - 40m
- ❖ **Cota:** 361 m.s.n.m
- ❖ **Longitud máxima del embalse** 30.0 km
- ❖ **Anchura máxima del embalse** 3.0 km
- ❖ **Descarga** 1,220 m³/s
- ❖ **Principales afluentes:** Ríos Negro y Cunday
- ❖ **Ríos efluentes:** Ríos Cuinde Negro y Cuinde Blanco

Obras complementarias y equipos principales de la central hidroeléctrica

Para un buen funcionamiento de la central, se tienen en cuenta los equipos principales que se están dentro de la misma, estos son:

- ❖ **Sistema de captación:** Compuesto por Una compuerta deslizante y Una compuerta tipo vagón, cuya compuerta principal consiste en una cortina operada de manera automática por sistema hidráulico.
- ❖ **Tubería de carga:** La Central cuenta con una tubería de carga de 6,10 m de diámetro, la

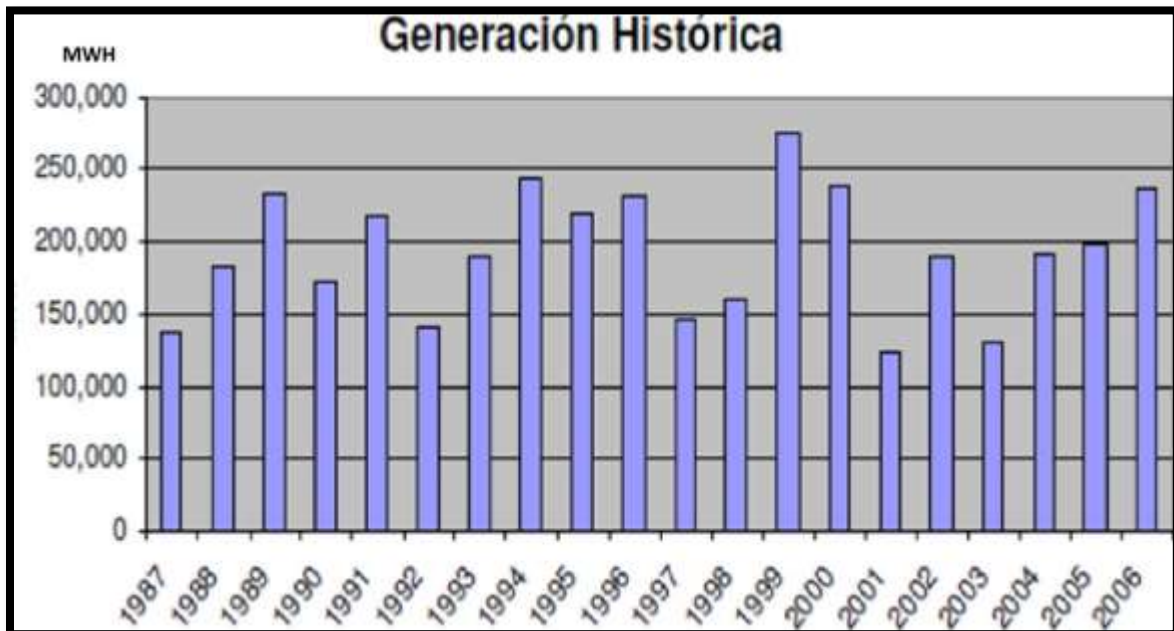
²⁹ Prado. Disponible en: www.represadep Prado.com

³⁰ <https://deponauticosprado.wordpress.com/la-represa-de-prado/>

cual está construida en concreto en la parte superior y en virolas de acero al carbono en el tramo inclinado y la casa de máquinas.

- ❖ **Casa de máquinas:** En el edificio de la casa de máquina se alojan las 4 unidades de generación, los tableros de control, los equipos de servicios auxiliares y la subestación tipo metalclad a 33KV.
- ❖ **Transformadores de potencia:** se encuentran ubicados en el patio de la subestación. Recibe tensión del generador a 6.6 KV, transformándola a 115 KV, para las tres unidades verticales, y 4.16 KV transformándola a 33 KV para la unidad horizontal.

La gráfica 2 muestra un recuento histórico de la generación de energía en la represa de Prado.



Grafica 2 - RECuento HISTÓRICO DE LA GENERACIÓN ANUAL DE ENERGÍA

Fuente: Cuaderno de la Hidroeléctrica de Prado



Foto 26 - PERSPECTIVA REPRESA DE PRADO

Fuente: www.prado-tolima.gov.co



Figura 27 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE PRADO

Fuente: maps.google.es

4.26 SAN MIGUEL ³¹

El proyecto se fundamenta en la utilización de los recursos hídricos del río Caldera entre los municipios de Cocorná, San Francisco y San Luis, en el departamento de Antioquia. Inicio su construcción en septiembre de 2012 y entro en operación en diciembre de 2015.

Caracterización general

- ❖ **Localización:** Departamento de Antioquia. (Figura 28)
- ❖ **Afluente:** Río Calderas
- ❖ **Capacidad instalada:** 44.4 MW
- ❖ **Caudal de diseño:** 35 M3/S
- ❖ **Salto bruto:** 164 M
- ❖ **Salto neto:** 138 M
- ❖ **Energía media:** 275 GWh/año
- ❖ **Factor planta:** 0.75

Obras complementarias y equipos principales de la central hidroeléctrica

- ❖ Subestación y línea de transmisión: 115 KV
- ❖ MK digital: Primera solución de bus de proceso para subestaciones de alta tensión en Colombia.

³¹ San Miguel .Disponible en : https://ich.no/Opplastet/Dokumenter/Conference%202017/Documents/Small%20Hydro%20Workshop/2%20PCH_Lina%20Arango_%20EXPERIENCIA%20Y%20DESAF%C3%8DOS%20EN%20EL%20DESARROLLO%20DE%20PCHs.pdf



