



**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO GEÓGRAFO Y DEL MEDIO AMBIENTE**

**Generación de un Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del  
Ecuador mediante una herramienta SIG.**

**REALIZADO POR:**

**Ricardo Marcelo Aguilera Realpe**

**Sangolquí – Ecuador**

**Julio – 2013**

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado “Generación de un Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador mediante una herramienta SIG” fue realizado en su totalidad por el Sr. Ricardo Marcelo Aguilera Realpe, bajo nuestra dirección; como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO GEÓGRAFO Y DEL MEDIO AMBIENTE.

Sangolquí, Julio de 2013.

Ing. Washington Sandoval

DIRECTOR

Ing. Oswaldo Padilla

CODIRECTOR

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Ricardo Marcelo Aguilera Realpe

Declaro que:

El proyecto de grado denominado “Generación de un Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador mediante una herramienta SIG”, se desarrolló en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mí autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 15 de julio de 2013

---

Ricardo Marcelo Aguilera Realpe

## AUTORIZACIÓN

Yo, Ricardo Marcelo Aguilera Realpe

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “Generación de un Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador mediante una herramienta SIG”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 15 de julio de 2013

---

Ricardo Marcelo Aguilera Realpe

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Ricardo Marcelo Aguilera Realpe

## AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mi director y codirector de tesis, Dr. Washington Sandoval e Ing. Oswaldo Padilla quienes por su esfuerzo y dedicación, con sus conocimientos, sus experiencias, paciencia y motivación han logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

A mi tío Ing. Eduardo Aguilera Ortiz por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador.

Y por último a mis jefes de trabajo Ing. Ulises Álvarez e Ing. Paola Soria, quienes son como unos padres para mí, los cuales me han motivado durante mi formación profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Ricardo Marcelo Aguilera Realpe

## TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
GENERACIÓN DE UN CATÁLOGO DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DEL ECUADOR MEDIANTE UNA HERRAMIENTA SIG.....	1
1.1 Objetivos .....	1
1.1.2 Objetivo General .....	1
1.1.3 Objetivos Específicos.....	1
1.1.4 Metas .....	2
1.2 Generalidades.....	2
1.3 Aprovechamientos Hidroeléctricos.....	6
1.4 Obras que comprenden los aprovechamientos Hidroeléctricos .....	10
1.4.1 Clasificación de las Centrales Hidráulicas .....	10
1.4.2 Disposición General de una Central Hidroeléctrica.....	12
1.4.2.1 Presa.....	13
1.4.2.2 Canal de Derivación.....	14
1.4.2.3 Bocatoma.....	16
1.4.2.4 Cámara de Presión o chimenea de equilibrio .....	16
1.4.2.5 Tubería de Presión .....	17
1.4.2.6 Cámara de Turbinas .....	17
1.4.2.7 Turbinas .....	19
1.4.2.8 Casa de máquinas .....	22
1.5 Centrales Hidroeléctricas más importantes del Ecuador .....	23
1.5.1 Central Hidroeléctrica Paute Molino.....	23
1.5.2 Central Hidroeléctrica Marcel Laniado de Wind.....	25
1.5.3 Central Hidroeléctrica San Francisco.....	27
1.5.4 Central Hidroeléctrica Paute Mazar .....	30
1.5.5 Central Hidroeléctrica Agoyán .....	33
1.5.6 Central Hidroeléctrica Pucará .....	36
1.5.7 Central Hidroeléctrica Cumbayá .....	39
1.5.8 Central Hidroeléctrica Hydroabanico .....	41
1.5.9 Central Hidroeléctrica Nayón .....	45
1.5.10 Central Hidroeléctrica Saucay.....	46
1.5.11 Central Hidroeléctrica Guangopolo .....	48
1.5.12 Central Hidroeléctrica Calope .....	50
1.5.13 Central Hidroeléctrica Recuperadora.....	53
1.5.14 Central Hidroeléctrica Sibimbe.....	56
1.5.15 Central Hidroeléctrica Saymirín .....	59
1.5.16 Central Hidroeléctrica Río Blanco .....	59
1.5.17 Central Hidroeléctrica Alao .....	59
1.5.18 Central Hidroeléctrica El Carmen.....	62
1.5.19 Central Hidroeléctrica Illuchi N° 1 e Illuchi N°2 .....	65

1.5.20 Central Hidroeléctrica Pasochoa.....	66
1.5.21 Central Hidroeléctrica Perlabí .....	68
1.5.22 Central Hidroeléctrica Carlos Mora .....	70
1.5.23 Central Hidroeléctrica Loreto .....	70
1.5.24 Central Hidroeléctrica Los Chillos .....	71
CAPÍTULO II.....	75
ANÁLISIS Y ESTANDARIZACIÓN .....	75
2.1 Análisis y estandarización de la información.....	75
2.2 Datos históricos de Producción de las Centrales Hidroeléctricas .....	80
2.2.1 Generadoras .....	80
2.2.2 AutoGeneradoras.....	81
2.2.3 Distribuidoras .....	81
2.3 Datos Técnicos de las Obras hidroeléctricas .....	83
2.3.1 Características principales de la central Cumbayá .....	83
2.3.2 Características principales de la central Guangopolo .....	85
2.3.3 Características principales de la central Pasochoa.....	87
2.3.4 Características principales de la central Los Chillos .....	89
2.3.5 Características principales de la central Nayón .....	91
2.3.6 Características principales de la central Paute Mazar .....	93
2.3.7 Características principales de la central Paute Molino.....	95
2.3.8 Características principales de la central Calope .....	97
2.3.9 Características principales de la central hidroabanico .....	99
2.3.10 Características principales de la central San Francisco.....	101
2.3.11 Características principales de la central Pucará (pisayambo).....	103
2.3.12 Características principales de la central Agoyán .....	105
2.3.13 Características principales de la central Marcel Laniado (Daule-Peripa) .....	107
2.3.14 Características principales de la central Perlabi .....	109
2.3.15 Características principales de la central el Carmen .....	111
2.3.16 Características principales de la central Recuperadora .....	113
2.3.17 Características principales de la central Loreto .....	115
2.3.18 Características principales de la central Sibimbe.....	117
2.4 Características de la Cuenca Hidrográfica.....	120
2.5 Volúmenes de Embalse .....	123
2.5.1 Caudales afluentes medios mensuales - embalse pisayambo.....	127
2.5.2 Caudales afluentes medios mensuales paute - embalse amaluza.....	128
2.5.3 Caudales afluentes medios mensuales - embalse agoyán .....	129
2.5.4 Caudales afluentes medios mensuales - embalse daule peripa .....	130
2.5.5 Caudales afluentes medios mensuales- embalse equivalente elecaastro.....	132
2.5.6 Caudales afluentes medios mensuales - central sibimbe .....	133
2.5.7 Caudales afluentes medios mensuales - central abanico .....	134



2.5.8 caudales afluentes medios mensuales - central calope .....	135
2.6 Equipamiento Eléctrico .....	136
2.7 Datos de Potencia instalada y Generación .....	146
2.7.1 Evolución histórica de la potencia instalada periodo 2002-2011.....	146
2.7.2 Potencia Instalada y Generación .....	150
2.7.3 Generación .....	155
2.7.3.1 Generadoras .....	155
2.7.3.2 Autogeneradoras .....	157
2.7.3.3 Distribuidoras .....	158
CAPÍTULO III .....	160
“SIG” DE LOS APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS .....	160
3.1 Sistema de Información Geográfica “SIG” de los aprovechamientos hidroeléctricos .....	160
3.1.1 Definiciones de elementos utilizados .....	160
3.2 Antecedentes .....	163
3.2.1 Esquema del Catálogo de objetos geográficos.....	164
3.3 Catálogo de aprovechamientos hidroeléctricos .....	166
3.3.1 Construcción de la Geodatabase temática .....	169
3.4 Topología .....	176
3.4.1 Definición de Topología .....	176
3.4.2 Creación de la Topología .....	176
3.4.3 Edición de la Topología.....	178
3.5 Elaboración y actualización de Metadatos .....	182
3.6 Aplicativos del sistema.....	185
3.6.1 Base de Datos Alfanumérica (No espacial).....	186
3.6.2 Base de Datos espacial (Geodatabase) .....	187
3.6.3 Servicios Web y aplicaciones por Internet .....	187
3.6.4 Servidor de Mapas y Visores Geográficos .....	188
3.7 Metodología .....	190
3.7.1 Evaluación y diagnóstico de información secundaria.....	191
3.7.2 Elaboración del mapa base.....	194
3.7.3 Elaboración del catálogo de objetos geográficos del sector eléctrico .....	200
3.7.4 Uso del catálogo de objetos.....	202
3.7.5 Elaboración de la simbología en la plataforma ArcGis 9.x.....	203
3.7.6 Geodatabase de cartografía base.....	205
3.7.7 Metadatos .....	208
3.7.7.1 Vinculación del metadato al feature class .....	208
3.7.8 Aplicación Quantum Gis.....	219
3.7.9 Visor Geográfico de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador.....	230
3.7.9.1 Ingreso al Módulo .....	230
3.7.9.2 Coberturas .....	231
3.7.9.3 Selector de mapa base .....	232

3.7.9.4 Capas.....	232
3.7.9.5 Leyendas .....	233
3.7.9.6 Ubicación referencial.....	233
3.7.9.7 Identificar .....	234
3.7.9.8 Capacidades WMS .....	235
3.7.9.9 Dibujar.....	235
CAPÍTULO IV .....	233
“CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES” .....	233
4.1 Conclusiones .....	233
4.2 Recomendaciones .....	236

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mapa de Isoyetas. Fuente: CONELEC _____	7
Gráfico 2. Potencia nominal por sistema (MW) _____	76
Gráfico 3. Potencia efectiva por sistema (MW) _____	76
Gráfico 4. Evolución de la demanda en el S.N.I., período 2002-2011. Fuente: CONELEC _____	78
Gráfico 5. Balance de energía entregada para servicio público. Fuente: CONELEC _____	79
Gráfico 6. Cuencas Hidrográficas del Ecuador Continental _____	122
Gráfico 7. Caudal Mazar (m <sup>3</sup> /s). Fuente: CENACE _____	125
Gráfico 8. Caudal Pisayambo (m <sup>3</sup> /s). Fuente: CENACE _____	125
Gráfico 9. Caudal Agoyán (m <sup>3</sup> /s). Fuente: CENACE _____	125
Gráfico 10. Caudal Daule Peripa (m <sup>3</sup> /s). Fuente: CENACE _____	126
Gráfico 11. Evolución de la demanda en el S.N.I., período 2002-2011. Fuente: CONELEC _____	146
Gráfico 12. Elementos de un SIG _____	160
Gráfico 13. Organización de una Geodatabase _____	169
Gráfico 14. Creación de una Personal Geodatabase _____	170
Gráfico 15. Creación de data sets (subcategorías) en la Geodatabase _____	171
Gráfico 16. Organización de la información cartográfica relevante en la Geodatabase del sector eléctrico _____	171
Gráfico 17. Subcategorías del catálogo de objetos geográficos del sector eléctrico, Fuente: IGM _____	173
Gráfico 18. Estructura jerárquica de subcategorías (Dataset) y objetos (Feature class). Fuente: IGM _____	174
Gráfico 19. Creación de Feature class dentro de un data set de la Geodatabase _____	175
Gráfico 20. Subcategoría Eléctrica con sus Feature class _____	175
Gráfico 21. Creación de topología en el ArcCatalog _____	177
Gráfico 22. Selección de reglas topológicas _____	178
Gráfico 23. Topología en ArcCatalog _____	178
Gráfico 24. Errores topológicos de overlaps en una cobertura de subestación eléctrica _____	179
Gráfico 25. Configuración para la edición de metadatos _____	183
Gráfico 26. Inicio de la edición de metadatos _____	183
Gráfico 27. Editor de metadatos _____	184
Gráfico 28. Exportando metadatos _____	184
Gráfico 29. Modelo Conceptual _____	190
Gráfico 30. Estructuración de información de las cartas topográficas en archivos únicos _____	196
Gráfico 31. Reglas topológicas aplicadas al elemento curvas de nivel _____	197

Gráfico 32. Corrección de errores topológicos en el elemento curvas de nivel _____	198
Gráfico 33. Incorrecta asignación de atributos _____	198
Gráfico 34. Definición de las categorías presentes en el catálogo de objetos _____	203
Gráfico 35. Feature data set Eléctrica _____	206
Gráfico 36. Tabla de atributos del feature class central_eléctrica_p _____	207
Gráfico 37. Esquema de la Norma 19115:19139. Fuente: IGM _____	209
Gráfico 38. Vinculación de metadatos al feature class _____	209
Gráfico 39. Información del Metadato _____	210
Gráfico 40. Identificación del Metadato _____	211
Gráfico 41. Calidad de los datos _____	211
Gráfico 42. Representación Espacial _____	212
Gráfico 43. Sistema de Referencia _____	212
Gráfico 44. Contenido de Información _____	213
Gráfico 45. Distribución de la Información _____	213
Gráfico 46. Extensión de Metadato _____	214
Gráfico 47. Citación _____	214
Gráfico 48. Información de la Fecha _____	215
Gráfico 49. Contacto _____	216
Gráfico 50. Ejemplo area_concecion_electrica_a _____	216
Gráfico 51. Mapa Centrales Hidroeléctricas del Ecuador _____	218
Gráfico 52. Exportar feature class a shape file _____	219
Gráfico 53. Opción feature class to shapefile (multiple) _____	220
Gráfico 54. Shape files exportados _____	220
Gráfico 55. Conexión vía Quantum Gis _____	221
Gráfico 56. Importar archivos Shape _____	221
Gráfico 57. Conexión PostGIS _____	222
Gráfico 58. Añadir shapefile _____	223
Gráfico 59. Ubicación shape files _____	223
Gráfico 60. Espacios de trabajo en GeoServer _____	224
Gráfico 61. Almacenes de datos _____	225
Gráfico 62. Almacenes de datos _____	226
Gráfico 63. Nueva capa _____	227
Gráfico 64. Nuevo origen de datos vectoriales _____	228
Gráfico 65. Pre visualización de capas _____	229
Gráfico 66. Visualización de capa seleccionada _____	229
Gráfico 67. Pantalla Principal _____	230
Gráfico 68. Ventana de Coberturas _____	232
Gráfico 69. Selector de mapa base _____	232
Gráfico 70. Coberturas _____	233
Gráfico 71. Leyendas _____	233
Gráfico 72. Ubicación referencial _____	234
Gráfico 73. Ventana Icono identificar _____	234

Gráfico 74. Capacidades WMS	235
Gráfico 75. Barra de dibujo	235

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las Cuencas Hidrográficas por su Potencial Específico. Fuente: INECEL, Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 1989-2000. _____	8
Tabla 2. Potencial Teórico, Técnico y Económico de las Cuencas Hidrográficas. Fuente: INECEL, Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 1989-2000, 1989. _____	9
Tabla 3. Demanda histórica anual de energía (GWh). Fuente: CENACE _____	77
Tabla 4. Caudales medios mensuales afluentes a los embalses (m <sup>3</sup> /s). Fuente: CENACE. _____	124
Tabla 5. Características de las Subestaciones de las empresas Generadoras, Fuente: CONELEC _____	137
Tabla 6. Características de los Transformadores de las empresas Generadoras, Fuente: CONELEC _____	138
Tabla 7. Características de las líneas de Transmisión de las empresas Generadoras, Fuente: CONELEC _____	139
Tabla 8. Energía Bruta y Factor de Planta de las empresas Generadoras, Fuente: CONELEC _____	141
Tabla 9. Características de las subestaciones de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras. Fuente: CONELEC _____	141
Tabla 10. Características de las Líneas de Transmisión de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras, Fuente: CONELEC _____	142
Tabla 11. Factor de Planta de las de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras. Fuente: CONELEC _____	143
Tabla 12. Factor de Planta de las Centrales Hidroeléctricas de las empresas Distribuidoras (2/2), Fuente: CONELEC _____	145
Tabla 13. Evolución histórica de potencia nominal y efectiva por tipo de empresa del sector eléctrico Ecuatoriano Fuente: CONELEC _	147
Tabla 14. Potencia nominal por tipo de central del sector eléctrico Ecuatoriano. _____	149
Tabla 15. Potencia efectiva por tipo de central del sector eléctrico Ecuatoriano. _____	149
Tabla 16. Potencia nominal y efectiva de las empresas del sector eléctrico, Fuente: CONELEC _____	151
Tabla 17. Potencia nominal y efectiva de los agentes del sector eléctrico ecuatoriano por tipo de servicio, Fuente: CONELEC _____	152
Tabla 18. Energía bruta y entregada para servicio público y no público por los agentes del sector eléctrico, Fuente: CONELEC _____	153

Tabla 19. Energía bruta para servicio público y no público por tipo de central, fuente: CONELEC _____	154
Tabla 20. Potencia Nominal y Efectiva de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Generadoras, Fuente: CONELEC _____	156
Tabla 21. Potencia Nominal y Efectiva de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras, Fuente: CONELEC _____	157
Tabla 22. Potencia Nominal y Efectiva de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras, Fuente: CONELEC _____	159
Tabla 23. Comparaciones entre Geodatabase. Fuente. Información general sobre las geodatabase, ArcGIS Resource Center. ____	168
Tabla 24. Herramientas para la edición de topología _____	180
Tabla 25. Criterios de calificación de información secundaria. Fuente. Políticas Nacionales de Información Geoespacial y datos Geográficos. CONAGE. _____	193
Tabla 26. Cartas descargadas escala 1:50.000 _____	196
Tabla 27. Categorías establecidas en el catálogo de objetos geográficos	200
Tabla 28. Subcategorías establecidas en el catálogo de objetos geográficos del sector eléctrico _____	201
Tabla 29. Simbología asignada al objeto puntual "Estación de bombeo"	204
Tabla 30. Simbología asignada al objeto lineal "Canal" _____	204
Tabla 31. Simbología asignada al objeto con geometría de polígono "Circunscripciones cantonales" _____	205
Tabla 32. Iconos de barra de dibujo _____	236

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1: Datos Históricos de Producción para cada Central Hidroeléctrica de empresas Generadoras
- Anexo 2: Datos Históricos de Producción para cada Central Hidroeléctrica de empresas AutoGeneradoras
- Anexo 3: Datos Históricos de Producción para cada Central Hidroeléctrica de empresas Distribuidoras
- Anexo 4: Mapa de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Generadoras
- Anexo 5: Mapa de las Centrales Hidroeléctricas de empresas AutoGeneradoras
- Anexo 6: Mapa de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Distribuidoras
- Anexo 7: Mapa de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador
- Anexo 8: Catálogo de Objetos de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador
- Anexo 9: Diccionario de Datos
- Anexo 10: Poster de reglas Topológicas
- Anexo 11: Índice de cartas Topográficas IGM
- Anexo 12: Instrucciones de Instalación CentOS



## RESUMEN

La generación de un Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador mediante una herramienta SIG, permite que la información existente se halle de manera muy fácil, siendo esta precisa y actual, con esto se brinda una herramienta de libre acceso para poder tomar decisiones empleando una plataforma GIS la cual proveerá información de fácil interpretación a un usuario final. El Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador facilita un manejo georeferenciado, sistematizado y estandarizado a nivel nacional de la infraestructura eléctrica, de los recursos energéticos, la cobertura de servicio y la planificación futura de electrificación. Dispone de interfaces de consulta y visualización de la información sistematizada en un entorno georeferenciado tanto para un nivel gerencial, como técnico. Mediante el uso de la aplicación WMS (servicio web de mapas), con el cual se podrá acceder vía remota a la información generada, la cual al no tener un costo se vuelve extremadamente eficaz al momento de conocer los datos disponibles y tomar una decisión.