Foto 27 - PERSPECTIVA HIDROELECTRICA SAN MIGUEL

Fuente: www.youtube.com

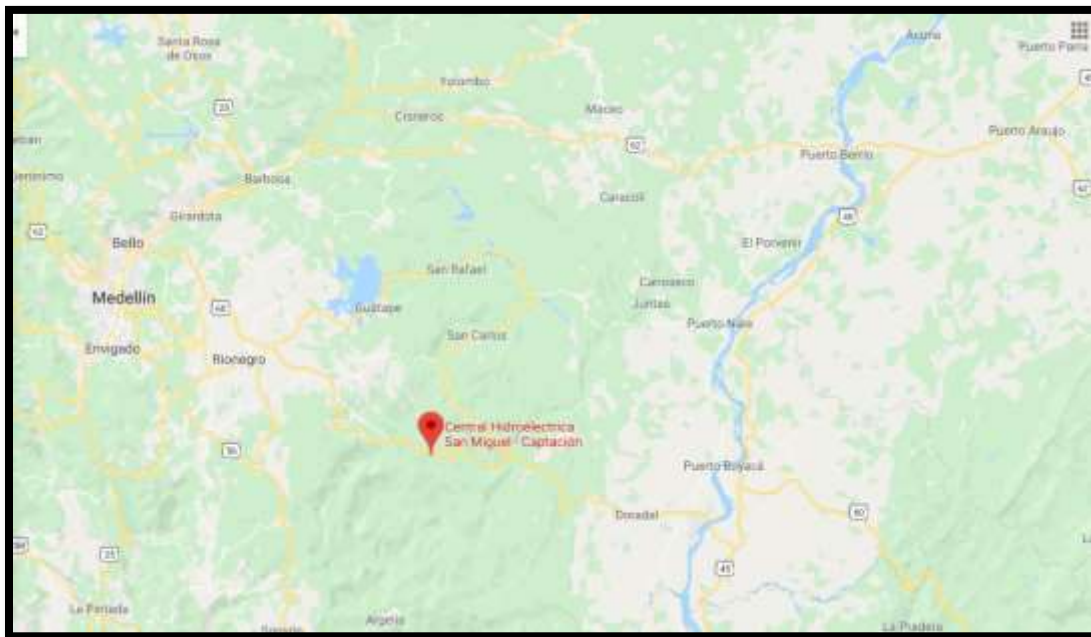


Figura 28 - LOCALIZACIÓN HIDROELÉCTRICA SAN MIGUEL

Fuente: maps.google.es

4.27 SALTO II ³²

Hace parte de cadena hidroeléctrica I del río Bogotá, ubicada en el departamento de Cundinamarca, genera 35 MW, colocándola en uno de los puestos finales de la lista de centrales eléctricas de Colombia y entro en operación en 1963. (Figura 29)

Caracterización general

- ❖ **Potencia efectiva:** 35 MW
- ❖ **Energía producida:** 256.4 GWh/año
- ❖ **Reservas 1963:** 69.33
- ❖ **Reservas 1994:** 73.90

³² Salto II. Disponible en: <https://www.enel.com.co/es/conoce-enel/enel-emgesa/centrales-electricas.html>



Foto 28 - PERSPECTIVA DEPOSITO DE LA CENTRAL ELECTRICA EL SALTO

Fuente: <https://www.flickr.com>



Figura 29 - ESQUEMA DE LA UBICACIÓN DE LA CADENA HIDROELÉCTRICA BOGOTÁ

Fuente: <https://www.enel.com.co>

4.28 ESMERALDA ³³

La bocatoma Esmeralda se encuentra ubicada en el sitio donde la Central Ínsula descarga al río Campo alegre. En esta bocatoma se captan lateralmente $22 \text{ m}^3 / \text{s}$. La captación se produce por el efecto de 6 compuertas radiales principales y una compuerta plana auxiliar dispuestas sobre el cauce. El caudal es conducido por un canal a media ladera revestido en concreto, tapado en algunos tramos mientras que en otros es abierto. Adicionalmente, recibe aguas abajo del sifón de La Estrella cerca de $1,5 \text{ m}^3 / \text{s}$ de la quebrada La Estrella (tomados en la bocatoma La Estrella y conducidos por canal cerrado). Hay 4 desniveles topográficos que obligan el empleo de sifones; dos en concreto y dos metálicos.

Caracterización general

- ❖ **Nombre:** Central la Esmeralda
- ❖ **Ubicación:** Chinchiná, departamento de Caldas. (Figura 30)
- ❖ **Coordenada X – Y:** 1149693,38 - 1049194,99
- ❖ **Caudal:** $22 \text{ m}^3/\text{s}$
- ❖ **Turbina tipo:** Francis
- ❖ **Año entrado en operación:** 1963
- ❖ **Capacidad efectiva:** 30 MW
- ❖ **Pot. Nom:** 15 MW
- ❖ **Empresa constructora:** Cano y Gutiérrez Ltda.

³³ La Esmeralda. Disponible en: https://aplicaciones.chec.com.co/archivos/juridica/ANEXO5_1805_2013-05-14_Anexo_5_Informe_Corporativo_CHEC_2013.pdf



Foto 29 - PERSPECTIVA CENTRAL HIDROELECTRICA LA ESMERALDA

Fuente: <https://aplicaciones.chec.com.co>



Figura 30 - LOCALIZACIÓN CENTRAL HIDROELECTRICA LA ESMERALDA

Fuente: maps.google.es

CAPITULO 5. REPRESAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE:

En este capítulo se presentan las represas para abastecimiento de agua potable del país en funcionamiento, para dicho fin:

5.1. CHINGAZA ³⁴

La represa de Chingaza, es catalogada como la fuente de agua potable más conveniente para la ciudad de Bogotá D.C. la represa se divide en dos partes, Presa de Golillas con 127 m de altura construida en gravas y cara de concreto, y el embalse de Chuza.

Características generales

- ❖ **Ubicación:** Departamento de Cundinamarca, municipios Chingaza y Fúquene. (Figura 31)
- ❖ **Cota:** 2,999 m.s.n.m
- ❖ **Área total:** 537 ha
- ❖ **Volumen total de embalse:** $258 \times 10^6 \text{ m}^3$.
- ❖ **Longitud máxima:** 4,10km
- ❖ **Anchura máxima:** 1,35km
- ❖ **Perímetro de costa:** 31,80km
- ❖ **Principales afluentes:** Ríos Chuza y Guaitiquia
- ❖ **Ríos efluentes:** Río Bogotá, Teusacá (por Teusacá)
- ❖ **Caudal de descarga:** 12,41 m³/s

³⁴ <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/ecoturismo/region-amazonia-y-orinoquia/parque-nacional-natural-chingaza/>