## ABSTRACT

The generation of a Hydro Electric Central Catalog of Ecuador using a GIS tool allows existing information to be found very easily, with this accurate and current, this tool provides free access to make decisions using a platform GIS which will provide easily interpretable information to an end user. The Catalog of Ecuador Hydro facilitates management of geo-referenced, systematic and standardized national electrical infrastructure, energy resources, service coverage and future planning of electrification. It has interfaces for consultation and information display georeferenced systematized both as in a managing level and a technician. By using WMS application (web map service), with which you can access remotely to information generated, which having no cost becomes extremely effective at the time to know the available data and make a decision.

## PRÓLOGO

Se denomina Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador a la herramienta que se emplea para la publicación de información actual y precisa en el sector eléctrico, dicha información incluye las características técnicas, operacionales y datos históricos de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador en una base de datos que se halla vinculada a una imagen georeferenciada en la cual se visualiza la zona de interés donde se hallará o se halla cada central. La función del Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador es la de brindar información de forma gratuita, de fácil acceso y actualizada para así conocer cómo se halla el sector eléctrico de nuestro país y los planes que se ejecutan, y así brindar a los usuarios la información que ellos la necesiten en su momento. La plataforma en la que se ejecuta el Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas es la herramienta GIS, esta ofrece una agrupación de información especial junto a elementos espaciales existentes, al tener este tipo de vínculo la búsqueda de información se vuelve extremadamente fácil ya que se puede reconocer visualmente un objeto existente y conocer las características del mismo. Una de las principales ventajas existentes hoy en día es el fácil acceso de información empleando el Internet, así se podrá de forma sencilla entregar resultados a personas que requieren características del sector eléctrico o a fines, mediante el uso de un aplicativo de la herramienta GIS el cual es Web Map Service (WMS), con el cual se podrá generar una plataforma de fácil acceso vía internet que permitirá acceder a datos ya consultados y vinculados a una imagen en la cual se visualizara el entorno de investigación e interés. Finalmente el alcance del proyecto es la integración de datos generados por las Empresas Generadoras, Distribuidoras y Transmisoras de energía, mediante la implantación de un sistema de información geográfico al cual se le denomina Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador mediante una herramienta SIG, que concebido, diseñado e implementado acorde con procedimientos técnicos adecuados, permite ingresar, almacenar, desplegar y manejar los datos distribuidos espacialmente, a fin de convertirlos en información de uso propio, así como para las empresas del sector eléctrico y para otros sectores a través del Internet.

## GLOSARIO DE SIGLAS

### CELEC

**Corporación Eléctrica del Ecuador**, conformada por la fusión de las ex empresas generadoras Electroguayas, Hydroagoyán, Hidropaute, Termoesmeraldas y Termopichincha y la Transmisora Transelectric.

### CENACE

**Centro Nacional de Control de Energía**.- Corporación civil de derecho privado, sin fines de lucro, a cargo de la administración de las transacciones técnicas y financieras del MEM.

### CNEL

**Corporación Nacional de Electricidad**, creada a partir de la unión de las ex empresas distribuidoras: Bolívar, El Oro, Esmeraldas, Guayas-Los Ríos, Los Ríos, Manabí, Milagro, Sta. Elena, Sto. Domingo y Sucumbíos.

### CONELEC

**Consejo Nacional de Electricidad**.- Organismo de desarrollo público encargado de la planificación, regulación y control del sector eléctrico.

### EMAAP-Q

**Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito**.- Es una entidad con personería jurídica administrativa, operativa y financiera, que se rige por la ley de régimen municipal, su ordenanza de constitución y demás disposiciones legales y reglamentarias.

### GWh

**Giga vatio hora (GWh)** es una medida de energía eléctrica equivalente a la potencia suministrada por un giga vatio en una hora. Giga es el prefijo métrico utilizado para mil millones, en esta caso se trataría de mil millones de vatios o de 1.000.000 kilovatios suministrados en una hora. El GWh se utiliza para medir consumos de grandes países, o conglomerados

industriales de carácter multinacional y que sean grandes consumidores de energía eléctrica. También se utiliza para conocer el índice de producción de energía eléctrica de un país, aunque para estos casos también se utiliza el concepto de giga vatio año que equivale a la energía suministrada durante un año.

kV

**kV** significa mil voltios. El Sector Eléctrico Ecuatoriano dispone de los siguientes voltajes: en alta tensión, 230; 138; 69 y 46 kV.; en media tensión los voltajes disponibles son 34,50; 22,86; 22,00; 13,80; 13,20; 6,30 y 4,16 kV.

LRSE

**Ley de Régimen del Sector Eléctrico.-** Contiene las normas referidas a la estructura del sector eléctrico y de su funcionamiento, relacionadas con Generación, Distribución, Mercado Eléctrico Mayorista, Transmisión, Ambiental, Grandes Consumidores, Transacciones Internacionales, Tarifas. Está vigente desde el 10 de octubre de 1996. Registro Oficial Suplemento N° 43.

MEER

**Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.-** Este Ministerio se crea mediante Decreto Ejecutivo 475 de 9 de julio de 2007, publicado en el Registro Oficial N° 132 de 23 de julio de 2007, con la misión fundamental de formular la política nacional del sector eléctrico y la gestión de proyectos.

MEM

**Mercado Eléctrico Mayorista.-** Es el mercado integrado por generadores, transmisor, distribuidores y grandes consumidores, donde se realizan transacciones de grandes bloques de energía eléctrica. Así mismo incluye la exportación e importación de energía y potencias eléctricas.

MVA

Unidad de potencia aparente expresada en **Mega voltamperios**, VA x 106, se utiliza para expresar la capacidad de las máquinas eléctricas en especial de los transformadores y subestaciones.

MWh

**Megavatios hora.** Unidad de medida de la energía eléctrica, es decir la potencia que se ha consumido o se ha generado en un determinado tiempo, Wh x 106.

SISDAT

**Sistematización de Datos del Sector Eléctrico.-** Sistema que permite centralizar toda la información del sector eléctrico requerida por el CONELEC por parte de los agentes, para que pueda ser utilizada y analizada por entidades, agentes y público en general.

S.N.I.

**Sistema Nacional Interconectado.-** Es el sistema integrado por los elementos del Sistema Eléctrico conectados entre sí el cual permite la producción y transferencia de energía eléctrica entre centros de generación y centros de consumo.

V

**V Voltio**, es la unidad de fuerza que impulsa a las cargas eléctricas a que puedan moverse a través de un conductor. Su nombre recuerda al Físico Italiano Alessandro Volta.

VA

**Voltamperios.-** El **voltamperio** es la unidad de la potencia aparente de una corriente eléctrica. Este valor se utiliza principalmente para determinar la capacidad de los equipos y cables alimentadores a una carga eléctrica, aunque en el caso de los cables puede bastar el valor de la intensidad de la corriente.

## WATT (W)

El **vatio** o **watt** (símbolo **W**, unidad que recibe su nombre de James Watt por sus contribuciones al desarrollo de la máquina de vapor), es la unidad de potencia eléctrica del Sistema Internacional de Unidades. Es el equivalente a 1 julio sobre segundo (1 J/s) y es una de las unidades derivadas. Expresado en unidades utilizadas en electricidad, el vatio es la potencia eléctrica producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio (1 VA). La potencia eléctrica de los aparatos eléctricos se expresa en vatios, si son de poca potencia, pero si son de mediana o gran potencia se expresa en kilovatios (kW) que equivale a 1000 vatios. Un kW equivale a 1,35984 CV (caballos de vapor).

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

### **Empresa Generadora**

Aquella que produce Energía eléctrica, destinada al mercado libre o regulado.

### **Empresa Transmisora**

Empresa que presta el servicio de transmisión y transformación de la tensión vinculada a la misma, desde el punto de entrega de un generador o un auto productor, hasta el punto de recepción de un distribuidor o un gran consumidor.

### **Empresa Distribuidora**

Es la que tiene la obligación de prestar el suministro de energía eléctrica a los consumidores finales ubicados dentro del área respecto de la cual goza de exclusividad regulada.

### **Sistema Nacional Interconectado (SNI)**

Es el sistema integrado por los elementos del Sistema Eléctrico conectados entre sí, el cual permite la producción y transferencia de energía eléctrica entre centros de generación y centros de consumo, dirigido a la prestación del servicio público de suministro de electricidad.

### **Sistema No Incorporado (SNI)**

Aquel que no está conectado al Sistema Nacional Interconectado.

### **Generación Hidráulica**

Es aquella que utiliza el agua como recurso primario, para producir electricidad.

### **Generación Térmica**

Es aquella que utiliza Diesel 2, Fuel Oil 6 (Búnker), Gas, entre otros, para producir electricidad.



**Energía Bruta**

Es la energía total producida por una unidad de generación.

**Energía Neta**

Es la diferencia de la energía total producida menos el consumo de auxiliares. (Valores negativos indican que el consumo de auxiliares es mayor que la generación).

**Potencia instalada**

Potencia especificada en la placa de cada unidad generadora.

**Potencia efectiva**

Es la potencia máxima que se puede obtener de una unidad generadora bajo condiciones normales de operación.

**Central Hidroeléctrica de Embalse**

Aquellas centrales Hidroeléctricas donde el objeto preferente de las presas de embalse es el almacenamiento de agua para regular el caudal del río, siendo de efecto secundario la elevación del nivel del agua para producir salto.

**Central Hidroeléctrica de Pasada**

Aquellas centrales Hidroeléctricas cuyas presas están dispuestas preferentemente, para elevar el nivel del agua, contribuyendo a crear el salto y siendo efecto secundario el almacenamiento del agua cuando lo requieran las necesidades de consumo.

**Central o Planta**

Conjunto de instalaciones y equipos cuya función es generar energía eléctrica.

**Energía Generada Para Servicio No Público**

Es la energía eléctrica que producen las Autogeneradoras para satisfacer sus propias necesidades.

### **Energía Entregada para Servicio No Público**

Es la energía puesta a disposición de las propias necesidades de las Autogeneradoras, sin considerar los consumos internos de generación.

### **Energía Generada para Servicio Público**

Es la energía bruta necesaria para abastecer a los clientes finales.

### **Energía Entregada para Servicio Público**

Es la energía puesta a disposición de los clientes finales a través de los distintos sistemas de distribución.

### **Interconexión Internacional**

La barra donde se realiza la supervisión y medición de las transacciones de importación y/o exportación entre dos países.

### **Línea de Transmisión**

Es la línea que forma parte del Sistema Nacional de Transmisión, opera a un voltaje superior a 90 kV, se extiende entre dos subestaciones adyacentes y consiste en un conjunto de estructuras, conductores y accesorios que forman una o más ternas (circuitos).

### **Potencia**

Es la rapidez con respecto al tiempo de transferir o transformar energía.

### **Potencia eléctrica**

Es la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado ( $p = dW / t$ ). La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el Vatio. Cuando una corriente eléctrica fluye en un circuito, puede transferir energía al hacer un trabajo mecánico o termodinámico. Los dispositivos convierten la energía eléctrica de muchas maneras útiles, como calor, luz (lámpara incandescente), movimiento (motor eléctrico), sonido (altavoz) o procesos químicos. La electricidad se puede producir mecánicamente por la generación de energía eléctrica, o químicamente, o

por la transformación de la luz en las células fotoeléctricas, también se puede almacenar químicamente en baterías.

### **Potencia Efectiva**

Es la potencia máxima que se puede obtener de una unidad generadora bajo condiciones normales de operación.

### **Potencia Instalada o Nominal**

Potencia especificada en la placa de la unidad generadora.

### **Potencia Disponible**

Potencia efectiva del generador que está operable y puede estar o no considerada en el despacho de carga del Sistema Nacional Interconectado.

### **Subestación**

Es un conjunto de equipos de conexión y protección, conductores y barras, transformadores y otros equipos auxiliares, cuyas funciones son las de transmitir y/o distribuir energía eléctrica y la de transformar con la finalidad de reducir el voltaje para la utilización en la distribución primaria o para interconexión de subestaciones a un nivel más bajo de voltaje.

### **Subestación de Seccionamiento**

Las subestaciones son elementos del sistema eléctrico de potencia que permiten la maniobra o interconexión con otras partes del sistema (seccionamiento).

### **Subestación de Distribución**

Las subestaciones de distribución son aquellas que transforman la energía eléctrica para bajar el voltaje de 46 kV o 138 kV que es el voltaje de las líneas de transmisión, a 26 kV o 6 kV que es el voltaje de las líneas de distribución. Además de distribuir la energía a áreas de abastecimiento específicas.

## **Transformador**

Es una máquina eléctrica que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia. La potencia que ingresa al equipo (transformador ideal, esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño, tamaño, etc.

## **Transmisión**

Es el transporte de energía eléctrica por medio de líneas interconectadas y subestaciones de transmisión, que no tienen cargas intermedias.

## **Unidad Generadora**

Es la máquina rotatoria compuesta de un motor primario, acoplado a un generador eléctrico.

## **Voltaje (Tensión)**

El voltaje, tensión o diferencia de potencial, es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz (FEM) sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica. A mayor diferencia de potencial o presión que ejerza una fuente de FEM sobre las cargas eléctricas o electrones contenidos en un conductor, mayor será el voltaje o tensión existente en el circuito al que corresponda ese conductor.

# CAPÍTULO I

## GENERACIÓN DE UN CATÁLOGO DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DEL ECUADOR MEDIANTE UNA HERRAMIENTA SIG

### 1.1 Objetivos

#### 1.1.2 Objetivo General

- Implementar un Sistema de Información Geográfica SIG, que consolide y sintetice toda la información técnica relacionada con los aprovechamientos hidroeléctricos construidos hasta el 2011 en el Ecuador, para verificar el equipamiento disponible y el funcionamiento del Sistema Eléctrico.

#### 1.1.3 Objetivos Específicos

- Recopilar la información disponible sobre las características y operación de los aprovechamientos hidroeléctricos públicos y privados.
- Analizar y estandarizar la información existente sobre los aprovechamientos hidroeléctricos.
- Generar un Catálogo de los aprovechamientos hidroeléctricos del Ecuador, con base en las especificaciones del Catálogo de Objetos del IGM.
- Estructurar y Catalogar toda la información geográfica.
- Elaborar una base de datos de los complejos hidroeléctricos, que comprende las siguientes obras: presas, embalses, obras de captación, casas de máquinas, potencia nominal, potencia efectiva, energía generada y otros.

#### 1.1.4 Metas

- Estandarizar y sintetizar la información para la generación del TIG.
- Generar una Geodatabase.
- Generar el Catálogo de Objetos para la Escuela Politécnica del Ejército.
- Generar los metadatos de todos los objetos generados.
- Implementar un Sistema de Información Geográfica con los datos recopilados de los Complejos Hidroeléctricos.
- Clasificar la información existente para la elaboración del Catálogo de Objetos para la Escuela Politécnica del Ejército.
- Elaborar un Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador, escala 1:50.000, que incluya todos los datos técnicos de los aprovechamientos hidroeléctricos.
- Subir la información a la IDEESPE en formato WMS utilizando software libre.

#### 1.2 Generalidades

De las energías renovables la Hidroeléctrica es la pionera al momento de generar energía eléctrica; este tipo de energía representa aproximadamente la cuarta parte de la producción total de electricidad, y su importancia sigue en aumento. Los países en los que constituye fuente de electricidad más importante son Noruega (99%), Zaire (97%) y Brasil (96%). La central tres Gargantas de China, inaugurada en el 2012 y la Central de Itaipú, en el río Paraná, está situada entre Brasil y Paraguay, fue inaugurada en 1982 y se encuentran entre las mayores generadoras de electricidad en el mundo. (BARRIGA&BALSECA, 2008).

En el Ecuador, hasta la década de los años 60, el desarrollo eléctrico fue desordenado, contándose con 1200 centrales eléctricas y una capacidad de 120MW (ECUADOR, 2004), en dicha década se promulgó la Ley Básica de Electrificación y se dio responsabilidad al Estado en la generación eléctrica. Posteriormente se estableció el Sistema Nacional Interconectado (1966) y se establecieron empresas eléctricas regionales.

En vista de las corrientes privatizadoras impulsadas por las autoridades del Gobierno Central, a finales de 1998 concluyó la vida Institucional del Instituto Ecuatoriano de Electrificación "INECEL" que, a lo largo de 37 años de actividades había edificado el sector eléctrico del Ecuador.

Con la extinción del INECEL, se crearon empresas de generación eléctrica como: Hidropaute, Hidroagoyán, Hidropucará, Electroguayas, Termopichincha, y una de transmisión; Transelectric, para que continúen gestionando las obras e instalaciones de propiedad del Estado, a través del Fondo de Solidaridad.

Como resultado del nuevo esquema administrativo y de gestión, sobrevino un estancamiento del sector eléctrico ecuatoriano, que se reflejó en la falta de obras de generación, indispensables para cubrir la creciente demanda de energía eléctrica, que se intentó cubrirla con energía importada desde Colombia y Perú y, principalmente, con la instalación de centrales térmicas, a pesar de los graves inconvenientes económicos y ambientales.

Así se originó la paradoja que, para la generación termoeléctrica se utilice un 30% de diesel, un derivado del petróleo que no se lo refina en el Ecuador y, por consiguiente, se lo tiene que importar a precios del mercado internacional del petróleo, mientras se desaprovechan recursos mucho más económicos y ambientalmente más amigables.

Entre las prioridades actualmente establecidas por el Gobierno Nacional, dentro del Plan Nacional para el Buen vivir, se contempla una profunda modificación de la matriz energética, para reducir la participación del petróleo y sus derivados, y propiciar el uso intensivo de las fuentes renovables de energía primaria, entre las que se destaca la hidroeléctrica. Se ha previsto reducir en 10 puntos porcentuales (de 92% a 82%), la participación del petróleo en la oferta energética, en favor de las fuentes de energía renovable, que se incrementarán de 9 a 24 millones de Barriles Equivalentes de Petróleo (BEP).

La matriz energética establece las diferentes fuentes energéticas que dispone un país, indicando la importancia de cada una de estas y el modo en

que estas se usan (**MINISTERIO DE FINANZAS DEL ECUADOR, 2008**). En el caso de Ecuador, está diseñada para disminuir la dependencia a un solo producto como es el petróleo. La matriz energética está orientada hacia un mayor uso de energías renovables, y así garantizar la autonomía energética. La matriz energética toma en cuenta la utilización final de los diferentes recursos en los sectores industrial, transporte, comercial y agrícola que, junto con el sector residencial son los mayores usuarios de la energía. Además, la matriz energética puede proporcionar información de la incidencia de las importaciones y exportaciones de energía para la definición de políticas energéticas en la economía del país.

Por lo tanto, el consenso de la sociedad con respecto al apoyo de los planes, programas o proyectos a largo plazo, es muy importante que se mantenga para alcanzar su plena ejecución (**PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2007-2016**).

La producción de electricidad se la duplicará, al pasar de 13.3 a 26.4 miles de GWh, con una participación del 80% de energía hidroeléctrica, complementada con un 10% de energía renovable. El sustento legal está provisto por las siguientes disposiciones de la Constitución Política de la República:

Artículo 15: El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto....

Artículo 413: El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

Entre las estrategias del Plan Nacional para el Buen Vivir se establece que:

“La producción, transferencia y consumo de energía debe orientarse radicalmente a ser ambientalmente sostenible a través del fomento de energías renovables y eficiencia energética.”



Las Políticas 4.3 y 5.3 del mismo plan señalan:

“Diversificar la matriz energética nacional, promoviendo la eficiencia y una mayor participación de energías renovables sostenibles”.

“Propender a la reducción de la vulnerabilidad producida por la dependencia externa alimentaria y energética”.

En vista de sus características geográficas particulares, por estar atravesado por dos ramales de la Cordillera de los Andes, el Ecuador es uno de los países con mayor potencial hidroenergético, al disponer de caudales que descienden por los flancos de ambas cordilleras, originados por precipitaciones de las cuencas Pacífica y Atlántica.

Los aprovechamientos hidroeléctricos presentan algunos importantes beneficios como:

- Producen energía limpia.
- Evitan el uso de combustibles fósiles que contaminan el aire y el agua.
- Facilitan el aprovechamiento multipropósito; para generación, riego, control de inundaciones y provisión agua potable.
- Tienen bajos costos de operación y mantenimiento.
- Tienen una duración considerable.

Actualmente en el Ecuador no existe una fuente de información sistematizada, fidedigna y accesible para las instituciones públicas y privadas interesadas en el potencial y la generación hidroeléctrica.

El presente trabajo, es una herramienta útil para la planificación de nuevos proyectos, a partir de una verificación del comportamiento de los que han venido funcionando desde hace algunos años.

Este catálogo incluye, básicamente, información sobre: ubicación, elevación, características y dimensiones de las obras construidas; los caudales de operación y los máximos y mínimos registrados, la generación mensual y anual de energía, etc.

La información generada en el presente trabajo es de gran valor y podrá ser utilizada por las instituciones públicas y privadas interesadas en las actividades de promoción y desarrollo de aprovechamientos hidroeléctricos.

### **1.3 Aprovechamientos Hidroeléctricos**

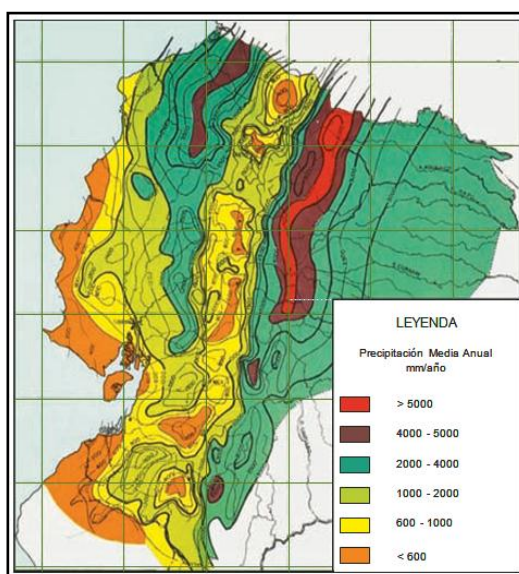
El potencial hídrico estimado, a nivel de cuencas y subcuencas hidrográficas es del orden de 15.000 m<sup>3</sup>/s distribuidos en la superficie continental ecuatoriana. Su potencial se distribuye en dos vertientes: Amazónica, al este; y del Pacífico, al oeste, con una capacidad de caudales del 71% y 29%, respectivamente. El área de la Vertiente Oriental corresponde al 53% de la superficie del País.

INECEL, a través del Plan Maestro de Electrificación, realizó un inventario hidroeléctrico, para lo cual se dividió al País en 31 cuencas hidrográficas. Su estudio determinó un potencial lineal teórico de 93.436 MW. La clasificación de las cuencas se realizó en función de su potencial lineal específico. Las cuencas que poseen un alto interés hidroenergético constituyen el 61,6% del potencial expresado en términos de MW/km, las de mediano interés suman un 21,5%, las de bajo interés, el 14,1%, mientras que las cuencas sin interés alcanzan el 1,8%. De estas, las cuencas del Napo (dos de cuyos afluentes son el río Coca y el río Verde yacu) y Santiago (uno de cuyos afluentes es el Zamora), representan el 44% del potencial hidroeléctrico teórico total.

Los estudios de hidrología que se efectuaron en su momento con el propósito de establecer el inventario de proyectos hidroeléctricos, permitieron valorar en el País la disponibilidad de una fuente primaria de energía renovable y limpia como es el recurso hídrico, a fin de ser utilizado para la generación de electricidad.

Entre los procesos metodológicos, información y herramientas utilizados para la evaluación de este recurso, como parte del análisis hidrológico, la determinación de las curvas isoyetas medias anuales constituyó uno de los factores más importantes para el cálculo del potencial lineal teórico y para la obtención de los perfiles energéticos. En el Gráfico 1, se puede apreciar, a través de las curvas isoyetas, la distribución de las precipitaciones de lluvia en el todo el ámbito territorial del Ecuador.

## MAPA DE ISOYETAS



**Gráfico 1. Mapa de Isoyetas. Fuente: CONELEC**

Según esta información se puede establecer que la zona más lluviosa es la estribación nor-oriental de la cordillera central, que alcanza a valores mayores que 5.000 mm/año, como precipitaciones medias anuales.

Esta zona corresponde a la cuenca del río Napo principalmente, pero también a las cuencas de los ríos Curaray y Pastaza. Cabe indicarse que algunos de los proyectos hidroeléctricos más importantes para ser desarrollados están ubicados en la cuenca del río Napo, destacándose el Coca Codo Sinclair (1500 MW), Verdeyacu Chico (1120 MW), entre otros.

Desde el punto de vista de las precipitaciones lluviosas, las siguientes cuencas hidrográficas con mayor potencial constituyen las de los ríos Santiago y Pastaza, en la vertiente del Amazonas y de los ríos Esmeraldas, Cayapas y Mira, en la vertiente del Pacífico.

Tabla 1. Clasificación de las Cuencas Hidrográficas por su Potencial Específico

CLASIFICACIÓN	CUENCAS HIDROGRÁFICAS	POTENCIAL ESPECIFICO (MW/KM)
<b>Alto interés</b>	Napo, Pastaza Bajo, Santiago y Aguarico	> 6
<b>Mediano Interés</b>	Mayo, Mira, Esmeraldas, S.M. Putumayo, Cenepa y Cayapas	3 a 6
<b>Bajo Interés</b>	Curaray, Pastaza Alto, Morona, Cuayas, Babahoyo, Cañar, Jubones, Puyango y Catamayo	1 a 3
<b>Sin Interés</b>	Mataje, Carchi, Verde, Muisne, Cojimíes, Jama, Chone, Portoviejo, Jipijapa, Guayas (Daule), Zapotal, Taura, Arenillas, Zarumilla, Balao y Tigre.	< 1

Fuente: INECEL, Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 1989-2000.

De todo este potencial se seleccionaron 11 cuencas hidrográficas con un potencial teórico de 73.390 MW, luego de estudios de factibilidad económica, se estimó una potencia aprovechable de 21.520 MW, correspondientes en el 90% a la cuenca amazónica y en el 10% a la vertiente del Pacífico. El mayor potencial se estableció entre las cotas 300 y 1.200 msnm.

De acuerdo con la Tabla 1., la vertiente del Pacífico tiene un potencial teórico de 19.130 MW, en una superficie de alrededor de 83.000 km<sup>2</sup>. De este potencial, el 22% es técnicamente aprovechable y el 10,5% es económicamente aprovechable. La cuenca del río Esmeraldas es la que presenta mayores opciones de aprovechamiento.

La vertiente del Amazonas dispone de un potencial teórico de 54.259 MW, en una superficie de 83.000 km<sup>2</sup>. El potencial técnicamente aprovechable es del 48%. En términos económicos, el potencial aprovechable representa el 36%. Todas las cuencas hidrográficas tienen un alto potencial hidroeléctrico, especialmente la cuenca del Santiago Zamora con 5.400 MW de potencia económicamente aprovechable.

Tabla 2. Potencial Teórico, Técnico y Económico de las Cuencas Hidrográficas

CUENCAS HIDROGRÁFICAS	AREA KM <sup>2</sup>	POTENCIAL TEORICO MW	POTENCIAL TÉCNICO APROVECHABLE MW	POTENCIAL ECONÓMICO APROVECHABLE
<b>Vertiente del Pacífico</b>				
Mira	6.022	2.887,20	488,5	-
Esmeraldas	21.418	7.530,40	1.878,50	1.194,00
Guayas	32.675	4.204,70	310,7	-
Cañar	2.462	1.338,60	112,2	-
Jubones	4.326	1.122,70	687,7	590
Puyango	4.965	960,90	298,7	229
Catamayo	11.012	1.085,90	459,6	-
<b>SUBTOTAL 1</b>	<b>82.880</b>	<b>19.130,40</b>	<b>4.235,90</b>	<b>2.013,00</b>
<b>Vertiente del Amazonas</b>				
Napo - Coca	5.641	7.643,50	6.355,00	4.640,00
Napo - Napo	26.987	13.125,00	5.929,50	3.839,00
Pastaza	20.543	11.101,70	1.434,00	1.121,00
Santiago - Namangoza	14.321	11.259,70	5.810,60	4.006,00
Santiago - Zamora	11.806	9.395,50	5.857,60	5.401,00
Mayo	3.720	1.733,90	859	500
<b>SUBTOTAL 2</b>	<b>83.018</b>	<b>54.259,30</b>	<b>26.245,70</b>	<b>19.507,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>165.898</b>	<b>73.389,70</b>	<b>30.481,60</b>	<b>21.520,00</b>

Fuente: INECEL, Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 1989-2000, 1989.

El Ecuador es un país que cuenta con un enorme potencial de fuentes renovables de energía que presagian un futuro promisorio en el dominio energético y en el desarrollo. Las fuentes renovables implican tecnologías que incorporan varios factores positivos al desarrollo; ventajas medioambientales, creación de puestos de trabajo, uso de recursos locales, reducción de la dependencia de los combustibles fósiles, seguridad geoestratégica.

Los recursos energéticos están constituidos por todos los elementos existentes en la naturaleza que tienen la capacidad de producir energía. Se los divide a estos recursos en: renovables, cuando no disminuyen por efecto de su utilización (hidráulicos, eólicos, solares, geotérmicos, biomasa, etc.); y,

no renovables cuando su continuo uso los agota (petróleo, gas natural, carbón, uranio, etc.). Los recursos renovables tienen un reducido impacto sobre el ambiente, no producen desechos o contaminación (a excepción de la biomasa) como resultado de su uso; en cambio, los combustibles fósiles y el uranio contaminan el ambiente.

#### **1.4 Obras que comprenden los aprovechamientos Hidroeléctricos**

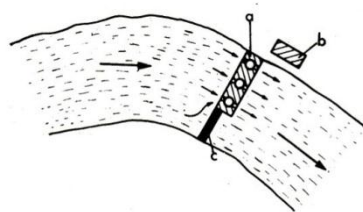
Una Central Hidroeléctrica se halla constituida por una presa, canal de derivación, cámara de presión, cámara de turbinas, canal de desagüe, casa de máquinas, generadores, aparatos de maniobra como de protección, entre otros, que tienen la finalidad de transformar la energía potencial del agua, primero en energía mecánica y luego en eléctrica. El agua que corre por la superficie terrestre especialmente por las cuencas fluviales de los ríos se caracteriza por tener una energía cinética, la misma que va desapareciendo en el transcurso de su trayecto debido a la fricción que se presenta con los obstáculos que encuentra en su camino, dicha energía depende de la velocidad misma del agua la cual está en función de la pendiente y de su cauce. Dependiendo de la forma que se utilice el agua para la generación de la energía potencial se puede realizar la siguiente clasificación de las Centrales Hidráulicas.

##### **1.4.1 Clasificación de las Centrales Hidráulicas**

###### **Centrales de agua corriente**

Estas centrales se construyen en lugares específicos donde se puede utilizar direccionalmente la energía hidráulica para accionar las turbinas, para su diseño se tiene en cuenta los años de abundante caudal como los años de sequía.

Una central de agua corriente puede construirse para el mínimo caudal disponible, pero se debe tener en cuenta que cuando el caudal aumente lamentablemente este será desaprovechado, de igual manera ocurre al realizar el proceso inverso, es decir se puede construir este tipo de central teniendo en cuenta el caudal máximo, pero en época de sequía se trabajaría a pérdida, por lo que para su diseño se plantea una solución media entre las dos anteriores.

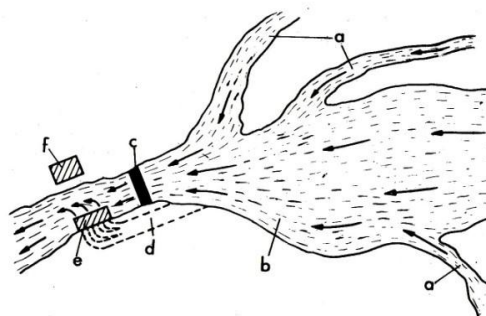


Representación esquemática de una central de agua corriente

a) Central eléctrica b) Parque de distribución a alta tensión c) Presa,  
Fuente: Mora, Darwin, *Estudio para la Automatización de las compuertas de la Bocatoma para la Central Hidrosibimbe*, 2007

### Centrales de agua embalsadas

Las centrales embalsadas se basan en la utilización de una presa en lugares angostos o márgenes rocosos de un río, el embalse puede ser artificial o pantano, el mismo que acumula el agua que se aprovechará en la central según las necesidades.



Representación esquemática de una central embalsada.

a) Aportes de agua, b) Embalse o pantano, c) Presa de Túnel escavado en roca, e) Central eléctrica, f) Parque de distribución de alta tensión.  
Fuente: Mora, Darwin, *Estudio para la Automatización de las compuertas de la Bocatoma para la Central Hidrosibimbe*, 2007

Los tipos de centrales son muy variados debido a que dependen de la situación geográfica del río o de la constitución del embalse formado por este, cuya energía por menor que sea se la trata de aprovechar en su totalidad, por lo cual también se las clasifican como:

### Centrales de alta presión

La principal característica de estas, es que se encuentran conformadas por un salto hidráulico cuya altura es superior a los 200m, además se utiliza

turbinas Pelton para las máquinas motrices o turbinas Francis lentas en el caso de que la altura sea menor.

#### Centrales de media presión

En el caso de estas centrales la altura del salto hidráulico se encuentra entre 20 y 200m, utilizan turbinas Francis medias y rápidas respectivamente.

#### Centrales de baja presión

Dentro de estas centrales se utilizan tres tipos de turbinas, Kaplan, de hélice y Francis extras rápidas, aplicables para saltos inferiores a los 20m.