Foto 30 - REPRESA DE CHINGAZA

Fuente: www.panoramio.com

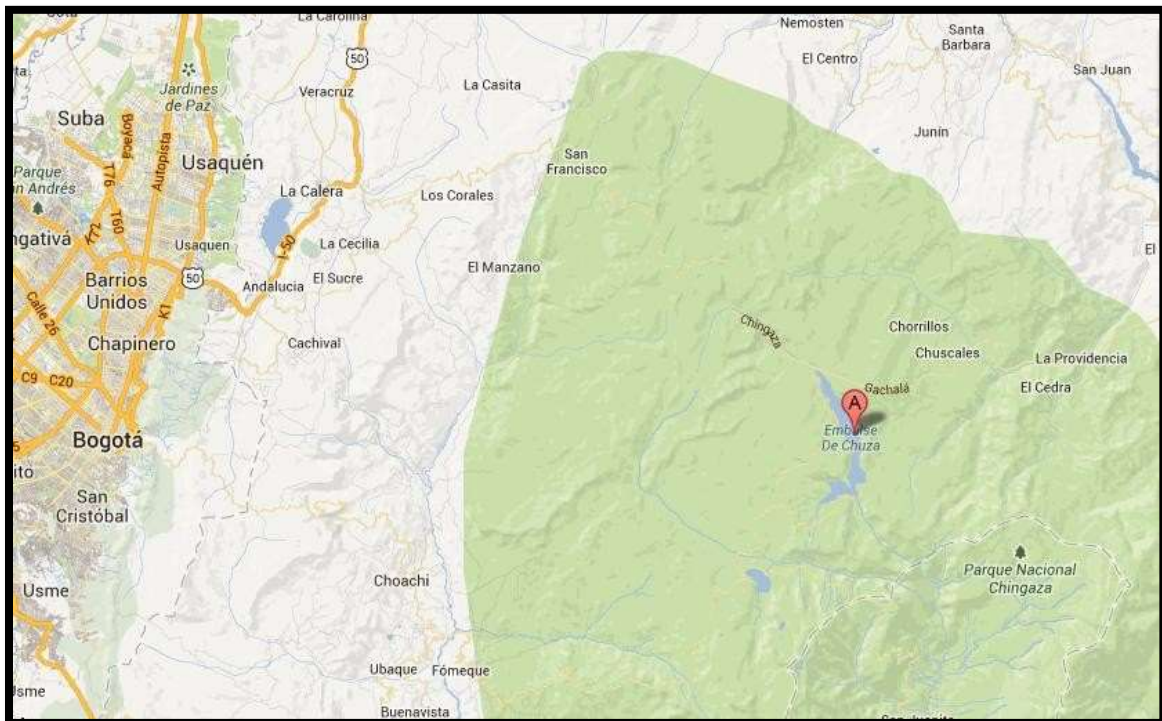


Figura 31 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA CHINGAZA

Fuente: maps.google.es

5.2 SAN RAFAEL ³⁵

“La represa de San Rafael tiene como objetivo asegurar el suministro adecuado de agua a la ciudad de Bogotá D.C., y a los municipios integrados a la red matriz, más allá del año 2000, ya que provee al sistema de un embalse que permite almacenar agua para programar las inspecciones y mantenimiento de los túneles que conforman el Sistema Chingaza y garantizar el suministro de agua ante posibles emergencias que se puedan presentar”. (INGETEC)

Características generales

- ❖ **Ubicación:** departamento de Cundinamarca, municipio la Calera. (Figura 32)
- ❖ **Localización geográfica:** 4°42'14"N, 73°59'35"O
- ❖ **Altura de presa:** 59,5 m
- ❖ **Longitud de coronación:** 680,0 m
- ❖ **Ancho de cresta de:** 7,0 m
- ❖ **Volumen total de embalse:** 70x10⁶ m³
- ❖ **Área aproximada de:** 371 Ha.

Obras complementarias para el funcionamiento de la represa.

La represa de San Rafael cuenta con:

- ❖ Dique auxiliar localizado al norte del embalse, estructura en material homogéneo, con una altura de 15,5 m, longitud de cresta de 282 m y un volumen de relleno de 80 000 m³.
- ❖ Túnel de desviación con longitud de 483 m, con sección circular de 4,0 m de diámetro, revestido en concreto convencional.
- ❖ Rebosadero en canal abierto, sin compuertas, con estructura terminal del tipo tanque dissipador de energía, diseñado para manejar la creciente máxima probable que transitada por el embalse, produce una descarga de 117m³/s.
- ❖ Estación de bombeo: pozo circular con un diámetro interno de 24,0 m y altura de 42,5 m.
- ❖ Tubería de impulsión del bombeo en acero soldado de 2,50 m de diámetro y una longitud de 750 m, Cliente: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P.

³⁵ https://es.wikipedia.org/wiki/Embalse_de_San_Rafael



Foto 31 - REPRESA DE SAN RAFAEL

Fuente: www.ingetec.com.co



Figura 32 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE SAN RAFAEL

Fuente: maps.google.es

5.3 NEUSA ³⁶

La represa del Neusa se encuentra ubicada en el municipio de Tausa, Departamento de Cundinamarca, coordenadas geográficas 05° 09' N y 73° 59' E. Se construye el embalse con la finalidad de regular el caudal del río Bogotá, utilizando el agua para el acueducto de la planta de Tibitó. La cuenca del embalse del Neusa, comprende un área de 13,500 ha, incluyendo los municipios de Tausa con 11,341 ha, Cogua con 2,209 ha y una extensión aproximada de 995 ha. El clima de la región es frío con una temperatura media anual de 11°C. Pertenece al área jurisdiccional de la Corporación Autónoma Regional (CAR) de los valles de Ubaté y Sumapaz.

Características generales.

- ❖ **Ubicación:** Departamento Cundinamarca, municipios de Cogua y Tausa. (Figura 33)
- ❖ **Localización geografía:** 05° 09' N y 73° 59' E.
- ❖ **Área de superficie:** 955 ha
- ❖ **Cota:** 3,269 msnm:
- ❖ **Profundidad (m):** 38,0 m
- ❖ **Volumen total de embalse:** $103 \times 10^6 \text{ m}^3$
- ❖ **Volumen útil de embalse:** $101 \times 10^6 \text{ m}^3$
- ❖ **Longitud máxima:** 7.3 km
- ❖ **Anchura máxima:** 2.0 km
- ❖ **Caudal promedio de descarga:** 5,0 m³/s
- ❖ **Ríos efluentes:** Neusa