#### 1.4.2 Disposición General de una Central Hidroeléctrica

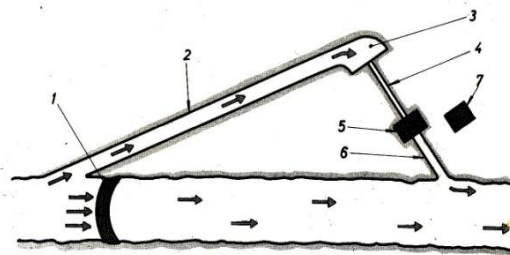
Dentro de las centrales hidroeléctricas la formación de un salto de agua es una de las partes más importantes, para lo cual se recurre a dos métodos ya definidos, el primero precisa elevar el nivel superficial del salto sobre el nivel natural de la corriente con la construcción de una presa que detenga el agua y produzca el salto total utilizable.

El segundo método consiste en contribuir a este salto mediante una derivación del agua por medio de un canal de menor pendiente que el cauce del río, en este caso las aguas del canal desembocan directamente en la cámara de turbinas cuando el salto producido es menor a 12m, caso contrario terminan en un ensanchamiento denominado cámara de presión, luego de lo cual son conducidas hacia la zona de turbinas, para finalmente por medio de un canal de desagüe retornar nuevamente al río.

Una disposición general para una central hidroeléctrica será:

- ❖ Presa.
- ❖ Canal de Derivación.
- ❖ Cámara de Presión o chimenea de equilibrio.
- ❖ Tubería de Presión.
- ❖ Cámara de Turbinas.
- ❖ Tubería o canal de Desagüe.
- ❖ Casa de máquinas.





Central Hidráulica con canal de derivación, cámara de presión, tubería de presión y tubería de desagüe

- 1.- Presa, 2.- Canal de derivación, 3.- Cámara de presión, 4.- Tubería de presión, 5.- Central, 6.- Tubería de desagüe, 7.- Parque de distribución de alta tensión.

*Fuente: Mora, Darwin, Estudio para la Automatización de las compuertas de la Bocatoma para la Central Hidrosibimbe, 2007*

#### 1.4.2.1 Presa

Es una construcción por lo general de hormigón, la misma que se encuentra sobre el suelo del río y se alza perpendicular a su dirección, con la finalidad de retener el agua produciendo una elevación del nivel que permite la derivación de ella, o su almacenamiento regulando el caudal del río.

Dependiendo de las características orográficas y de su emplazamiento, se escogerá entre una configuración u otra. Existen diferentes tipos de presa, entre las cuales se distinguen las construidas por tierra y las construidas por hormigón:

- Presas construidas de tierra.- Por lo general este tipo de presas no se utilizan para fines hidroeléctricos, sin embargo con la ayuda de un estabilizador se ha logrado compactar y aumentar la resistencia de esta para aplicaciones pequeñas.
- Presas construidas de hormigón.- Estas presas se construyen sobre roca resistente e impermeable, se las encuentra en dos tipos como, presas de derivación y presas de embalse, estas últimas son las más utilizadas en centrales hidroeléctricas y se las encuentra en varios tipos.
- De gravedad.- Retienen el agua gracias al tipo de materiales empleados, como mampostería u hormigones. Como se muestra en la figura tienen un peso adecuado para contrarrestar el momento de vuelco que produce el agua.

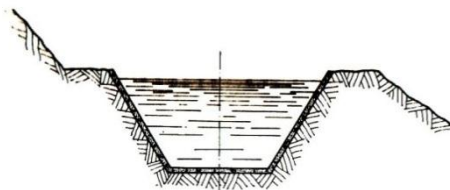
- Presas de arco sencillo.- Este tipo de presas se construyen en canales estrechos y de gran altura, una de sus principales características es que la planta de la presa es curva, lo que provoca una transmisión de las cargas hacia los estribos, los cuales deben estar contruidos sobre roca dura y deben ser muy robustos. Debido a que estas presas usan menor cantidad de hormigón en su construcción, el estudio y cálculo de las mismas requiere mayor exactitud que las anteriores para así lograr que los esfuerzos sean distribuidos correctamente.
- Presas de arcos múltiples.- El principio de funcionamiento de estas presas es el mismo que se utiliza para las de arco sencillo con la variante de que en estas se emplea múltiples arcos para distribuir los esfuerzos producidos a la presión del agua.

#### 1.4.2.2 Canal de Derivación

La finalidad que se tiene con la construcción de un canal de derivación es la de poder conducir el agua desde la presa hasta las turbinas, para ello hay que considerar que si el salto de agua producido por la presa está por encima de los 15m, deberá hacerse uso de una cámara de presión, para que por medio de tuberías forzadas se conduzca el agua hasta las turbinas.

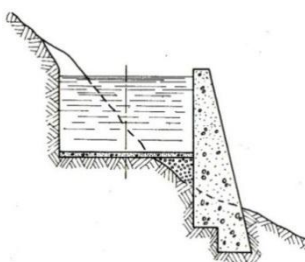
Por lo general los canales de derivación que son usados frecuentemente y brindan mayor estabilidad a la filtración, son aquellos que se los realiza excavando el terreno aunque también existen los que se los construyen sobre el terreno, a continuación detallaremos algunos tipos de canales de derivación que existen:

- Canal de desmante.- Estos canales pueden encontrarse revestido en su interior de hormigón armado, hormigón en masa o mampostería y se encuentran contruidos sobre excavaciones de terreno, y son además los que brindan mayor seguridad, estabilidad, y evitan filtraciones.



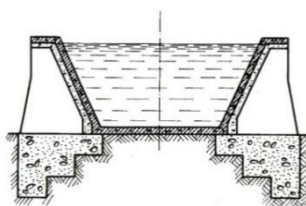
Sección de un canal de derivación en desmonte. Fuente: Mora, Darwin, *Estudio para la Automatización de las compuertas de la Bocatoma para la Central Hidrosibimbe, 2007*

- Canal a media ladera.- Se caracterizan por estar contruidos en una excavación realiza en una ladera, por un lado y por el otro lado una construcción o muro.



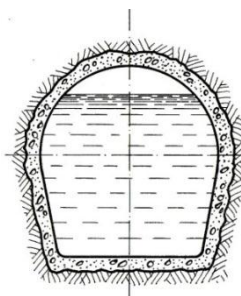
Sección de un canal a media ladera. Fuente: Mora, Darwin, *Estudio para la Automatización de las compuertas de la Bocatoma para la Central Hidrosibimbe, 2007*

- Canal de terraplén.- Es una obra totalmente construida a base de contrafuertes y cimientos, se levanta sobre el suelo y suelen construirse excepcionalmente por ser una solución costosa.



Sección de un canal en terraplén. Fuente: Mora, Darwin, *Estudio para la Automatización de las compuertas de la Bocatoma para la Central Hidrosibimbe, 2007*

- Canal en túnel.- Se construye a base de perforaciones de terreno, por lo general de roca, la conducción de agua se desplaza por el propio desnivel del terreno y por lo general se trata de hacer el canal lo más posible en línea recta.



*Sección de un canal en túnel. Fuente: Mora, Darwin, Estudio para la Automatización de las compuertas de la Bocatoma para la Central Hidrosibimbe, 2007*

#### 1.4.2.3 Bocatoma

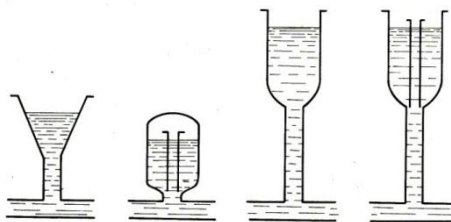
Una parte importante que está ligada al canal es el bocal conocido también como bocatoma, este se encuentra en el inicio del mismo y permite regular la cantidad de agua hacia el canal mediante compuertas conocidas también como reguladores, dichas compuertas se caracterizan por ser elevables y encontrarse en una disposición para garantizar que su movimiento sea rápido y seguro.



*Compuertas de la Bocatoma "Desarenador". Fuente: Mora, Darwin, Estudio para la Automatización de las compuertas de la Bocatoma para la Central Hidrosibimbe, 2007*

#### 1.4.2.4 Cámara de Presión o chimenea de equilibrio

Este elemento se caracteriza por ser un pozo vertical o inclinado en la parte superior del trayecto de la tubería el mismo que se encuentra muy cerca de las turbinas, cuenta con una abertura, la finalidad de la chimenea es la de actuar como un muelle mecánico para evitar las variaciones bruscas de presión o como un condensador en un circuito eléctrico que evita variaciones bruscas de tensión.



*Distintas disposiciones de las chimeneas de equilibrio. Fuente: Mora, Darwin, Estudio para la Automatización de las compuertas de la Bocatoma para la Central Hidrosibimbe, 2007*

#### 1.4.2.5 Tubería de Presión

La tubería de presión son aquellos elementos que se encargan de conducir el agua hacia las turbinas, cuando el salto de agua sobrepasa los 15m de altura el objetivo de la tubería es transformar la energía potencial de posición que tiene el agua, en energía potencial de presión, por lo general se las fabrica de materiales altamente resistentes, como de palastro de hierro, palastro de acero, uralita, hormigón armado o hormigón pre comprimido.

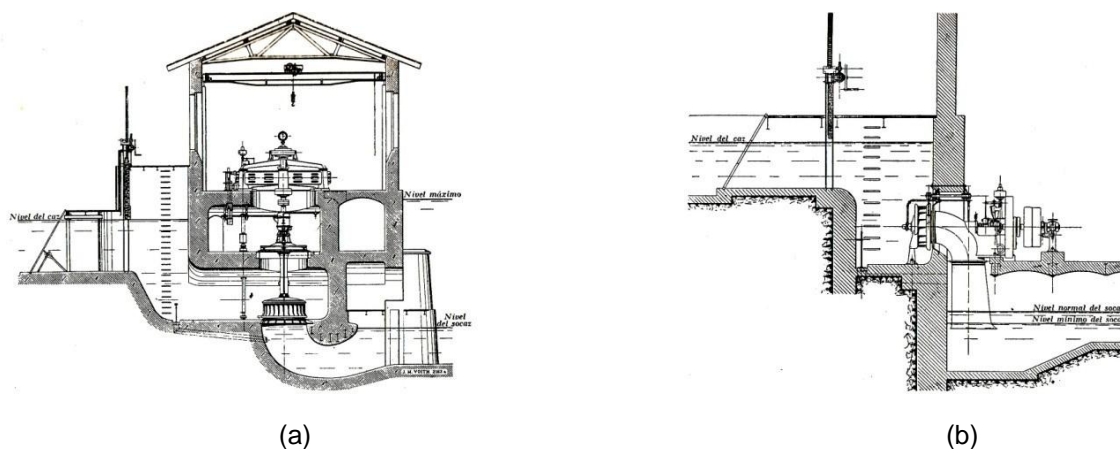
Existen dos disposiciones para las tuberías de presión, la primera consta de un solo tramo hasta la sala de turbinas, la segunda en cambio cuenta con dos tramos de tubería en medio de las cuales se encuentra una chimenea de equilibrio la cual sirve para variar la pendiente de este tramo para lograr más pronunciamiento antes de llegar a las turbinas.

#### 1.4.2.6 Cámara de Turbinas

La cámara de turbinas es el espacio físico dentro de las instalaciones de la central hidroeléctrica destinado para la ubicación de las turbinas hidráulicas, esta cámara puede ser de tipo abierta si está en comunicación con el exterior, o cerrada cuando no existe comunicación externa. Las cámaras de tipo abiertas comúnmente son utilizadas en saltos pequeños de hasta 15m de altura cuando se puede hacer llegar directamente el agua procedente del canal de derivación hasta el distribuidor de la turbina, en este caso se utilizan turbinas de eje vertical y turbinas de eje horizontal.

Las turbinas de eje vertical son usadas cuando la cámara está situada por debajo de la sala de máquinas y el nivel de aguas arriba por debajo del piso de esta, las turbinas de eje horizontal en cambio se utilizan cuando la

cámara está situada adyacente a la sala de máquinas y el nivel de aguas arriba, por encima del piso de esta.



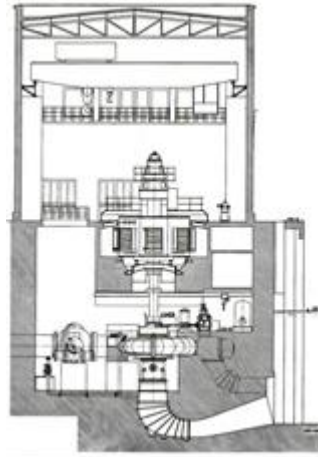
(a) Central hidráulica con turbina Francis de eje vertical en cámara abierta

(b) Central hidráulica con turbina Francis de eje horizontal en cámara abierta

Fuente: Mora, Darwin, *Estudio para la Automatización de las compuertas de la Bocatoma para la Central Hidrosibimbe*, 2007

Las cámaras cerradas son en la actualidad las más utilizadas en casi todos los saltos de agua, cuentan con la gran ventaja de que las turbinas pueden ubicarse en el lugar más adecuado, ya que la tubería de presión puede construirse con el trazado y longitud adecuada.

Dentro de este tipo de cámaras encontramos la cámara en espiral que va estrechando la sección de paso de agua a medida que va entrando parte de esta en el distribuidor de la turbina para mantener la misma velocidad en toda la longitud de la cámara, este tipo de cámaras son construidas de chapas de acero soldada o roblonada, o de hormigón armado y son las más utilizadas.



*Turbina Francis vertical con cámara espiral de chapa de acero. Fuente: Mora, Darwin, Estudio para la Automatización de las compuertas de la Bocatoma para la Central Hidrosibimbe, 2007*

#### 1.4.2.7 Turbinas

Dentro de las turbinas tenemos las siguientes:

Turbinas de eje vertical:

Ventajas:

- Montaje de generadores por encima del nivel de agua.
- Costos bajos.

Desventajas:

- Si la turbina acciona un generador de eje horizontal, son necesarios engranajes de transmisión.
- Las cargas verticales correspondientes a las máquinas son sostenidas por un soporte cojinete de empuje.

Turbinas de eje horizontal:

Ventajas:

- Soportes cojinetes normales.
- Transmisión directa a ejes horizontales.
- Fácil vigilancia por la distribución de sus elementos.

Desventajas:

- Instalación de mayor extensión superficial.
- Costos elevados.

La transformación de la energía potencial del agua en energía mecánica se realiza a través de turbinas, que se activan gracias a la masa de agua que pasa por su interior.

A su vez, la potencia mecánica en el eje de la turbina se puede utilizar directamente para realizar trabajo o para producir energía eléctrica, conectando el eje de la turbina, a través de reductores adecuados a un alternador. La potencia que se puede obtener de una turbina hidráulica está expresada por la siguiente ecuación:

$$P = \eta g Q H$$

Dónde:

$P$  = potencia expresada en Kw.

$\eta$  = rendimiento global del sistema.

$g$  = aceleración de gravedad expresada en  $m/s^2$ ,  
igual a  $9,8 m/s^2$

$Q$  = caudal de agua expresada en  $m^3/s$ .

$H$  = salto o desnivel expresado en m.

**Funcionamiento y Clasificación de las Turbinas.** Una turbina hidráulica es una máquina motriz que permite transformar la energía potencial del agua en energía mecánica. Las mismas están constituidas de una parte fija la cual tiene una función mecánica de dirección y regulación del caudal que llega al rodete, y también tiene una la función hidráulica de transformación de la energía potencial del agua en energía cinética.



Consta también de una parte móvil llamada rodete, el cual se pone en movimiento por el agua que sale del distribuidor con la función de comunicar la energía mecánica al eje en el que está montada. Las turbinas se pueden clasificar, en relación a sus características dinámicas de la siguiente manera.

- Turbinas de acción.- Son aquellas en las cuales la energía del agua que sale del distribuidor es totalmente cinética a lo largo de todo el recorrido a través del rodete, el fluido se encuentra a la presión atmosférica. Las únicas turbinas de acción utilizadas en la práctica son las turbinas Pelton.
- Turbinas de reacción.- La energía del agua que sale del distribuidor es en parte cinética y en parte de presión. Las turbinas de reacción trabajan completamente sumergidas en el agua. Existen numerosos tipos que se pueden resumir en las Francis y las de hélice entre las cuales se encuentran las turbinas Kaplan.

En función del salto y del caudal disponible, se instalan diferentes tipos de turbinas:

- Pelton: Cuando el salto es grande y el caudal reducido.
- Francis: Para valores medios de salto y caudal.
- Kaplan: Cuando el salto es pequeño y el caudal es importante.

Tubos de aspiración.- Este tubo sirve de enlace entre la turbina y el desagüe, se construye de hormigón o de chapa de acero y con una sección variable para conseguir la máxima recuperación de energía cinética del agua a la salida del rodete de la turbina.

Tubería o canal de Desagüe.-El canal de desagüe recoge el agua a la salida de la turbina para devolverle nuevamente al río en el lugar adecuado, en saltos bajos el canal de desagüe es corto, en saltos de gran altura el canal de desagüe en cambio debe ser de mayor longitud.

#### 1.4.2.8 Casa de máquinas

En la casa de máquinas se montan los grupos eléctricos para la producción de energía eléctrica así como la maquinaria auxiliar necesaria para su funcionamiento, por lo general se clasifica a la casa de máquinas en:

- Centrales al exterior
- Centrales subterráneas

Centrales al exterior.- Estas se encuentran constituidas de un lugar donde se instalan los grupos generadores y de uno o varios edificios para la instalación de los transformadores, maquinaria auxiliar y aparatos de corte, protección y seguridad. Lo más conveniente en estas centrales es que estén ubicadas lo más cerca posible del punto en que las aguas derivadas tengan que reingresar en el río.

Centrales subterráneas.-También conocidas como centrales en caverna, la casa de máquinas esta escavada en el interior de la montañas o bajo el lecho del río, por lo general el parque de distribución está situada al exterior y los cables procedentes de la central se instalan en pozos especiales que cuentan con escaleras o ascensores, los accesos son en forma de túneles.

Una de las mayores ventajas es que puede ubicarse en el sitio más conveniente dadas las características del salto, permite disponer la tubería forzada y las chimeneas de equilibrio en el interior de la roca, los costos de construcción son más bajos, y se obtiene mayor seguridad para la protección de las instalaciones.

Entre las desventajas con las que cuentan este tipo de centrales tenemos:

- Dificultad para habilitar grandes espacios.
- Dificultad para el exceso de maquinaria y para el acceso de personal de servicio.
- Posibles filtraciones de agua a través de las paredes o el techo.
- Dificultades psicológicas en el personal de servicio.

## **1.5 Centrales Hidroeléctricas más importantes del Ecuador**

### **1.5.1 Central Hidroeléctrica Paute Molino**

#### Introducción

El Proyecto hidroeléctrico Paute fue concebido por el Ingeniero Daniel Palacios Izquierdo, visionario profesional en cuyo honor lleva su nombre la presa de Amaluza que permite la regulación y conducción de las aguas para la Central Molino.

El Ingeniero Palacios como Superintendente de Campo de la Compañía Inglesa Shell, tenía bajo su control los estudios Geofísicos y Geológicos, y su centro de operaciones era el oriente ecuatoriano, posteriormente, como funcionario del Centro de Reconversión Económica del Azuay Cañar y Morona Santiago CREA; durante sus recorridos descubrió el accidente geográfico que por sus características consistía en un recurso aprovechable para la generación Hidroeléctrica. El río Paute portador de un gran caudal en el sitio denominado Cola de San Pablo, en corta distancia medida en línea recta, presenta una gran diferencia de niveles, haciéndose aprovechable esa energía potencial; esta condición favorable fue expuesta en su informe ante las autoridades superiores y de la provincia, sin embargo para esa época, esta idea no fue fácilmente entendida, resultaba una propuesta de una persona ilusa, por la magnitud de las obras de Ingeniería y sus costos.

La Central Paute Molino, se encuentra aguas abajo de la Central Mazar, tiene una potencia instalada de 1100MW y una producción anual de 4900GWh. Una presa de arco de gravedad con un embalse de ciento veinte millones de metros cúbicos, cuenta con diez unidades de generación con turbinas tipo Pelton.

#### Descripción General

El proyecto hidroeléctrico Paute tiene la mayor capacidad de generación de todas las centrales de generación de energía eléctrica por medio de la energía hidráulica, lo cual lo convierte en el más grande e importante del país. Este proyecto consta de tres etapas. El embalse del Proyecto hidroeléctrico Paute consta de tres presas las cuales son: Mazar, Amaluza Marçayacu.

De las tres presas la de mayor capacidad es la de Mazar, con una capacidad de almacenamiento de cuatro veces más que la presa de Amaluza.

#### Descripción de la Obra

Dentro del Proyecto hidroeléctrico Paute, la primer etapa esta la Central Paute-Molino, en esta etapa es donde se desarrolla el sistema de control térmico. De aquí radica la importancia de conocer los detalles más relevantes de esta Central Hidroeléctrica. El embalse de Amaluza tiene una capacidad de almacenamiento de ciento veinte millones de metros cúbicos con un volumen útil de cien millones de metros cúbicos. El vertedero de excesos tiene una capacidad de descarga de 7724 m<sup>3</sup>/s.

La presa Amaluza fue construida con hormigón, tipo Arco-gravedad de 170m de altura y una longitud en la coronación de 400m, constituyéndose de esta forma en una de las presas más altas de América en su tipo. Y en una de las más complejas a nivel de construcción por su ubicación geográfica, ya que se la construyo en las faldas de la cordillera de los Andes. La coronación de la presa se encuentra en la cota 1994 m.s.n.m. La Presa consta de tres vertederos con 6 compuertas radiales de 12m de ancho. Además dos tomas de carga están incorporadas a la presa en el lado izquierdo, una sirve para la Fase AB y la otra para la Fase C, esta presa está provista de dos desagües de fondo, estos son de tipo válvula de compuerta y disipadora de cono hueco. Cada uno de estos desagües maneja un caudal máximo de 112.5m<sup>3</sup>/seg.

La represa por un lado, debido al alto grado de erosión de la cuenca del río Paute y por otro lado, la ausencia de la presa Mazar durante casi dos décadas, no ha sido construida y cuya finalidad es retener sedimentos evitando que finalmente se depositen en el embalse Amaluza ya construido, tiene una tasa anual de sedimentos de 2.252 Hm<sup>3</sup>.El alto volumen de sedimentos representa la amenaza para el funcionamiento de la Central Molino de Hidropaute S.A., por lo que se realiza semestralmente batimetrías

a lo largo del embalse, lo cual permite mantener la información continuamente actualizada. El túnel de carga es de sección circular revestido con concreto de 5 metros de diámetro interno para la Fase AB y 6.9 metros de diámetro interno para la Fase C, y 6070m de longitud para la Fase AB y 6024m de longitud para la Fase C.

Están diseñados para conducir un caudal máximo de 100 m<sup>3</sup>/seg Para la Fase AB y 105 m<sup>3</sup>/seg. Para la C desde el Embalse hasta la Chimenea de equilibrio, donde se inicia la tubería de presión. Los túneles se encuentran ubicados en la cota 1920 m.s.n.m. La longitud del tramo blindado de la Fase AB es de 40.36m y de 128m para la Fase C.

Las Chimeneas de Equilibrio son del tipo “orificio restringido” tienen un diámetro de 7m para las dos Fase y una altura de 170m para la Fase AB y 130m para la C. Son revestidas en hormigón y sirven para amortiguar las sobrepresiones producidas por las maniobras de operación. Está localizada totalmente en roca en la unión del túnel de carga con la tubería de presión.

La Casa de Máquinas de la Central Molino es una caverna subterránea de 23.4m de ancho, 184m de longitud y 42.5m de altura que acomodan los grupos turbina generador así como los transformadores.

Par el acceso principal a Casa de máquinas existe un túnel de 190m de longitud, con una sección tipo herradura de 7m de ancho y 7.5m de altura. Todo el acceso se encuentra revestido de hormigón lanzado y pernos de anclaje.

El agua utilizada en la Central molino es devuelta al río Paute a través de túneles de descarga, el piso está revestido con concreto con una altura de 8m y de 400mde longitud para la Fase AB y 405m para la Fase C. El túnel está diseñado para una descarga máxima de 100 m<sup>3</sup>/seg para la Fase AB y 105 m<sup>3</sup>/seg para la C. La pendiente de los túneles es de 0.3%.

### 1.5.2 Central Hidroeléctrica Marcel Laniado de Wind

#### Introducción

La Central Hidroeléctrica “Marcel Laniado de Wind” es una obra de importancia nacional debido a su facilidad de suplir de energía en conjunto

con las centrales térmicas en momentos de estiaje de la central hidroeléctrica Paute, teniendo una producción de potencia de 213 MW que ayuda a satisfacer la demanda del Mercado Eléctrico del país a través del Sistema Nacional Interconectado (SNI).

La evolución de los sistemas eléctricos ha sido tal que la medición de las variables ha pasado de ser tan compleja por medio de equipos análogos hasta la más avanzada tecnología con la que contamos en la actualidad de equipos totalmente automatizados. Esta central, al haber sido levantada recientemente a fines de la década de los 90's, no podía quedar atrás y fue implementada con los equipos más sofisticados en lo que respecta a su control, medición, protección y supervisión, para de esta manera ser un aporte importante en el desarrollo del país al proveer de energía eléctrica eficiente y de bajo costo.

#### Descripción General

La Central Hidroeléctrica Marcel Laniado de Wind, forma parte del proyecto de propósito múltiple DAULE PERIPA cuyo nombre ha sido cambiado al del ex-Presidente Jaime Roldós Aguilera. Este proyecto tiene como características principales no solo la generación de energía eléctrica sino también el riego, el control de inundaciones, control de salinidad, abastecimiento de agua para consumo humano, complementar el déficit de almacenamientos "Poza honda" y "La Esperanza" mediante obras de transvase.

Este embalse se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 0°57' de latitud Sur y 79°44' de longitud Este a 10 Km aguas debajo de la confluencia de los ríos Peripa y Daule y a 190 Km. al Norte de la ciudad de Guayaquil.

#### Descripción de la Obra

La presa está ubicada sobre el río Daule aproximadamente 19 km aguas arriba del poblado de Pichincha. Para clasificarla nos basamos en dos criterios, como son la función y el material de construcción. La presa de acuerdo a su función es de embalse, la cual tiene como objetivo principal almacenar el agua en ella y tiene como función secundaria incrementar su

nivel de agua. El excedente de agua se lo envía al exterior a través de construcciones laterales o vertederos. De acuerdo al material de construcción, se encuentra que la presa es de tierra, ya que generalmente se la utiliza en proyectos de propósito múltiple; es decir, en los proyectos donde a más de producir energía eléctrica se utiliza el agua para irrigar la tierra, control de inundaciones, abatimiento de salinidad, etc.; pero no se lo utiliza en proyectos exclusivamente hidroeléctricos; además su construcción fue hecha con revestimiento en enrocado con perfil de gravedad.

Esta presa cubre un embalse de  $6000 \times 106 \text{ m}^3$  de agua en un terreno de 22000 Ha. Tiene 260 m de longitud con un ancho de corona de 12 m, y su altura es de 90 m. En el talud de aguas abajo de la presa están construidos en la cota 25 msnm 10 pozos de alivio y en la cota 42 msnm un tramo de la carretera de acceso a la central. Para descargar el exceso de agua del embalse y precautelar la seguridad de la presa, la Central Hidroeléctrica Daule Peripa se encuentra constituida por el aliviadero de superficie, el cual descarga el agua a través de un canal abierto. Este canal se lo conoce en la central como vertedero fusible, el mismo que se encuentra ubicado a 17 Km. del vertedero principal, en la cota 85.7 msnm. El vertedero principal está compuesto de 3 compuertas radiales de 150 m de ancho, las cuales envían un flujo de agua de hasta  $1500 \text{ m}^3/\text{s}$ , y además por una toma de agua a través de la presa.

La toma de agua a través de la presa tiene sus rejillas contra cuerpos flotantes alrededor del nivel mínimo de operación en la cota 65 msnm. De ahí se conecta con el túnel de presión de 8 m de diámetro, el cual conduce el agua a través de la presa. Los fenómenos transitorios de la central presentados en el túnel de presión producto de los golpes de ariete son controlados por la chimenea de equilibrio.

### 1.5.3 Central Hidroeléctrica San Francisco

#### Introducción

La Central Hidroeléctrica San Francisco se encuentra localizada en la región central del Ecuador, en las estribaciones de la cordillera de Los Andes, en la

cuenca media del río Pastaza, inmediatamente aguas abajo de la central Agoyán, la Central Hidroeléctrica San Francisco al estar ligada con la Central Agoyán, recibirá todas sus aguas turbinadas. El caudal de diseño de la Central San Francisco es de 116 m<sup>3</sup>/s y una caída neta de 200 metros. Las principales obras de ingeniería civil son subterráneas, debido a las características topográficas de la zona y a las condiciones del macizo rocoso.

#### Descripción General

El proyecto San Francisco conjuntamente con los proyectos Agoyán, Lligua-Muyo y Abitagua forma parte del desarrollo integral de la cuenca media del río Pastaza. Los esquemas preliminares del proyecto fueron estudiados durante el periodo 1976-1987, en el que se concluyó que el mejor esquema de aprovechamiento constituye la interconexión directa del proyecto San Francisco con la central Agoyán.

El proyecto se encuentra ubicado aguas debajo de la Central Agoyán al margen izquierdo del río Pastaza, en el límite de las provincias de Tungurahua y Pastaza, en la región central del país.

El acceso a la zona del proyecto se realiza desde la ciudad de Baños por la vía al Puyo, la vía es asfaltada hasta la central Agoyán y de allí, hasta la población de Río Negro, la carretera se encuentra en fase de ampliación.

#### Descripción de la Obra

Túnel de interconexión revestido de hormigón de 6,4 m de diámetro interior, que permite desviar las aguas turbinadas en la central Agoyán hacia la Cámara de Interconexión. Cámara Subterránea de Interconexión de 10 m de ancho, 20 m de alto y 100 m de longitud.

Túnel de carga de 11,2 Km de longitud compuesto por dos secciones distintas en función del método de excavación de cada tramo, así:

a) Tramo en excavación convencional con sección tipo herradura de 7,50 m de diámetro.



b) Tramo en excavación con un TBM (topo mecánico) con sección circular de 7,0 m de diámetro.

Chimenea de equilibrio superior constituida por un túnel inclinado de 545m de longitud, 10% de pendiente y sección tipo baúl con 5,6 m de ancho y 5,6m de altura, provisto de revestimiento de hormigón en su interconexión al túnel de conducción. Su tramo superior será vertical, circular con 3 m de diámetro con 58 m de altura.

Tubería de presión vertical de 171 m de desnivel. El tramo vertical inferior y curva inferior, con cerca de 86 m de longitud y 5 m de diámetro, serán blindados en acero y termina en un bifurcador simétrico con dos ramales de 3,5 m de diámetro y 33 m de longitud cada uno. El tramo superior horizontal, curva superior y vertical, con 192 m de longitud y 5,7m de diámetro no blindado será revestido de hormigón.

Casa de máquinas en caverna, de 76 m de largo, 19 m de ancho y 42 m de altura, en la que se instalarán dos turbinas Francis. En la misma caverna se alojará la subestación en SF6 (Hexafluoruro de azufre), éste gas es cinco veces más pesado que el aire y es incoloro, inodoro y no tóxico, la rigidez dieléctrica del SF6 es en promedio 2,5 la del aire.

Chimenea de equilibrio inferior de 24 m de largo, 7,5 m de ancho y 24 m de altura, y túnel de restitución con 234,6 m de longitud y 6,4 m de diámetro, para descargar las aguas al río Pastaza, en la cota 1275m.s.n.m.

La Central Hidroeléctrica San Francisco en su equipo mecánico consta de dos turbinas hidráulicas tipo Francis de eje vertical de 115 MW de potencia hidráulica individual, generando 212 MW de Potencia Eléctrica Nominal de la Central. Dos reguladores de velocidad tipo PID, electrohidráulicos, Dos válvulas tipo mariposa biplana de diámetro 3000 mm, Un puente – grúa de 210 ton., de capacidad en el gancho principal y 15ton., para el gancho auxiliar, Sistemas auxiliares para enfriamiento, sellos, drenaje, agua potable, ventilación, aire acondicionado, aire comprimido, sistema contra incendio.

En su equipo eléctrico consta de dos generadores sincrónicos trifásicos con factor de potencia inductivo de 0.9, 13.8kV, 60Hz, incluidos los sistemas de

excitación, regulación de tensión, enfriamiento y contra incendios, Dos generadores sincrónicos trifásicos con factor de potencia inductivo de 0.9, 13.8kV, 60Hz, incluidos los sistemas de excitación, regulación de tensión, enfriamiento y contra incendios, Dos transformadores trifásicos elevadores, 13,8Kv/230 Kv y accesorios, incluyendo sistema contra incendios, Una subestación de 230 Kv, en SF6, esquema de doble barra, completa, con sus accesorios, Dos circuitos trifásicos de cables de 230 Kv, con aislamiento de XLPE(Polietileno reticulado estrujado), incluidos sus accesorios y los elementos de anclaje, fijación y soporte, Dos posiciones de arranque de líneas de transmisión de 230 Kv y accesorios (pórtico doble), Instrumentación de mando, supervisión, medición y protección convencionales para las dos unidades generadoras, la subestación de 230 Kv, las líneas de transmisión y sus equipos auxiliares; y el equipo de control remoto a instalarse en la Central Agoyán.

#### 1.5.4 Central Hidroeléctrica Paute Mazar

##### Introducción

El Proyecto Hidroeléctrico Mazar fue concebido en el Plan Nacional de Electrificación como una etapa de la ejecución del Proyecto Paute Integral, el desarrollo de este proyecto incluye la construcción de la Presa de Mazar, la actual Central Molino en operación y el Proyecto Sopladora. El Contrato de Concesión para la Construcción y Operación de Paute Integral, fue otorgado por el CONELEC a favor de HIDROPAUTE S.A., el plazo de concesión estipulado en el Contrato de Concesión es de 50 años.

El proyecto Mazar está ubicado al suroeste del Ecuador sobre los límites de las provincias de Azuay y Cañar. La obra se encuentra en el Km 105 de la vía Cuenca- Paute-Guarumales. La generación propia de Paute- Mazar contribuirá al Sistema Nacional Interconectado con 800 giga vatios/hora. Mazar aprovechará el caudal del río Paute aguas arriba de la Central Paute-Molino, en las inmediaciones de la desembocadura del río Mazar; además, estará constituido básicamente por una presa, que forma un embalse de 410 millones de metros cúbicos.

### Descripción General

El Proyecto Hidroeléctrico Mazar fue concebido en el Plan Nacional de Electrificación como una etapa del desarrollo del Proyecto Paute Integral, para asegurar la vida útil del embalse de Amaluza y por lo tanto de la operación de la Central Molino. El desarrollo del Proyecto Paute Integral, incluye la construcción de la Presa de Mazar, la actual Central Molino en operación y el Proyecto Sopladora.

La Central Molino actualmente está generando 800 GW de energía al año, con la implementación del Proyecto Mazar esta planta y la Hidroeléctrica Sopladora podrán generar 6380 GW al año. Este aumento en la producción de energía permitirá al país contar con electricidad a un precio más bajo y disminuir la dependencia a la energía termoeléctrica.