³⁶ <http://www.colparques.net/NEUSA>



Foto 32 - REPRESA DEL NEUSA
Fuente: www.elespectador.com

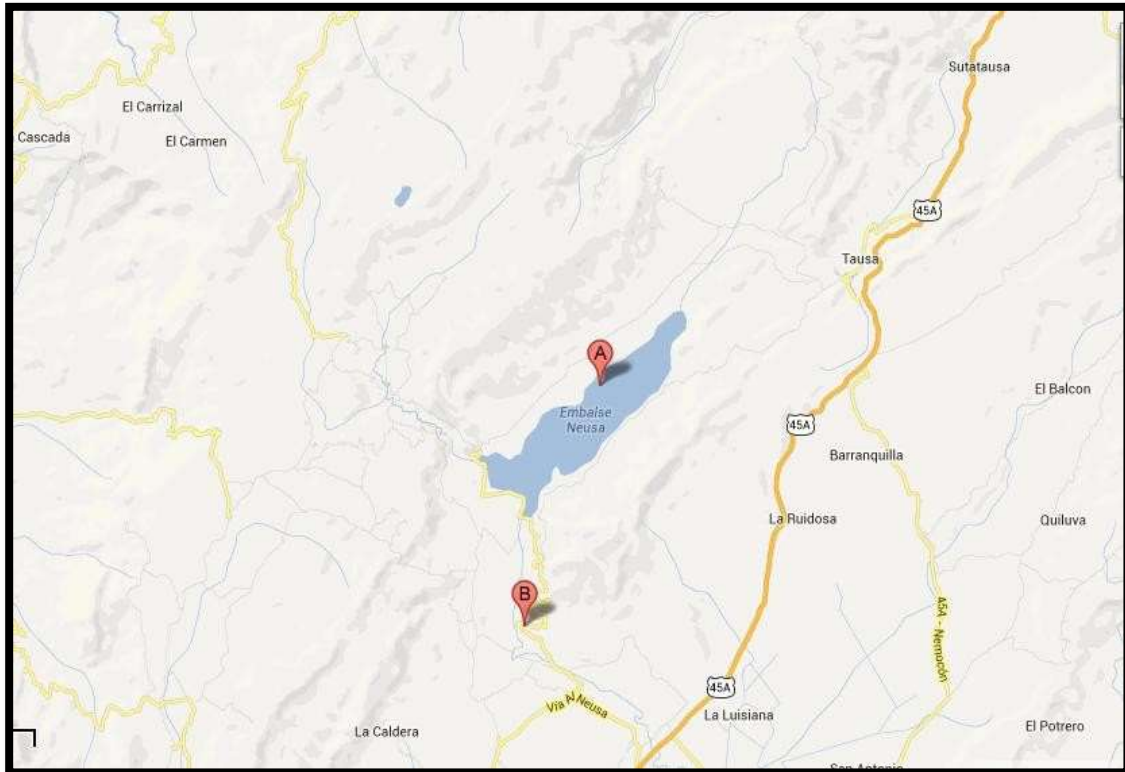


Figura 33 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DEL NEUSA
Fuente: maps.google.es

5.4 SISGA ³⁷

La Represa del Sisga es una presa de gravedad hecha de hormigón ubicada en el curso del río Sisga, en el municipio de Chocontá, departamento de Cundinamarca en el centro de Colombia, situada a 55 kilómetros sobre la carretera principal que conduce de Bogotá a Tunja. Dentro de la represa se desarrollan diferentes actividades económicas como turismo, pesca y deportes náuticos.

La represa del Sisga se planeó y construyó para controlar las inundaciones en la sabana de Bogotá regulando los caudales máximos del río, además de aprovechar y almacenar el exceso de agua que se produce en la cuenca del río Sisga en la temporada de invierno, y poder utilizar este en la época de sequía para el abastecimiento de agua en la ciudad de Bogotá. El área de la cuenca abarca de 15,680 ha aproximadamente, donde toca los municipios de Chocontá, Sesquilé, Guatavita y Suesca.

Características generales.

- ❖ **Ubicación:** Departamento de Cundinamarca, Municipio Chocontá. (Figura 34)
- ❖ **Área total del embalse:** 700 Ha
- ❖ **Profundidad promedio:** 14,9 m
- ❖ **Volumen :** $94,3 \times 10^6 \text{ m}^3$
- ❖ **Cota:** 2774 m.s.n.m
- ❖ **Longitud máxima del embalse:** 8,5 km
- ❖ **Anchura máxima del embalse:** 1,3 km
- ❖ **Perímetro de costa:** 19,0 km
- ❖ **Principales afluentes:** Río San Francisco, Quebrada Granadilla
- ❖ **Río efluente:** Sisga
- ❖ **Caudal promedio de descarga:** $1,82 \text{ m}^3/\text{s}$

³⁷ <http://www.colparques.net/SISGA>



Foto 33 - REPRESA DEL SISGA
Fuente: wikimedia.org



Figura 34 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DEL SISGA
Fuente: maps.google.es

5.5 MUÑA ³⁸

La represa del Muña se encuentra ubicada en el departamento de Cundinamarca, se extiende a lo largo de una cuenca 13.477 ha que comprende los municipios de Sibaté con 8.585 Ha y Soacha con 4.892 Ha.

Características generales.

- ❖ **Nombre:** represa del Muña
- ❖ **Ubicación:** Cundinamarca, Sibaté. (Figura 35)
- ❖ **Localización geográfica:** 4°30'49"N, 74°15'19"W
- ❖ **Área de superficie:** 933 Ha
- ❖ **Profundidad máxima:** 10,6 m
- ❖ **Volumen del embalse:** $42 \times 10^6 \text{ m}^3$
- ❖ **Cota:** 2,565 m.s.n.m.
- ❖ **Longitud máxima del embalse:** 6,0 km
- ❖ **Anchura máxima del embalse:** 2,6 km
- ❖ **Caudal de descarga:** 24,36 m³/s



Foto 34 - REPRESA DE MUÑA

Fuente: www.sibate-cundinamarca.gov.co

³⁸ <http://oaica.car.gov.co/vercaso2.php?id=52>



Figura 35 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DEL MUÑA

Fuente: maps.google.es

5.6 CHISACA ³⁹

También conocido como embalse el Hato, ubicada en el sector de La Regadera – Embalse Chisacá (predios de la Empresa de acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB), en la localidad de Usme. Su función principal es la de abastecer con agua potable la capital del país.

Características generales.

- ❖ **Localización:** Cundinamarca, Bogotá D.C, localidad de Usme. (Figura 36)
- ❖ **Área de superficie:** 55 Ha
- ❖ **Altura de la presa:** 36 m
- ❖ **Volumen total de embalse:** $6,7 \times 10^6 \text{m}^3$
- ❖ **Cota:** 3,146 m.s.n.m
- ❖ **Longitud máxima:** 1,20 km
- ❖ **Anchura máxima:** 1,18 km
- ❖ **Perímetro de Costa:** 4,70 km
- ❖ **Caudal de descarga:** $0,67 \text{ m}^3/\text{s}$
- ❖ **Principales afluentes:** Río Chisacá y Mugroso
- ❖ **Ríos efluentes:** Chisacá

³⁹ <http://consulobras.com/embalses-chisaca-y-la-regadera/>



Foto 35 - REPRESA DE CHISACÁ

Fuente: www.panoramio.com



Figura 36 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE CHISACÁ

Fuente: maps.google.es

5.7 LA REGADERA ⁴⁰

Se encuentra ubicada al sur de Bogotá D.C en la zona del páramo del Sumapaz. Es el manantial del cual nacen muchos de los ríos que recorren el centro del país; como el Tunjuelito o el Sumapaz. En los años 50 se construye este embalse para proveer de agua al sur de la capital.

Características generales.

- ❖ **Localización:** Departamento Cundinamarca, Bogotá D.C, localidad de Usme.
(Figura 37)
- ❖ **Área:** 41 Ha
- ❖ **Volumen total de embalse:** $3.3 \times 10^6 \text{m}^3$
- ❖ **Cota:** 3.002 m.s.n.m
- ❖ **Altura de la presa:** 31m
- ❖ **Longitud máxima:** 0,89 km
- ❖ **Anchura máxima:** 0,45 km
- ❖ **Perímetro de costa:** 2,61 km
- ❖ **Caudal de descarga:** 1,2 m³/s
- ❖ **Principales afluentes:** Río Curubital y Chisacá
- ❖ **Ríos efluentes:** Tunjuelo

⁴⁰ <http://consulobras.com/embalses-chisaca-y-la-regadera/>



Foto 36 - EMBALSE DE LA REGADERA- LOCALIDAD DE USME

Fuente: ciudadbolivarlocal19.blogspot.com



Figura 37 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE LA REGADERA

Fuente: maps.google.es

5.8 LOS TUNJOS ⁴¹

La represa los Tunjos, se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá D.C, localidad de Usme, el embalse se utiliza para suministro de agua potable para la ciudad de Bogotá. (Figura 38)

Características generales.

- ❖ **Departamento:** Cundinamarca, Bogotá D.C. localidad de Usme.
- ❖ **Cota:** 3.734 m.s.n.m
- ❖ **Área de superficie:** 33.0 Ha
- ❖ **Volumen máximo:** $2,4 \times 10^6 \text{ m}^3$
- ❖ **Profundidad máxima:** 13,5 m
- ❖ **Longitud máxima de embalse:** 1,01 km
- ❖ **Anchura máxima de embalse:** 0,75 km
- ❖ **Caudal de descarga:** $0,10 \text{ m}^3/\text{s}$
- ❖ **Principal afluente:** Río Quebrado
- ❖ **Río efluente:** Río Chisacá



Foto 37 - REPRESA LOS TUNJOS

Fuente: <http://www.panoramio.com>

⁴¹ https://es.wikipedia.org/wiki/Laguna_de_Los_Tunjos



Figura 38 - ESQUEMA DEL SISTEMA CHINGAZA - TUNJOS

Fuente: <http://www.panoramio.com>

CAPITULO 6. REPRESAS USADAS PRINCIPALMENTE EN RIEGO:

En este capítulo se muestran las represas utilizadas en riego, consideradas de mediana a gran escala en los diferentes departamentos del país.

6.1 RIO RANCHERIA ⁴²

Los Diseños del proyecto Río Ranchería iniciaron el 11 de enero de 2002 y finalizaron el 18 de febrero de 2005, incluyéndose obras multipropósito y los proyectos de riego Ranchería y San Juan del Cesar. Las etapas de construcción de las obras multipropósito iniciaron el 10 enero de 2006 y finalizaron el 30 de noviembre de 2010. La represa, tiene la función de dotar agua para los acueductos de los municipios de Albania, Barrancas, Distracción, Fonseca, Hato Nuevo, Maicao, Manaure, San Juan del Cesar y Uribía, en el Departamento de La Guajira y para el distrito de riego de más de 18.000 has en todo el departamento.

La represa del rio Ranchería tiene capacidad de formar un embalse de $198 \times 10^6 \text{ m}^3$, con una presa en enrocado con cara de concreto (CFRD) de 110 m de altura, Rebosadero para una CMP de $1.495 \text{ m}^3/\text{s}$, túnel de desvío de 637,8 m de longitud y 7 m de diámetro, con trazado recto y dos curvas. Conducción San Juan en tubería CCP de 1,3 m de diámetro y 18,1 km de longitud (15.9 km en tubería y 2,2 km en túnel), Conducción Ranchería en tubería CCP de 2,2 m de diámetro y 11 km de longitud. 29.9 km de vías (Vías de acceso y relocalización vía Caracolí).

También beneficiará una población de 354.903 habitantes, además de suministrar agua para riego a los Distritos en Gran Escala de Ranchería y San Juan de Cesar en un área total de 18.536 Ha 1.029 usuarios.

Distrito de riego Rio ranchería

Incluye un área bruta de 22.394 ha (15.246 ha netas), mediante una red de distribución de tuberías de 234,6 km con diámetros que oscilan entre 10" y 87". La adecuación predial considera sistemas de riego presurizados (aspersión, micro aspersión y goteo) y sistemas de riego por gravedad.

Distrito de Riego San Juan

“Incluye un área bruta de 4.112 ha (3.290 Ha netas), mediante una red de distribución de tuberías de 20 km con diámetros que oscilan entre 14" y 45". La adecuación predial considera sistemas de riego presurizados (aspersión, micro aspersión y goteo)”. La tabla 2 resume los beneficios del proyecto del río Ranchería.

⁴² <https://www.elheraldo.co/la-guajira/represa-del-rio-rancheria-en-la-guajira-tiene-presunto-dano-patrimonial-de-637000>

PROYECTO DE RIEGO	MUNICIPIO	COBERTURA	
		HECTÁREAS A BENEFICIAR (HA)	PREDIOS A CULTIVAR (#)
RANCHERÍA	Distracción	3.726	216
	Barrancas	2.694	132
	Fonseca	7.206	322
	San Juan del Cesar	1.620	21
SUBTOTAL		15.246	691
SAN JUAN DEL CESAR	San Juan del Cesar	3.290	183
SUBTOTAL		3.290	183
TOTALES		18.536	874

Tabla 2 - BENEFICIOS PROYECTO MULTIPROPÓSITO DEL RIO RANCHERÍA

Fuente: Incoder.gov.co

Características generales.

- ❖ **Nombre:** proyecto multipropósito del Rio Ranchería
- ❖ **Ubicación:** Departamento de Guajira, municipio de San Juan
- ❖ **Volumen de embalse:** $198 \times 10^6 \text{ m}^3$
- ❖ **Área de embalse:** 2.480 Ha aproximadamente
- ❖ Presa en enrocado con cara de concreto (CFRD)
- ❖ **Altura de presa:** 110 m
- ❖ **Rebosadero:** $1.495 \text{ m}^3/\text{s}$ de caudal medio.
- ❖ **Área bruta de distrito de riego:** 18.536 ha
- ❖ **Túneles de Conducción:** 2.190 metros
- ❖ **Túneles de Desviación:** 637 metros



Foto 38 - ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN - EMBALSE DEL RIO RANCHERÍA

Fuente: conalvias.com

6.2 LA COPA ⁴³

La Copa es un embalse de agua artificial situado en el municipio de Toca, en el departamento de Boyacá. Tiene una extensión de aproximadamente 880 hectáreas y profundidades hasta de 33,5 metros. (Figura 39)

Se puede llegar a la represa en el kilómetro 21 entre las poblaciones de Chivatá y Toca que conecta la vereda San Francisco. La temperatura varía entre los 13°C y los 16°C. Además, es considerada como un lugar apacible y centro de reunión de la cultura y tradición del municipio de Toca.