Este proyecto trae consigo grandes beneficios al país entre los que podemos mencionar a los siguientes:

- Reducir los racionamientos de energía
- Reducir la importación de derivados del petróleo para la operación de las plantas termoeléctricas
- Ahorrar al año 105 millones de galones de diesel lo cual contribuirá a disminuir las emanaciones de Co2 producidas por la quema de este combustible
- Creación de aproximadamente 2300 plazas de trabajo

### Descripción de la Obra

El Proyecto Hidroeléctrico Mazar está constituido por una presa de enrocado con pantalla de hormigón, un vertedero a cielo abierto y una central subterránea. El proyecto tiene como fin el aprovechamiento del caudal del río Paute aguas arriba del proyecto de Amaluza, en las inmediaciones de la desembocadura del río Mazar.

La presa de enrocado con pantalla de hormigón forma un embalse de 410 Hm<sup>3</sup> de volumen total hasta la cota 2153 msnm. El nivel máximo normal de operación del embalse está en la cota 2153 msnm y el nivel mínimo de operación está en 2098 msnm con un volumen de 101 Hm<sup>3</sup>.

El túnel de desvío se encuentra en el margen izquierdo del río Paute, la entrada del túnel está ubicada a 730 m aguas arriba del eje de la presa. Tiene una longitud de 1115,45 m, la solera del túnel a la entrada se ubica en la cota 2014,15 msnm y en la salida en la cota 2008 msnm.

El túnel de desvío es de sección baúl de 12 m de diámetro con estructuras especiales en la entrada, en la salida y en el sitio del pozo de captación de la quebrada Ingapata. El túnel está diseñado para una descarga de 1500 m<sup>3</sup>/s, en la entrada tiene dos compuertas de ruedas para cerrar los dos vanos de 5,75 m de ancho por 12 m de altura cada una mediante un puente grúa de 175 ton de capacidad. La estructura de salida permite evacuar las aguas en las inmediaciones de la confluencia del río Mazar con el río Paute.

La presa está constituida por un relleno de enrocado y una losa de hormigón sobre la cara aguas arriba de la presa como elemento impermeable. En la coronación se dispone de un camino de 9 m de ancho, de 330 m de largo, en la cara aguas arriba se incluirá un muro de hormigón armado de 4,20 m de altura que llega hasta la cota 2166 msnm. La altura máxima de la presa será de 183 m desde sus inicios en el río Paute.

El relleno de la presa empezó de forma inmediata una vez que se desvío el río Paute, el trabajo inicial fue la limpieza del lecho del río durante el mes de diciembre de 2006. A finales de mayo de 2008, se terminó el relleno de la Etapa 1 y Etapa 2 de la presa, alcanzando la cota 2104m. De igual forma se continúa con el relleno de la Etapa 3 que va hasta la cota 2150m, el relleno en el mes de mayo fue de 441.370m<sup>3</sup>, con un volumen acumulado de 3.701.456m<sup>3</sup>.

El sistema de evacuación de crecidas consiste en un vertedero libre localizado en el lado derecho de la presa con el fin de aprovechar el cambio de dirección casi de 80 grados que presenta el río Paute frente a la confluencia con el río Mazar, el cual permite localizar la zona de descarga del vertedero en relación con el cauce del río además alejaría de una manera segura el pie de aguas debajo de la presa.

### 1.5.5 Central Hidroeléctrica Agoyán

#### Introducción

La Unidad de Negocio HIDROAGOYÁN domiciliada en el cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua, forma parte de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC E.P., empresa estratégica del Estado, creada para la producción eficiente de energía eléctrica, en beneficio de todo el país.

En Febrero de 2009, se llevó a cabo la fusión de las empresas de generación y transmisión del Fondo de Solidaridad en la empresa privada denominada Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC S.A. en atención a las disposiciones del MANDATO 15 de la ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, con la finalidad de fortalecer esta importante área estratégica, y para que el Estado tenga su control.

Finalmente, en Enero de 2010, CELEC S.A. se convirtió en CELEC E.P, empresa pública que regirá la política del Estado en materia de servicio de energía eléctrica, y con la condición de atender los altos intereses del país.

El 27 de enero de 1999, fue inscrita en el Registro Mercantil del cantón Ambato, la Escritura Pública de Constitución de la Compañía de Generación Hidroeléctrica Agoyán - HIDROAGOYÁN S.A., con el objeto de encargarse de la producción de energía eléctrica en la Central Agoyán. Luego, al fusionarse con la Compañía de Generación Hidroeléctrica Pisayambo - HIDROPUCARÁ S.A., también administro la producción de la Central Pucará, siendo el Fondo de Solidaridad su único accionista.

#### Descripción General

Este aprovechamiento fue identificado como un proyecto atractivo para atender la demanda de potencia y energía del Ecuador, en consideración de su cercanía al anillo de transmisión de 230 KV del Sistema Nacional Interconectado, así como por las facilidades constructivas que presentaba a la fecha de los estudios preliminares y de prefactibilidad.

La Central Agoyán se ha constituido como una de las más importantes centrales de generación en el país al tener una capacidad de generación de 156 MW. Empezó su operación comercial en septiembre de 1987 después

de cinco años de construcción. Anualmente genera un promedio de 1080 GWH. Es así que en 1990 satisfacía el 21.5 % de la demanda energética nacional, mientras que en el 2008 este valor fue del 5.6 %. Durante sus más de 21 años de funcionamiento, la central ha producido energía eléctrica limpia y económica a favor del Estado y todos sus habitantes.

#### Descripción de la Obra

El embalse formado tiene un volumen total de 1'850000 m<sup>3</sup> de agua. Es estrecho y tiene una longitud de aproximadamente 2000 m. Posee un ancho del orden de 100 m, excepto en el área de la presa donde se amplía hasta tener un ancho de 300 m. Aguas arriba de la presa, el embalse cuenta con un canal de desvío y limpieza, un muro ataguía permanente y un estanque desarenador. El muro ataguía es una pequeña presa de hormigón con una altura máxima de 35 m, cuya corona está en la cota 1645 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar). El desarenador es del tipo semi-natural, y es el lugar previsto para que los sedimentos de menor tamaño se depositen en su lecho y no ingresen a la toma de carga. El volumen del embalse depende directamente del caudal del río Pastaza, que está constituido por dos importantes ríos interandinos, el Patate y el Chambo. Es así que si se registran lluvias en las zonas altas de la cordillera donde nacen estos afluentes, se puede asegurar caudales significativos en el Pastaza y por ende aumento en el nivel de agua del embalse.

La presa es de paso, de tipo hormigón-gravedad de 43 m de altura con un volumen de 178000 m<sup>3</sup> de hormigón. La elevación de la corona está en la cota 1653 m.s.n.m. La presa proporciona un volumen de regulación diaria promedio de 760000 m<sup>3</sup> entre el nivel mínimo de operación 1645 m.s.n.m y el nivel máximo de operación 1651 m.s.n.m. El volumen muerto situado bajo la cota 1645 tiene una capacidad de 1'090000 m<sup>3</sup>.

La casa de máquinas se encuentra excavada en el corazón de la Cordillera Central a 120 m debajo de la superficie. En su interior se encuentran instaladas dos turbinas tipo Francis de eje vertical de 225 rpm acopladas a dos generadores con capacidad de generación de 78 MW cada uno. A cada turbina ingresa un caudal de 60 m<sup>3</sup>/s. La ventaja de este tipo turbinas con

respecto a las de tipo Pelton y Kaplan es su alto rendimiento y diseño robusto, de tal modo que se obtienen décadas de uso con un costo de mantenimiento menor.

La casa de máquinas tiene 18 m de ancho, 50 m de largo y 34 m de altura. Está conformada por cuatro pisos:

- Piso principal
- Piso de generadores
- Piso de turbinas y
- Piso de válvulas.

Las aguas turbinadas son canalizadas a través de un túnel de 11 km hasta la Central San Francisco, en donde son utilizadas para la generación de 212 MW.

La subestación está localizada en la superficie sobre la casa de máquinas. La misma está compuesta de una estructura de hormigón armado donde están alojados los dos transformadores principales de 85 MVA cada uno. Dichos transformadores elevan el voltaje de generación de 13.8 KV a 138 KV, que se transportan mediante línea de transmisión a doble circuito unos 43 km hasta la Subestación Totoras.

La presa está formada por 18 bloques de hormigón numerados de izquierda a derecha, mirando la presa desde aguas abajo, En los bloques 5, 8 y 9 se encuentran los tres vertederos de excesos, en los bloques 6 y 7 los dos desagües de fondo, en el bloque 10 la compuerta de toma y en el bloque 13 las compuertas del desarenador.

El sistema de vertederos está destinado a regular el nivel del embalse. Se dispone de tres vertederos, cada uno de ellos está compuesto por un conjunto formado por una compuerta radial o clapeta colocada sobre una compuerta plana, Cada conjunto cubre una superficie de 15 m de ancho por 12 de alto.

Tanto las compuertas planas como las clapetas funcionan con agua fluyente. La capacidad de descarga de cada uno de los vertederos es de 1260 m<sup>3</sup>/s.

Para repartir pequeños y medianos caudales y lograr una regulación fina del embalse se inclina la clapeta, vertiéndose agua por encima de ella. Para erogar grandes caudales se iza la compuerta plana, dejando fluir agua por debajo de ella.

#### 1.5.6 Central Hidroeléctrica Pucará

##### Introducción

Antes de la promulgación de la nueva Ley de Régimen del Sector Eléctrico en el año 1996, el instituto Ecuatoriano de Electrificación tenía en sus manos la Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de la energía eléctrica en nuestro país. Es decir existía un monopolio estatal manejando el sector eléctrico ecuatoriano. La Central Hidroeléctrica Pucara a partir de la división del instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), pasó a ser propiedad de la empresa de generación HIDROPUCARA S.A. (hoy HIDROAGOYAN S.A.), y por tanto su operación y mantenimiento estaba a cargo de su nueva propietaria.

En el año 2001 nace la empresa Operadora de Servicios Energéticos Sociedad Anónima (OSENERSA S.A.), la misma que es propiedad de los antiguos trabajadores de INECEL, y a la que por medio de un contrato de prestación de servicios de dos años de duración se adjudicó la operación y mantenimiento de todas las instalaciones de la Central, con excepción de la subestación Pucará, de cuya operación y mantenimiento se encarga TRANSELECTRIC S.A. La Central Pucara se puede definir como una central de punta, pues es mayormente utilizada en las horas pico.

##### Descripción General

El Proyecto Pisayambo fue concebido para aprovechar una zona lacustre, localizada en la Cordillera Oriental de los Andes, aproximadamente a 35 Km. de Píllaro Provincia del Tungurahua. El embalse está ubicado dentro del Parque Nacional Llanganates.

La extensión global de la zona de influencia del proyecto es de 250 Km<sup>2</sup>, con una producción media anual de 230 GWH.



La laguna de Pisayambo constituye el embalse de la central, y se encuentra a una altitud de 3.537 m.s.n.m. con una extensión de 8 Km<sup>2</sup> y a una distancia aproximadamente de 160 Km al sureste de Quito.

#### Descripción de la Obra

Al reservorio aportan los Ríos: El Roncador, El Milín, El Tambo. Las aguas de los ríos Talatag, Quillopaccha y Agualongopungo son conducidas al embalse mediante obras de captación.

La presa Pisayambo tiene un volumen total de almacenamiento de 100'706.000 de metros cúbicos de agua, de los cuales 90'000'000 de metros cúbicos son de volumen útil. La cota de nivel máximo de almacenamiento es de 3565 m.s.n.m. y la cota de nivel mínimo de operación es de 3541 m.s.n.m.

La toma de carga está compuesta por dos compuertas rectangulares; una denominada de servicio, que permite el cierre o apertura de flujo de agua hacia cada una de las unidades de la Central y una para mantenimiento, cada una con sus respectivos gatos hidráulicos. La toma de agua está diseñada para el flujo máximo de 18.6m<sup>3</sup>/seg. Y trabaja con presión equilibrada.

El desagüe de fondo está diseñado para la protección de la presa. EL desagüe de fondo se encuentra ubicado en el centro de la presa, encontrándose la solera de ingreso en la cota 3532.964 m.s.n.m. con una longitud de 238 m. Está compuesto por un conducto cilíndrico de hormigón armado y acero de 3.00 y 2.20m de diámetro respectivamente, interceptado por válvula de tipo MARIPOSA accionada por sistema oleodinámico. Aguas abajo de esta válvula se encuentra la válvula HOWELL BUNGER, la que nos permite calibrar el caudal de desfogue del sistema y está operada mediante un sistema mecánico.

La capacidad máxima de desfogue del conducto es de 20 m<sup>3</sup>/seg. Con apertura del 100% de la válvula HOWELL BUNGER y nivel del embalse en la cota de 3565 m.s.n.m.

El túnel de aducción de hormigón tiene una longitud de 5475.00 m, de tipo circular y diámetro de 2.60 m, con una pendiente de 0.669 % para una capacidad de conducción de 18.6 m<sup>3</sup>/seg, y cuyo propósito es alimentar a las 2 turbinas hidráulicas de la Central.

Entre el túnel de carga y antes de la válvula MARIPOSA de intercepción (túnel de carga-tubería de presión), dentro del tramo blindado del túnel tenemos la chimenea de equilibrio con una altura de 117.00 m., con un diámetro de 5.00 m blindado, un orificio restringido de 2.40 m y de tipo diferencial. Esta salida dentro del túnel de carga es con el objeto de reducir los fenómenos de golpe de ariete durante los procesos de operación de la Central.

La válvula mariposa de intercepción entre el túnel de carga y tubería de presión, tiene un diámetro interior de 2.14 m, con cierre automático al detectar sobre flujo de agua. Esta válvula está provista de un sistema de bypass, para el llenado y vaciado de la tubería de presión, antes y después del proceso de desmontaje y mantenimiento de la válvula esférica, para lo que también aguas abajo de válvula mariposa existe una válvula de aireación.

La tubería de presión tiene una longitud total de 685.51 m., con una rama inclinada de 541.77 m. y una pendiente de 119.18% (TG 50°), con diámetros que varían entre los 2.20 m., en la parte superior y 1.90 m. en la parte inferior. La chapa de acero con que se construyó la tubería va de 3/8", utilizada en la parte superior hasta 1<sup>3</sup>/<sub>8</sub>" en la parte inferior.

La central es subterránea, teniendo las dimensiones siguientes: Longitud de 47.50 m. Un ancho de 12.00 m. una altura de 25.45 m., a la que se ingresa por un túnel de acceso de 234 m. de longitud con una pendiente del 9%. Alberga a dos grupos Turbina-Generador-Transformador de 40MVA cada uno.

Las turbinas son de tipo Pelton de 6 inyectores, de eje vertical, potencia normal de 36.5 MW con un gasto de agua de 9.3 m<sup>3</sup>/seg. La Sala de Controles de la Central se encuentra ubicada en la propia Casa de Máquinas.

El agua turbinada, es devuelta al Río Yanayacu mediante un túnel y canal de descarga. La tensión de generación es de 13.8 KV, con velocidad nominal de 514.3 R.P.M. y una potencia de 40.00 MVA. Los transformadores de elevación, para obtener el voltaje de transmisión de 138.00 KV, tienen una capacidad de 40MVA cada uno.

La subestación es de tipo convencional con un esquema de barra principal y barra transferencia, teniendo dos posiciones para las unidades, dos posiciones para las líneas, una posición para el acoplador (de transferencia). Un sistema de transmisión que enlaza a la Central Pucará con las subestaciones Mulalo y Ambato, mediante líneas de un solo circuito a 138Kv.

#### 1.5.7 Central Hidroeléctrica Cumbayá

##### Introducción

La central Hidroeléctrica Cumbayá de 40.0 Mw. de potencia instalada, capta directamente las aguas turbinadas de la central Guangopolo, más los remanentes del río San Pedro que son captados previamente por una toma auxiliar ubicada frente a la casa de máquinas, aproximadamente en la cota 2.382 msnm. La central es propiedad de la Empresa Eléctrica Quito S.A., su construcción se inició en 1958, se realizó en dos etapas. En la primera que se llevó a cabo hasta 1961, se realizaron las obras de ingeniería civil comunes:

Túnel de conducción, reservorio de regulación diaria, casa de máquinas, campamentos, etc.; se instaló la primera tubería de presión, las turbinas, los generadores, transformadores de elevación y una línea de transmisión para los primeros 20 Mw, con dos grupos generadores, dejando listo los espacios respectivos para la segunda etapa.

La segunda etapa, se terminó en 1967, consistió en la construcción y montaje de una nueva tubería de presión y la instalación de los equipos necesarios para 20MW adicionales, con dos turbinas, se incluye además en esta etapa una segunda línea de transmisión. La energía que produce la central es evacuada hacia la subestación de Tumbaco y a las subestaciones Norte 1 y Norte 2 en Quito.

#### Descripción General

Las obras de la central se localizan en el Distrito Metropolitano, al este de la ciudad de Quito. La obra de toma se localiza junto a la casa de máquinas de la central Guangopolo; el reservorio esta junto a la población de Cumbayá y la casa de máquinas en el sector denominado San Pedro Cumbayá en el margen derecho del río Machángara, a unos 1.100 m aguas arriba de la junta con el río San Pedro.

Las obras que constituyen la central son: captación de las aguas turbinadas de la central Guangopolo, toma adicional en río San Pedro, conducción en túnel y canal, reservorio de regulación diaria, tanque de carga dos tuberías de presión, dos chimeneas de equilibrio, casa de máquinas, descarga directa a la conducción de la central Nayón, subestación línea de trasmisión.

El acceso de obras se lo puede realizar por la carretera Intervalles que comunica las poblaciones de San Rafael, San Pedro del Tingo, Guangopolo y Tumbaco, o desde la autopista General Rumiñahui, por un camino que va bordeando el canal de conducción de la central Guangopolo que conduce primero al reservorio y luego a la casa de máquinas de la central Guangopolo, lugar de ubicación de las obras captación para la central Cumbayá. A las obras de la central se accede desde la población de Cumbayá por un camino que va hacia el nororiente, llega primero al reservorio y a la casa de máquinas.