La función principal de la represa, luego de servir sus aguas al Río Chicamocha, es cumplir como distrito de riego (alto Chicamocha) el cual tiene un área neta de 5,748 ha. Este distrito está dividido en nueve unidades de riego independientes, con fuente de alimentación de agua, el río Chicamocha.

Presa y Bocatoma: Por cada unidad de riego existe una presa derivadora en concreto reforzado y una bocatoma lateral que dispone de dos compuertas metálicas deslizantes.

Estaciones de Bombeo: Diez estaciones de bombeo.

- ❖ Holanda, Surba, Ayalas, Duitama y Ministerio: cuatro bombas centrifugas con una capacidad cada bomba de 380 m³/h, 200 HP y una cabeza dinámica total de 90 mca.
- ❖ Pantano Vargas: cinco bombas centrífugas con una capacidad cada bomba de 380 m³/h, 200 HP y una cabeza dinámica total de 90 mca.
- ❖ Cucho y Monquirá: compuesta por tres bombas centrifugas con una capacidad cada bomba de 380 m³/h, 200 HP y una cabeza dinámica total de 90 mca.
- ❖ Las Vueltas: dos bombas centrifugas con una capacidad cada bomba de 380 m³/h, 200 HP y una cabeza dinámica total de 90 mca.
- ❖ Fuente Salinas de Paipa: tres bombas centrifugas con una capacidad cada bomba de 380 m³/h, 15 HP y una cabeza dinámica total de 90 mca.

Líneas de Aducción: tuberías de concreto reforzado y canales abiertos. Las tuberías se utilizan tres unidades de riego, distancia de 50 m entre la captación y la estación de bombeo. Los canales se utilizan en las restantes seis unidades; son de sección trapezoidal, con una longitud total de 5,3 Km.

⁴³ http://recursos.normalpopayan.edu.co:8983/wikipedia_es_all_2017-08/A/Embalse_de_La_Copa.html

Red de Conducción y Distribución Fija a Presión: Tuberías de PVC RDE 32,5 con diámetros desde 1" hasta 20" y una longitud total de 313,4 Km, de los cuales 1,3 Km corresponden a cruces bajo canales, vallados, vías, caminos, vías férreas y 1,0 Km a cruces elevados o viaductos sobre el río y los canales principales.

Adecuación predial: Adecuación a través de subsistemas de riego presurizados (aspersión) o por goteo.

Características generales

- ❖ **Nombre:** represa de la Copa
- ❖ **Ubicación:** Departamento de Boyacá, municipio de Toca
- ❖ **Área de superficie:** 770ha
- ❖ **Profundidad máxima:** 36,5m
- ❖ **Volumen de embalse:** 70,0 Hm³
- ❖ **cota:** 3.670 m.s.n.m.
- ❖ **Longitud máxima del embalse:** 1,97 km
- ❖ **Anchura máxima del embalse:** 0,06 km
- ❖ **Perímetro de costa:** 20 km
- ❖ **Descarga:** 10 m³/s
- ❖ **Principales afluentes:** Río Tuta, San Francisco y La Chorrera
- ❖ **Ríos efluentes:** Río Grande o San Francisco
- ❖ **Área bruta de distrito de riego:** 5.748 ha.



Foto 39 - REPRESA DE LA COPA

Fuente: Ing. Ricardo Muñoz



Figura 39 - LOCALIZACIÓN DE LA REPRESA DE LA COPA

Fuente: maps.google.es

6.3 EL JUNCAL ⁴⁴

La represa del Juncal se encuentra ubicada en el departamento del Huila, dentro del municipio de Palermo. en el embalse, se pueden practicar actividades náuticas como la lancha, gusano, ski acuático, rafting, inflables y pesca como actividad secundaria. Su función principal está dada como distrito de riego para beneficiar a más de 340 familias de la región.

Características generales

- ❖ **Ubicación:** departamento del Huila, municipio de Palermo; vereda el Juncal. (Figura 40)
- ❖ **Localización geográfica:** 2° 50' 2" N, 75° 20' 6" W
- ❖ **Cota:** 475 m.s.n.m
- ❖ **Área de superficie:** 172 Ha
- ❖ **Profundidad máxima:** 2,17 m
- ❖ **Volumen:** 2,19 x 10⁶ m³
- ❖ **Longitud máxima:** 2,10 km
- ❖ **Anchura máxima:** 1,40 km
- ❖ **Perímetro de costa (km):** 7.50
- ❖ **área de riego:** 2.600 Ha

⁴⁴ <https://www.eldiariomontanes.es/planes/201605/19/embalse-juncal-lago-artificial-20160519161829.html>