#### Descripción de la Obra

La obra de está constituida por dos partes. La primera consiste en una captación directa de las aguas turbinadas de la central Guangopolo y la segunda está conformada por azud de derivación y una toma a filo de agua

en el río San Pedro que capta los remanentes de este río y los conduce con un canal abierto hacia la descarga de las aguas turbinadas de la central Guangopolo.

La suma de los dos caudales son conducidos hacia el reservorio de Cumbayá por un túnel de 8.5 km de longitud.

El reservorio de regulación diaria es de 4 cámaras, sirve para la regulación del caudal, acumula el volumen en horas de poca demanda y utiliza en horas pico; a la entrada, antes de la compuerta de acceso, se inicia la estructura de descarga que continua hacia el margen derecho del reservorio con una tubería que termina en una rápida y en un pozo amortiguador que sirve para evacuar los caudales en caso de cierre de las compuertas de paso; desde el centro hacia la derecha parte una tubería que evacua los sedimentos del reservorio hacia una quebrada. El reservorio está equipado con 5 compuertas radiales, una al final del canal de conducción e inicio de la transmisión y 4 a la entrada a la cámara.

Luego del reservorio se encuentra el tanque de carga con las respectivas rejillas y 2 compuertas de acceso a la tubería de presión. La tubería de presión se desarrolla en dos tramos, el primero en hormigón que va desde el tanque de carga hasta la chimenea de equilibrio y el segundo de acero se desarrolla desde la chimenea hasta la casa de máquinas. La casa de máquinas es superficial se ubica en el margen derecho del río Machángara, alojará a 4 grupos generadores. La restitución de las aguas turbinadas se lo hace a la conducción de la central Nayón. La subestación se ubica junto a la casa de máquinas en donde se encuentran los transformadores elevadores; los pórticos de salida de líneas se localizan a unos 30 m de la casa de máquinas, en una plataforma elevada.

La línea de transmisión de 46 Kv evacua la energía hacia Tumbaco y a las subestaciones Norte 1 y Norte 2 en Quito.

### 1.5.8 Central Hidroeléctrica Hidroabánico

#### Introducción

En el 2003 se creó la compañía Hidroabanico S.A. para construir proyectos de generación y autogeneración hidroeléctrica, que son centrales de generación de electricidad amigable con la naturaleza y el medio ambiente. Luego de los análisis técnicos y económicos, Hidroabanico S.A. optó por construir el Proyecto Hidroeléctrico Abanico que consta en el Catálogo de proyectos hidroeléctricos para el corto, mediano y largo plazo del INECEL-CFN (noviembre de 1997). Este proyecto encajaba en el propósito empresarial de generar energía para el desarrollo del país y mejorar la calidad de vida de la población, guiados por los principios de desarrollo sostenible, responsabilidad social, conservación del medio ambiente y el crecimiento económico.

La central hidroeléctrica Abanico es a filo de agua, sin reservorio, que utiliza una derivación del río Abanico. Se encuentra situada cerca de la ciudad de Macas, en la cuenca hidrográfica amazónica. Genera 37.50 MW de energía limpia que ingresa al Sistema Nacional Interconectado, desplazando el uso de energía contaminante. Esta central por su construcción y otras obras adicionales ejecutadas por la empresa dota de agua a la planta potabilizadora que abastece a la ciudad de Macas.

Sin duda este proyecto contribuyó a la modernización de la infraestructura del sector eléctrico y permitió incrementar la capacidad de generación eléctrica en Ecuador.

La responsabilidad social y el cuidado con el medio ambiente son actividades permanentes de la empresa Hidroabanico que basa su gestión en la Responsabilidad Social Empresarial, que es la nueva forma de gestión de las empresas para operar de forma sustentable en lo económico, social y ambiental, y de esa manera conseguir el desarrollo sostenible y la creación de valor.

#### Descripción General

El Proyecto Hidroeléctrico Abanico está localizado en la región Sur Oriental del Ecuador, en la Provincia de Morona Santiago. La obra de toma de agua está localizada a 15 Km. de la ciudad de Macas.

Es una central a filo de agua (sin reservorio) que utiliza una derivación del río Abanico para generar un total de 37.50 MW de energía limpia, en dos etapas: la primera de 15 MW y la segunda de 22.5 MW. La conducción se realiza por la margen derecha del río Abanico, con una caída de agua de 350 m., a través de un túnel de 490 m. que trabaja a baja presión y tolera caudales de hasta 17 m<sup>3</sup>/seg. Al final del túnel se dispone de una tubería de presión de una longitud de 2.3 km., una casa de máquinas con cinco turbinas tipo Pelton y generadores de origen alemán, y la correspondiente infraestructura de descarga de aguas turbinadas al río Balaquepe. La central cuenta con una línea de transmisión de 12 km. desde la casa de máquinas hasta la subestación Hidroabanico No.2 en la ciudad de Macas.

#### Descripción de la Obra

El proyecto Hidroeléctrico Abanico comprende una captación a filo de agua (toma fija y cuatro compuertas radiales de 6m de ancho por 6m de alto que en conjunto permiten evacuar 1,250m<sup>3</sup>/s.), un desripador, un desarenador de doble cámara y un tanque de carga ubicado al final del desarenador. Las obras de control del caudal de excedencia son un vertedero y desagües de fondo.

La conducción se realiza por la margen derecha del río Abanico, mediante un túnel de carga y una tubería de presión, los mismos que conducen el caudal captado hacia una casa de máquinas a cielo abierto. El caudal turbinado es evacuado hacia el río Balaquepe.

Al final del desarenador se ubica el tanque de carga que permite poner en presión al sistema de conducción. Las dimensiones de este tanque son de 35 m de longitud y 10 m de ancho para obtener un volumen útil de 1,850m<sup>3</sup>.

El túnel se inicia en el tanque de carga, situado luego de las obras de captación y desarenación, atraviesa el macizo denominado Contrafuertes del Abanico, y alcanza el portal de salida donde se ha ubicado un tapón de hormigón con la bifurcación para la instalación de las tuberías de presión. El trazado del túnel de carga está determinado por las condiciones morfológicas de la zona, la ubicación de las obras de captación, el

funcionamiento del sistema hidráulico y el diámetro necesario para conducir el caudal de diseño. El túnel de carga tiene una longitud total de 490 m.

Existen dos tuberías de presión constituidas cada una por un conducto de acero, enterrado, que parten desde el portal de salida del túnel de carga hacia la casa de máquinas. La tubería se inicia con un bifurcador de acero, embebido en hormigón, ubicado en el portal de salida del túnel de carga, tienen una longitud desarrollada de 2300 m y 1,50 m de diámetro la primera y 1.75m de diámetro la segunda.

La Casa de Máquinas es a cielo abierto y comprende una estructura de hormigón y acero de 22 m x 60 m, en la que se encuentran 5 turbinas tipo Pelton y 5 Generadores de 8.5 MVA a 514 rpm, el cuarto de alta tensión y el cuarto de control operado bajo un sistema SCADA.

En este se encuentran los paneles y el sistema automatizado para el control y operación de todo el proyecto hidroeléctrico Abanico. Se controla captación, tubería, válvulas, turbinas, generadores, subestaciones, línea de transmisión, ingreso y descarga de agua, etc.

El caudal turbinado es evacuado por una tubería de descarga de la central hacia el río Balaquepe, el mismo que transporta las aguas hasta el río Jurumbaino. El Balaquepe es un río de 3.3 Km de longitud en el que se construyeron muros de gaviones con piedra bola y geo textil, y 42 disipadores de energía, para que reciba sin inconvenientes los nuevos caudales de agua, estos trabajos permiten que el río soporte un caudal de 20 m<sup>3</sup>/s.

Se construyeron dos subestaciones: Hidroabanico No. 1 junto a la casa de máquinas donde existe un transformador de 18 MVA para la I etapa y uno de 27 MVA para la II etapa, que se conectan con la línea de transmisión que va hasta la subestación Hidroabanico No.2 que se construyó en la ciudad de Macas, desde donde se realiza la conexión al Sistema Nacional Interconectado.

En la subestación HA No. 2 se encuentran los paneles de control y los medidores de la energía que se entrega al Sistema Nacional Interconectado.



Desde la subestación HA No 1 de casa de máquinas se construyó una línea de transmisión de 12 Km de longitud con 27 torres que sirven para transportar la energía producida en la central Abanico hasta la Subestación HA No.2.

### 1.5.9 Central Hidroeléctrica Nayón

#### Introducción

La central Hidroeléctrica Nayón de 29.70 Mw de potencia instalada, cuyas obras ocupan una área total de 306.937 m<sup>2</sup>, utiliza directamente las aguas turbinadas de la central Cumbayá, más los caudales del río Machángara que son captados previamente por una toma auxiliar ubicada frente a la casa de máquinas de Cumbayá, aproximadamente en la cota 2.240 msnm. La central es propiedad de la Empresa Eléctrica Quito S.A. Su construcción se terminó en 1974 con la instalación de dos grupos de generadores.

La energía que produce la central es evacuada hacia la subestación de la central Cumbayá y a la población del Quinche.

#### Descripción General

Todas las obras de la central Hidroeléctrica Nayón se encuentran ubicadas en el Distrito Metropolitano, al este de la ciudad de Quito. La obra de toma se ubica inmediatamente luego de la restitución de las aguas turbinadas de la central Cumbayá; La casa de máquinas se localiza en el margen izquierdo del río San Pedro a unos 100 m aguas arriba de la quebrada Cusua, cerca de la población de Nayón, a unos 5.5 km en línea recta de Quito.

Las obras que constituyen la central son: captación de las aguas turbinadas de la central Cumbayá; toma adicional en el río Machángara; conducción en túnel; tanque de presión; dos tuberías de acero, una de presión y otra de desagüe del tanque de presión; casa de máquinas semienterrada; descarga al río San Pedro; subestación y línea de transmisión.

El acceso a la central se lo puede realizar desde la población de Cumbayá por un camino que va en dirección nororiente, pasando el reservorio de la central Cumbayá, hasta el cruce con el río Machángara, desde donde el camino toma la dirección noroeste hasta llegar a la población de San Pedro del Valle. Desde esta población un camino que va en dirección nororiente

conduce a la central y otro que va hacia el noroeste llega a la población de Nayón. Otro acceso es desde Quito hacia la población de Nayón y desde aquí a San Pedro del Valle y por el camino antes descrito se llega a la central.

#### Descripción de la Obra

La obra de toma está conformada por dos partes. La primera consiste en una captación directa de las aguas turbinadas de la central Cumbayá y la segunda está constituida por un azud de derivación, una toma a filo de agua en el río Machángara que capta 4 m<sup>3</sup>/s, cámara de uniformización, desarenadores, un canal recolector y dos canales de conducción que llevan el caudal hacia la conducción que parte hacia el tanque de presión de la central Nayón.

El tanque de carga con las respectivas rejillas y 3 compuertas, dos de acceso a las tuberías de presión y una a la tubería de desagüe del tanque. La tubería de presión es superficial, de acero con anclajes y apoyos respectivamente. La casa de máquinas es enterrada, alojara a dos unidades de generación; es un edificio de cinco pisos ubicada al margen izquierdo del río San Pedro a donde son restituidas mediante un canal las aguas turbinadas de la central. La subestación se ubica junto a la casa de máquinas en donde se encuentran los transformadores elevadores y los pórticos de salida delinea.

La línea de transmisión de 46 Kv evacúa la energía hacia la subestación de la central Cumbayá y a la población del Quinche.

#### 1.5.10 Central Hidroeléctrica Saucay

##### Introducción

La Central Hidroeléctrica Fernando Malo Cordero "Saucay", se encuentra en la Provincia del Azuay, situada en la Parroquia de Chiquintad y perteneciente a la empresa Electrogeneradora del Austro, (ELECAUSTRO), y se constituye en un sistema integrado de generación de energía hidroeléctrica. En la actualidad posee una capacidad de generación de 24 MW obtenidos de cuatro generadores, dos de 4MW pertenecientes a la Fase I y dos más de 8 MW de la Fase II. La caída con la que cuenta esta Central es de 424 m.

### Descripción General

En su estructura interna está compuesta por varios cubículos, los mismos que albergan todos aquellos componentes que controlan desde los sistemas más sencillos, hasta aquellos que muestran mayor complejidad. La casa de máquinas cuenta con cuatro grupos, cada uno de ellos conformado por el acoplamiento turbina, generador y excitatriz. La fase I contempla dos generadores cada uno de 4MW integrado con una turbina tipo Pelton, y acoplados a un alternador de polos salientes, funcionando con un factor de potencia de 0.8 y a una frecuencia de 60 Hz. El voltaje de generación es 4160 V, el cual es elevado posteriormente para su transmisión a 69.000 V mediante un transformador trifásico de 10 MVA; mientras que para la alimentación interna de la Central, se reduce el voltaje a 208 y 127 V para servicios auxiliares. Entre los cubículos que controlan a la Fase I tenemos:

- Cubículo de Sincronismo.
- Cubículo de Iluminación y Fuerza.
- Cubículo de Línea de Transmisión.
- Cubículo de Unidades Auxiliares 1.
- Cubículo de Unidades Auxiliares 2.
- Cubículo de Panel Neutral.
- Cubículo de Generador 1.
- Cubículo de Generador 2.
- Cubículo de Transformador 2.
- Cubículos de Protección para los Generadores 1 y 2, y Transformador 2, en donde se encuentran los relés electromecánicos.

### Descripción de la Obra

La Central Saucay cuenta con dos transformadores de pequeña potencia utilizados para su alimentación de sus servicios auxiliares. Estos transformadores toman la energía eléctrica que es generada por los propios grupos de generación, (turbina –generador – excitatriz), es así que de 4.16

KV generados, bajan el nivel de tensión a 220 o 127 V según sus necesidades.

En el patio de maniobras de la Central Saucay, está el transformador TR2, que es el encargado de subir el nivel de voltaje generado de 4.16 KV a 69 KV.

Las turbinas son de tipo PELTON y para generar la potencia total se requieren de 7.2 metros cúbicos de agua, la caída neta es de 425 metros y la longitud de las dos tuberías de presión es de 1317 metros cada una.

#### 1.5.11 Central Hidroeléctrica Guangopolo

##### Introducción

La central hidroeléctrica Guangopolo de 20.92 Mw de potencia instalada total, capta las aguas de los ríos San Pedro, Capelo y Pita, en la cota de 2.453 msnm; el río Pita se desvía al río San Pedro por el túnel San Rafael. La Central Guangopolo, de propiedad de la Empresa Eléctrica Quito S.A., ocupa una extensión total de 54.7 Ha. Su construcción se realizó en dos etapas: la primera conocida como Antigua Guangopolo, data de 1937, fecha en la que se instalaron las dos primeras turbinas con una potencia de 2.00 Mw cada una; posteriormente en 1953, se instaló una tercera turbina de 1.70 Mw y finalmente en 1956 se agregaron dos turbinas más de 1.70 y 2.00 Mw respectivamente, alcanzando una potencia total de 9.4 Mw con 5 grupos generadores para la Antigua Guangopolo. La segunda etapa se culminó en 1985 y consistió en la ampliación del tanque de carga, la instalación de una nueva casa de máquinas, junto a la existente, para alojar un grupo generador de 11.52 Mw de potencia instalada. La obra de toma en el río San Pedro, igualmente fue reconstruida para mejorar las condiciones de derivación y permitir la captación de un caudal mayor.

##### Descripción General

Las obras de la central se localizan a 10 km al suroeste de la ciudad de Quito. Parte de las cuales se ubican en el cantón Rumiñahui y parte en el Distrito Metropolitano de Quito, parroquia de Conocoto. Las obras de toma en el río San Pedro se encuentran a unos 80 m aguas abajo del puente de la carretera antigua Quito-Conocoto-San Rafael; la casa de máquinas se

localiza en el margen izquierdo del río San Pedro frente a la población de Guangopolo.

Las obras que constituyen la central son: captaciones de los ríos San Pedro, Capelo y Pita; conducción a flujo libre a través de un canal trapezoidal abierto, revestido con mampostería de piedra de 4.410 m de longitud, tramos cortos de túnel en una longitud de 500 m y un acueducto de 120 m de longitud; reservorio de regulación diaria de tres cámaras; tanque de carga; tubería de presión, tres para la antigua y una para la nueva central; casa de máquinas, descarga de las aguas turbinadas hacia las obras de captación de la central de Cumbayá; subestación y línea de transmisión. La energía que produce la central es evacuada hacia la subestación Sur-2 a través de una línea de transmisión de 46 Kv y 15.3 km de longitud total.

El acceso a las obras de toma se lo hace tanto por la carretera Quito-Conocoto-San Rafael hasta el puente que cruza el río San Pedro, desde este lugar se llega por un ramal de camino que va hacia la toma. Otro acceso es por la autopista General Rumiñahui que llega hasta el cruce con la carretera que va hacia San Pedro del Tingo, desde donde, en dirección hacia Conocoto se llega al sitio de las mencionadas obras.

Al sitio de obras de la central, se accede desde la autopista General Rumiñahui por un camino que parte al a altura de la Urbanización La Armenia, va bordeando el canal de conducción y llega al reservorio de regulación diaria y a la central. Otro acceso es por la carretera Intervalles San Rafael-San Pedro del Tingo-Tumbaco a la altura del barrio San Antonio, pasando la quebrada Ilaló, parte de un ramal de camino que va hacia el reservorio y la casa de máquinas.

#### Descripción de la Obra

La obra de toma en el río San Pedro consiste en azud móvil con tres compuertas radiales ubicadas al centro de la obra, un vertedero libre en el margen derecho y la obra en el margen izquierdo. La conducción se desarrolla por el margen izquierdo del río San Pedro, es un canal a flujo libre de sección trapezoidal con tramos intercalados de túnel de sección baúl con una longitud total de 5.030 m y revestido de mampostería de piedra. El

reservorio es de 3 cámaras, sirve para la regulación diaria del caudal, acumula el volumen en horas de poca demanda y utiliza en horas pico; en el lado izquierdo se ubica el bypass en canal, que sirve para conducir directamente el caudal hacia el tanque de carga, cuando se realizan las limpiezas del reservorio; está equipado con 4 compuertas verticales: una de ingreso al reservorio, dos compuertas de descarga o limpieza, dos en el bypass, de ingreso y de salida.