Foto 40 - EMBALSE EL JUNCAL
Fuente: objetivocantabria.eldiariomontanes.es

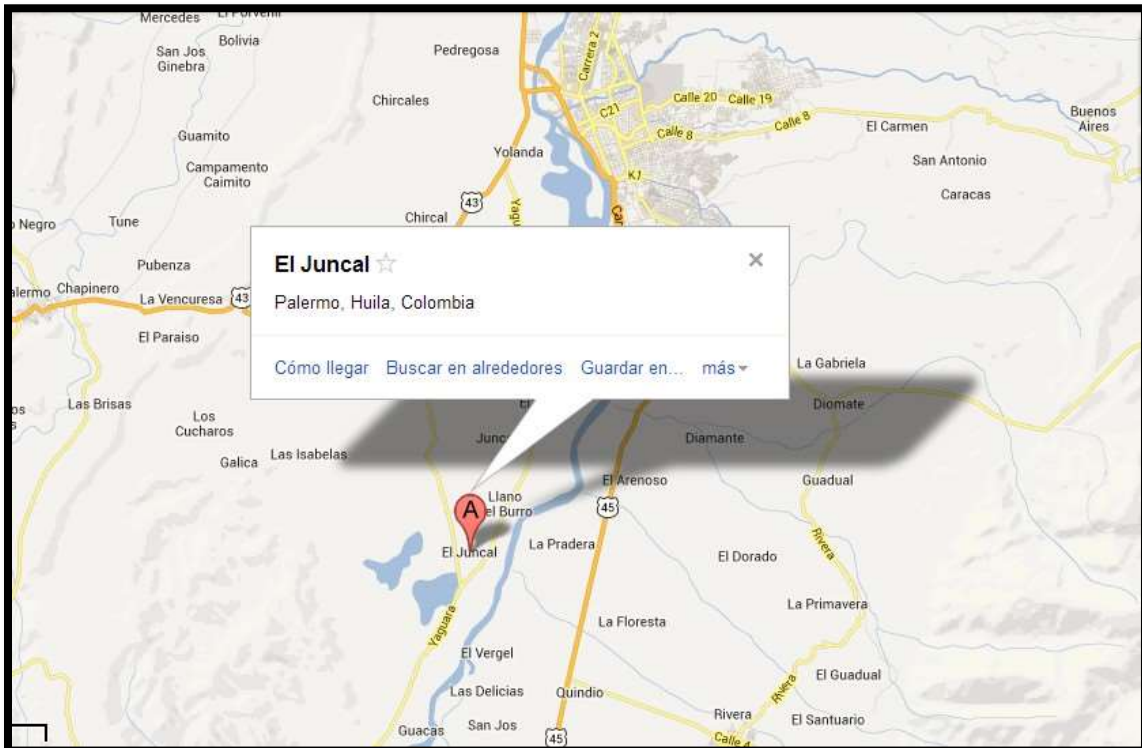


Figura 40 - LOCALIZACIÓN REPRESA DEL JUNCAL

Fuente: maps.google.es

6.4 EL HATO ⁴⁵

El Hato es utilizado principalmente como distrito de riego en los valles de Ubaté y Chiquinquirá además cuenta con 130 ha y un sector turístico en donde se puede hacer ecoturismo, pesca deportiva, deportes acuáticos y hay gran diversidad de flora y fauna. El embalse tiene un volumen de 12 millones de m³

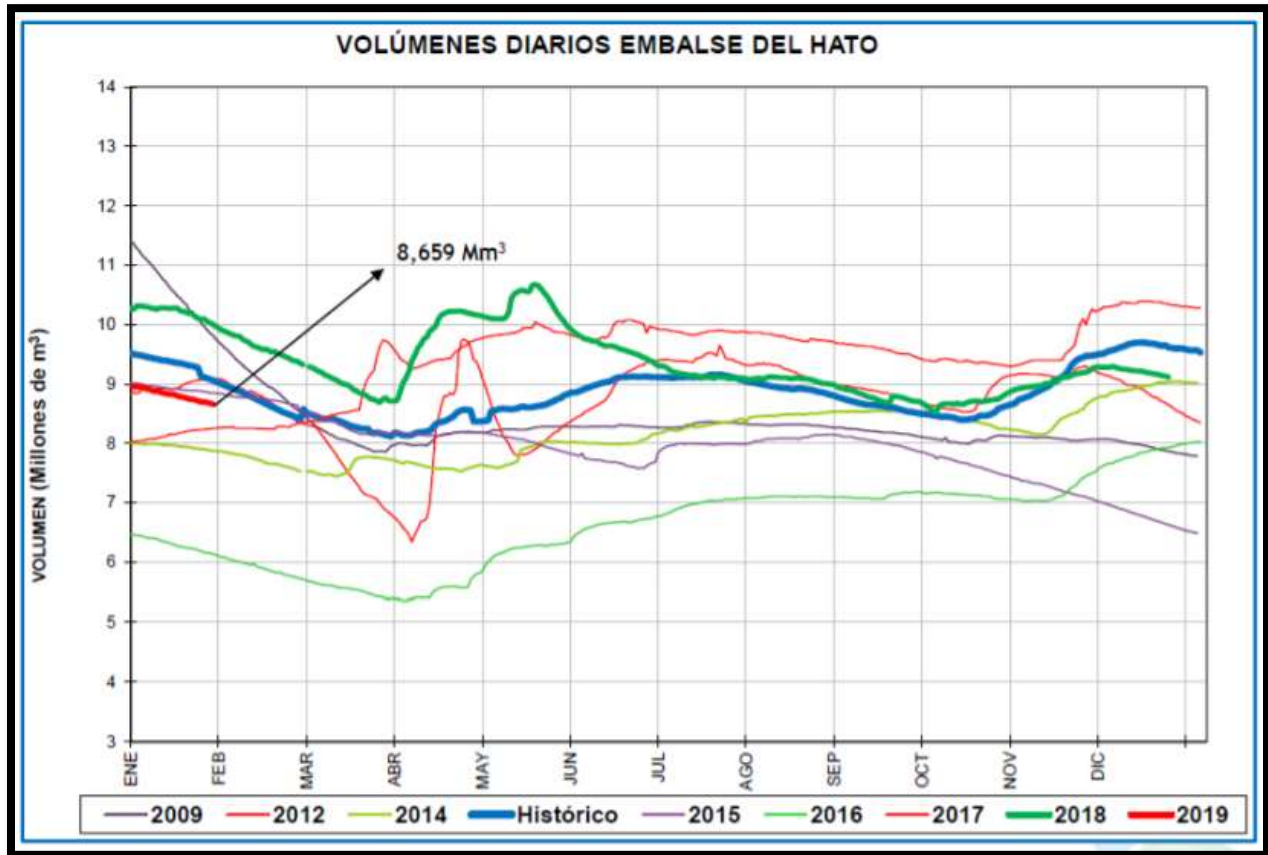


Figura 41 - VARIACIÓN DEL VOLUMEN DEL CUERPO DE AGUA EN EL EMBALSE DEL HATO

Fuente: car.gov.co

⁴⁵ <http://www.colparques.net/HATO>

CAPITULO 7. RESUMEN DE RESULTADOS

- ❖ La mayoría de represas tienen propósitos múltiples, tales como la cría de peces y, por ende, actividades como la pesca. De igual forma, son atractivos como centros de recreación y descanso; también cumplen funciones de control de inundaciones, entre otras. En la tabla 3, se presenta el resumen de los resultados pertinentes al inventario realizado.

Represas de Colombia	Nombre	Ubicación	Volumen de almacenamiento	Generacion
GENERACION ELECTRICA	GUAVIO	CUNDINAMARCA	1043 x10 ⁶ m ³	1250 MW
	SAN CARLOS	ANTIOQUIA	53,23 x10 ⁶ m ³	1240 MW
	CHIVOR	BOYACA	760 x10 ⁶ m ³	1000 MW
	SOGAMOSO	SANTANDER	4800 x10 ⁶ m ³	819 MW
	PORCE III	ANTIOQUIA	169x10 ⁶ m ³	700 MW
	PAGUA	CUNDINAMARCA	N.D	600 MW
	GUATAPE	ANTIOQUIA	107 x10 ⁶ m ³	560 MW
	BETANIA	HUILA	1971x10 ⁶ m ³	540 MW
	GUATRON	ANTIOQUIA	N.D	512 MW
	ALBAN	VALLE DEL CAUCA	N.D	429 MW
	PORCE II	ANTIOQUIA	142.7 x10 ⁶ m ³	405 MW
	MIEL I	CALDAS	565 Hm ³	396 MW
	EL QUIMBO	HUILA	2.354 Hm ³	396 MW
	URRA	CORDOBA	1.740 x10 ⁶ m ³	338 MW
	SALVAJINA	CAUCA	764.7x10 ⁶ m ³	315 MW
	LA TASAJERA	ANTIOQUIA	N.D	306 MW
	PLAYAS	ANTIOQUIA	208 x10 ⁶ m ³	207 MW
	JAGUAS	ANTIOQUIA	N.D	170 MW
	DARIO VALENCIA S.	CUNDINAMARCA	N.D	150 MW
	SAN FRANCISCO	CALDAS	760.000 m ³	135 MW
	CALIMA	VALLE DEL CAUCA	530 x10 ⁶ m ³	132 MW
	AMOYA-LA ESPERANZA	TOLIMA	N.D	80 MW
	CARLOS LLERAS	ANTIOQUIA	N.D	78 MW
	CUCUANA	TOLIMA	N.D	56 MW
	PRADO	TOLIMA	1.010 x10 ⁶ m ³	51 MW
	SAN MIGUEL	ANTIOQUIA	N.D	44 MW
	SALTO II	CUNDINAMARCA	N.D	35 MW
	ESMERALDA	CALDAS	N.D	30 MW
TOTAL	VOLUMEN TOTAL: 16.218390000 m³			10.974 MW
REPRESAS PARA AGUA POTABLE	CHINGAZA	CUNDINAMARCA	258x10 ⁶ m ³	
	SAN RAFAEL	CUNDINAMARCA	70x10 ⁶ m ³	
	NEUSA	CUNDINAMARCA	103 x10 ⁶ m ³	
	SISGA	CUNDINAMARCA	94,3x10 ⁶ m ³	
	MUÑA	CUNDINAMARCA	42x10 ⁶ m ³	
	CHISACA	CUNDINAMARCA	6,7x10 ⁶ m ³	
	LA REGADERA	CUNDINAMARCA	3.3x10 ⁶ m ³	
	LOS TUNJOS	CUNDINAMARCA	2,4x10 ⁶ m ³	
TOTAL	VOLUMEN TOTAL: 579,7000000 m³			
REPRESAS PARA RIEGO	RIO RANCHERIA	GUAJIRA	198 x10 ⁶ m ³	
	LA COPA	BOYACA	70 Hm ³	
	EL JUNCAL	HUILA	2,19 x 10 ⁶ m ³	
	EL HATO	CUNDINAMARCA	12 x 10 ⁶ m ³	
TOTAL	VOLUMEN TOTAL: 282.19000000 m³			

N.D: No disponible

Tabla 3 - RESUMEN INVENTARIO

- ❖ Las represas que se encuentran dedicadas a la producción de energía eléctrica y suministran de manera directa son 28 con producción de 10.974 MW aproximadamente.
- ❖ Hay 8 embalses principales encargados de suministrar agua potable en Colombia.
- ❖ Hay 4 embalses principales donde su función es para riego.

- ❖ Según el periódico LA REPÚBLICA (Edición del 19 de febrero del 2019), el 68% de la oferta energética del país provenía de las hidroeléctricas, siendo esta de 11.834,57 megavatios (MW). Sumando otros tipos de generación energética llega a 17.319,59 MW (incluye las energías térmica y eólica, así como auto generadores y cogeneradores), que representa una capacidad energética instalada de 346 W/hab en Colombia.

CAPITULO 8. BIBLIOGRAFIA

- ❖ Martínez, Andrés G. (2019). Toda Colombia. Recuperado de:
<https://www.todacolombia.com/geografia-colombia/hidrografia-colombia.html>
- ❖ Editorial La República S.A.S. (2019). Las plantas hidroeléctricas representan 68% de la oferta energética en Colombia. Recuperado de:
<https://www.larepublica.co/especiales/efecto-hidroituango/las-plantas-hidroelectricas-representan-68-de-la-oferta-energetica-en-colombia-2829562>
- ❖ Editorial La República S.A.S. (2019). Las 26 hidroeléctricas tienen capacidad para generar 10.959 megavatios. Recuperado de:
<https://www.larepublica.co/infraestructura/las-26-hidroelectricas-tienen-capacidad-para-10959-megavatios-2538271>
- ❖ ENEL S.A. (2018). Nuestras centrales. Recuperado de:
<https://www.enel.com.co/es/conoce-enel/enel-emgesa/centrales-electricas.html>
- ❖ 07/10/2010. Hidrografía de Colombia. Toda Colombia. Recuperado de:
<https://www.todacolombia.com/geografia-colombia/hidrografia-colombia.html>
- ❖ Hidrología. Embalses. XM. Recuperado de:
<http://www.xm.com.co/Paginas/Hidrologia/Embalses.aspx>
- ❖ Palacios A. (2013). INVENTARIO DOCUMENTADO DE REPRESAS EN COLOMBIA (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá DC, Colombia. Recuperado de:
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11360/PalaciosSierraRicardoAndres2013.pdf?sequence=1>
- ❖ MADS. IDEAM. (2018). Estudio Nacional del agua 2018. Bogotá DC, Colombia. Recuperado de: http://www.andi.com.co/Uploads/ENA_2018-comprimido.pdf
- ❖ ROSSMAN I. (2009). Calidad trófica del embalse Neusa.
- ❖ Betania. (1994). Energía para Colombia. Recuperado de:
<http://servicios.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/HIDROELECTRICIDAD.pdf>
- ❖ EAAB. (1923). El proyecto Chingaza. Recuperado de:
https://es.wikipedia.org/wiki/Represa_de_Chingaza

CITACION JURÍDICA

- ❖ AUTO 05138. [Autoridad Nacional de Licencias Ambientales]. Por el cual se ordena la apertura de una investigación ambiental. Octubre 20 de 2016.
- ❖ DECRETO 2820 DE 2010 [Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Agosto 5 de 2010.
- ❖ DECRETO 2041 DE 2014. [Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. “Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”. Octubre 15 de 2014
- ❖ LEY 99 DE 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Diciembre 22 de 1993. DO: 41146
- ❖ RESOLUCIÓN 0376 DE 2016. [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible] “Por el cual se señalan los casos en los que no se requerirá adelantar trámite de modificación de la licencia ambiental o su equivalente, para aquellas obras o actividades consideradas cambios menores o de ajuste normal dentro del giro ordinario de los proyectos de energía, presas, represas, trasvases y embalses”. Marzo 2 de 2016.