El tanque de carga se ubica inmediatamente luego del reservorio, está equipado con rejilla fina y desbasurador automático sobre rieles para el recorrido transversal a lo ancho de la rejilla. En el tanque de carga se tienen 5 compuertas verticales para la etapa antigua y una para la nueva. Inmediatamente luego de los tanques de carga, salen tres tuberías de presión hacia la central antigua y una tubería para la central nueva Guangopolo. Las tuberías son de acero con anclajes y apoyos de hormigón. La casa de máquinas es superficial, está constituida por dos cuerpos, el primero correspondiente a la Antigua Guangopolo en donde se alojan 5 turbinas y el segundo, a la nueva Guangopolo en donde se encuentra instalado un grupo de generación.

La descarga de las aguas turbinadas de las dos centrales se realiza directamente a la conducción que transporta el caudal turbinado hacia la central Cumbayá, la unidad 6 (Nueva Guangopolo) tiene una compuerta de descarga hacia el río San Pedro. La subestación se ubica al lado izquierdo de la casa de máquinas en donde se encuentran los transformadores de elevación y los pórticos de salida de líneas. La línea de transmisión sale del patio de maniobras de la central y va hacia la subestación Sur-2 en Luluncoto y sirve a la población de Lumbisí.

#### 1.5.12 Central Hidroeléctrica Calope

##### Introducción

EL Proyecto Hidroeléctrico Río Calope se encuentra ubicado en la zona occidental de la Provincia de Cotopaxi, entre las coordenadas N 9'891.500, E 703.200 y N 9'890.300, E 696.200. Aprovechará las aguas del río del mismo nombre entre las elevaciones 450 y 250 msnm, que forma parte del

sistema hidrográfico de los ríos Zapotal, Babahoyo de la cuenca del río Guayas.

Las obras del proyecto, están localizadas a 30 km al este de la ciudad de Quevedo y a 65 km al oeste de la ciudad de Latacunga (en línea recta).

Estratégicamente, el proyecto está relativamente cerca de dos centros de desarrollo como son Latacunga hacia la sierra y Quevedo hacia la costa; se tienen además otras dos poblaciones de gran desarrollo como son Santo Domingo de los Colorados y Babahoyo, localizada a 90 km de Quevedo, hacia el norte la primera y hacia el sur la segunda.

El aprovechamiento para la generación hidroeléctrica se lo proyecta dentro de la parte media del cauce del río Calope. La cota de las obras de derivación y captación está en 450 msnm, y la cota de descarga de los flujos desde la casa de máquinas hacia el cauce del río es la 250 msnm. Dentro de esta zona, el río presenta un régimen de transición entre montaña y llanura y su gradiente natural permite un desnivel de 162 m.

#### Descripción General

Al sitio del proyecto se accede desde la carretera Santo Domingo-Quevedo-Valencia-La Maná, por un camino vecinal que sirve a las poblaciones de El Triunfo, La Esmeralda y La Envidia. El tramo de la vía Santo Domingo-Quevedo-La Maná se encuentra asfaltada. Desde la población de La Maná hacia el sitio del proyecto se accede por un camino lastrado, en buen estado de uso durante el período de estiaje. Existen dos accesos vehiculares hacia las obras del proyecto y que llegan hasta el cauce del río dentro de las áreas a ser utilizadas para las obras de bocatoma y descarga final desde la casa de máquinas. Los dos accesos son afirmados y conectan directamente con la carretera La Maná-Latacunga.

#### Descripción de la Obra

Las obras de derivación y bocatoma del Proyecto Hidroeléctrico, a ser construidas en el río Calope, se las conceptúa conformadas por un azud de derivación, un desripador, las obras de empotramiento lateral en el lado izquierdo, y las obras de bocatoma en el lado derecho.

En lo que refiere al azud de derivación, éste se lo concibe como una estructura sobre un lecho permeable. Este tipo de estructura hidráulica es una de las que más han sido utilizadas para situaciones en las que el lecho del río está conformado por un manto aluvial. Dadas las características del aluvial del sitio de derivación en el río Calope, es posible incluir éste tipo de obras, y esto determina la necesidad de un análisis detallado de subpresiones que actúan en la estructura hidráulica.

El diseño definitivo de construcción del azud, toma en cuenta todos los parámetros que ya han sido utilizados por el Diseñador en casos anteriores. Cabe mencionar, que el estudio hidrológico final, establece las características hidráulicas principales del río para el diseño de las obras de derivación.

La composición del sistema de derivación, bocatoma y obras de cabecera del Proyecto Hidroeléctrico Río Calope, están dentro de una completa interconexión hidráulica entre sí. El comando hidráulico del proyecto, que se lo establece con la cota de cresta del azud de derivación en la 428.0 m, tiene un sistema de control hidráulico que se lo establece en la entrega desde el desarenador al sistema de conducción.

La determinación de las cotas de entrada, canales y cámaras de desarenación, y la descarga hacia el río en eventos de limpieza, se lo tomará dentro de los diseños definitivos de construcción, sobre la base del funcionamiento del sistema de derivación, esto es, con las curvas de descarga aguas abajo del azud y del desripiador, que se derivan en los estudios y diseños de calados de agua en el río para diferentes caudales, mediante el modelaje matemático, que será desarrollado para la determinación del efflux de diseño de construcción en el azud.

El sistema de cabecera está compuesto por conducciones en canal abierto. En el presente caso, el ducto de conducción embaulada tiene niveles de agua que fluctúan entre los 1.70 y 1.75 m, lo cual depende de la determinación de la rugosidad interna del terminado en tramos, y por ende, la rugosidad que permita la construcción. El borde libre a éstos niveles de agua es de 0.30 m.



Los niveles de cresta del vertedero de excesos, se lo determina para el caudal de diseño del sistema, esto es, 12.0 m<sup>3</sup>/s, y para las condiciones de nivel máximo de operación de limpieza del desarenador, se prevén pequeños tableros en los vanos del vertedero, que permitan niveles de agua correspondientes al caudal de 15.0 m<sup>3</sup>/s.

#### 1.5.13 Central Hidroeléctrica Recuperadora

##### Introducción

A finales de la década de 1980-1990, la escasez de agua potable para la ciudad de Quito imposibilitó el normal abastecimiento a más de 1'500.000 habitantes puesto que el caudal disponible de 2,89 m<sup>3</sup>/s, por parte de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Quito, no permitía cubrir la creciente demanda de la población.

Durante varios años, las autoridades gubernamentales invitaron a empresas internacionales para estudiar la solución del problema. Finalmente, el Consorcio Te-chint-Sulzer-Schorch presentó la propuesta que comprendió el desarrollo de toda la ingeniería, el suministro de los materiales y la construcción del Sistema de Agua Potable Papallacta.

El Sistema Papallacta posibilitó el suministro adicional de 3 m<sup>3</sup>/s de agua potable que puede incrementarse, con futuras ampliaciones previstas en el proyecto básico, para alcanzar un caudal total de 4,30 m<sup>3</sup>/s.

Con la finalidad de optimizar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Sistema Papallacta y aprovechar los recursos hídricos disponibles en la zona, en 1999, la EMAAP-Q puso en operación el proyecto denominado "Optimización Papallacta" que permite disponer de agua a gravedad al túnel "Quito", con un aporte promedio de 1,20 m<sup>3</sup>/s. Las obras construidas permiten restringir las horas de bombeo del proyecto Papallacta y disponer de una mayor cantidad de energía para entregar al Mercado Eléctrico Mayorista, del cual la EMAAP-Q es agente generador.

##### Descripción general

La fuente de abastecimiento de agua del Sistema Papallacta proviene de los ríos Blanco Chico, Tumiguina y Papallacta afluentes del río Quijos, perteneciente a la cuenca del río Coca que drena hacia la vertiente oriental de los Andes. Los caudales son trasvasados hacia la ciudad de Quito cuyo territorio pertenece a la cuenca del río Guayllabamba. Los tres ríos permiten captar un caudal inicial máximo de 3 m<sup>3</sup>/s.

El sistema de conducción se divide en tres tramos. El primero corresponde al tramo de circulación forzada que, con una longitud de 7 Km y con el empleo de tres estaciones de bombeo, permite transportar las aguas desde las obras de captación y almacenamiento hasta la entrada del túnel de conducción, superando un desnivel de 650 m. El segundo tramo está conformado por un túnel de conducción donde las aguas circulan a gravedad (Túnel Quito). El tercer tramo corresponde a una conducción en tubería de acero, hasta alcanzar la Planta de Tratamiento Bellavista.

El Sistema Papallacta se complementa con la estación Recuperadora de Energía, la estación reductora de presión y la línea de transmisión de energía desde la Central Recuperadora hasta la Subestación Santa Rosa, perteneciente al Sistema Nacional Interconectado, que permite entregar la energía producida por la Central o suministrar energía eléctrica para el sistema de bombeo. La Central Recuperadora permite aprovechar el desnivel existente entre el portal de salida del túnel de conducción y la Planta de Tratamiento de Bellavista.

La Central recuperadora se encuentra ubicada en el Cantón Quito, parroquia de Pifo, sector de Palugillo, aproximadamente a 40 Km al Sur Este de la Ciudad de Quito. Las coordenadas geográficas son: Latitud Sur 0°15'55", Longitud Oeste 78°17'00" y 3.310 msnm de altitud. Las obras de toma del proyecto se encuentran cerca de la población de Papallacta a la cual se accede

Desde la ciudad de Quito mediante una vía asfaltada de 70 Km. A la Central Recuperadora se accede mediante un camino de tercer orden de 500 m de longitud, desde la carretera Quito-Papallacta, a la altura de la población de Palugillo.

El Sistema de Optimización Papallacta está constituido por las obras para el aprovechamiento de las aguas de los ríos Cununyacu, Chalpi Norte, Quillugsha y Mogotes, entre los principales. Los caudales captados son transportados a gravedad, mediante sistemas de conducción de tubería de acero y túneles hacia la entrada del túnel Quito, sitio en el cual confluye con el sistema de conducción de Papallacta.

#### Descripción de la Obra

La obra de toma del Sistema Papallacta, de cada uno de los ríos Tumiguina, Blanco Chico y Papallacta son de tipo convencional, a filo de agua, conformadas por un azud de derivación, toma lateral o de fondo, con cámaras de desarenación.

Desde cada una de las captaciones, los caudales son conducidos hacia el sistema de almacenamiento, mediante sendos sistemas de conducción conformados por tuberías de acero, enterradas de 30", 48" y 75", respectivamente.

El sistema de almacenamiento se compone de una cámara circular de llegada de las tres captaciones, una cámara de desarenación de hormigón armado y un tanque de reserva de agua cruda de 38.000 m<sup>3</sup> de capacidad.

El primer tramo de la conducción por bombeo se inicia en la Estación Elevadora hasta alcanzar el portal de entrada del túnel de conducción a la cota 3.723 msnm. Está conformado por una tubería de acero, enterrada, de 48" de diámetro y 7 Km de longitud. Los caudales son impulsados por tres estaciones de bombeo: una elevadora vertical y dos estaciones booster. Cada una de las estaciones está integrada por cinco bombas con una potencia total de 30.350 KW.

El túnel de conducción, que constituye el segundo tramo, es de 6 Km de longitud, 3,35 m de diámetro, revestido de hormigón pre moldeado en su parte inferior y hormigón lanzado con acero de refuerzo en la parte restante. Los caudales que ingresan se conducen a flujo a gravedad por el túnel.

El tercer tramo de la conducción parte desde el portal de salida del túnel, en la cota 3.717 msnm, mediante una tubería de acero, enterrada, de 48" de

diámetro y 35 Km de longitud hasta alcanzar la planta de tratamiento de Bellavista.

La Central Hidroeléctrica Recuperadora de energía se ubica en el tercer tramo de la conducción, a 3.109 msnm, está constituida por una turbina Pelton de eje horizontal; un generador sincrónico de 720 rpm; un sistema bypass con una válvula reductora de presión que es operada cuando no funciona la central; un tanque de carga y compensación, ubicado inmediatamente aguas abajo de la central. La central dispone de una capacidad instalada de 14,7 Mw y es una estructura de hormigón armado que tiene un área de 400 m<sup>2</sup>.

La subestación de elevación de 6,9 KV a 138 KV se encuentra localizada junto a la casa de máquinas, dispone de un transformador de 18 MVA y de los equipos de seccionamiento, protección, medición y maniobras para controlar la salida a la línea de transmisión de 138 KV que conecta la Central con la línea de transmisión Papallacta-Santa Rosa.

El sistema eléctrico de transmisión que permite el suministro de energía eléctrica comprende la línea de transmisión de 138 Kv, de 54 Km de longitud que conecta las estaciones de bombeo Booster 1 y Booster 2, ubicadas en la población de Papallacta, la central recuperadora y la Subestación Santa Rosa del Sistema Nacional Inter-conectado. El sistema se complementa con tres subestaciones transformadoras de acople y reducción de voltaje de 18 MVA cada una. A esta línea de transmisión, en la estructura 42, se une la línea de transmisión eléctrica que permite evacuar la energía, de la central Hidroeléctrica El Carmen, propiedad de la misma EMAAP-Q.

#### 1.5.14 Central Hidroeléctrica Sibimbe

##### Introducción

Antes de empezar la descripción de la central Hidrosibimbe S.A, haremos un recuento del problema que ha sido parte importante del desarrollo del proyecto. El problema que en la actualidad tiene la central Hidrosibimbe es la falta de control automático del caudal desde la casa de máquinas, el mismo que varía en función de varios factores, entre ellos el nivel de apertura de las compuertas de ingreso a la bocatoma, el que hasta el momento es

controlado de forma manual por un operador quien recibe órdenes desde la casa de máquinas mediante radio trunking.

Uno de las principales prioridades de la central es mantener siempre un nivel óptimo del caudal del río Sibimbe, para no producir efectos negativos en el ecosistema y en la producción agrícola del sector. Actualmente este proceso no es controlado apropiadamente, ni tampoco se ha tomado en cuenta las épocas de verano o invierno que afectan en el cauce normal del río.

Variantes en el nivel y caudal de la bocatoma debido a factores inesperados como es el caudal existente del río, caudal ecológico y condiciones de verano o invierno de la zona, podrían hacer que sobrepase el nivel de agua en el reservorio, incluso flujos remanentes en el canal podrían afectar, provocando que el canal de desfogue ubicado en el reservorio no sea suficiente solución, vale acotar que a todo esto se le suma otro factor que es el tiempo de respuesta a dichos riesgos imprevistos que pueden suceder.

#### Descripción General

El Proyecto Hidroeléctrico Río Sibimbe, se ubica en las estribaciones de la cordillera occidental entre los 300 y los 100 msnm entre las provincias de Bolívar y Los Ríos, en las cercanías de las poblaciones de Echeandía y Ventanas. El cauce del Río Sibimbe, dentro de la zona del proyecto, está constituido en la mayor parte por terrazas aluviales, con rocas y gravas.

La parte hidrográfica de la central está constituida por la zona de derivación y bocatoma, se localizan aproximadamente en la cota 245 msnm del río Sibimbe.

Dentro de esta zona, el cauce del río presenta unas características de bastante estabilidad dentro del relieve terrestre, es un tramo recto de 300m. Consta de un azud de derivación bajo, con alturas entre 5m promedio con respecto al fondo del cauce del río. Esta altura, permite la carga hidráulica suficiente para un buen funcionamiento de los canales de limpieza o desripadores. Además en el extremo derecho del azud se tiene dos desripadores y una escalera de peces que preserva al medio.

La bocatoma incluye una primera entrada con un cambio direccional del caudal, lo que permite una alta desarenación. Junto a esta entrada, los flujos pasan al sistema de rejillas, compuertas de bocatoma y al desarenador.

#### Descripción de la Obra

Por medio de un vertedero al final en el desarenador, se conecta el sistema de bocatoma a una transición de canal abierto, este canal recorre por cerca de 1,67 Km, y descarga en un gran reservorio. El reservorio tiene un volumen de cerca de 230.000m<sup>3</sup>, y permite una regulación horaria para cobertura de horas pico en generación. Su geometría se establece por medio de una optimización de movimientos de tierra en corte y relleno, y se incorpora un sistema de impermeabilización para evitar filtraciones del agua. El reservorio tiene un canal de bypass que conecta las estructuras de entrada y de salida.

Además se tiene al final del reservorio una toma hacia el sistema presurizado "Tubería de presión" del proyecto, la misma que tiene sistemas de rejillas y compuertas. La conducción del agua es presurizada, con lo que se utiliza una tubería de acero que llega hasta la casa de máquinas dicha tubería va enterrada, lo cual la protege de cualquier incidente que pueda ocurrir. Al entrar a la casa de máquinas la tubería de presión se divide en dos ramas para así poder ser conectada a las dos turbinas. La casa de máquinas se localiza al pie de una pequeña colina formada dentro del valle del río, su construcción es diseñada de tal forma que en un extremo de la casa de máquinas y enterradas se encuentran las dos tuberías que traen el agua desde el reservorio y en su parte lateral opuesta se encuentran los dos canales de desfogue que devuelven el agua turbinada al río. Dentro de esta se realiza el proceso de generación de energía por lo cual se encuentran en su interior partes constitutivas de importancia.

Las turbinas utilizadas son dos del tipo Francis, usan la tecnología alemana WKV, la misma está ubicada en la parte inferior de la casa de máquinas, dichas turbinas constan con un mecanismo de regulación, con contrapeso y una válvula de pistón anular.

El rodamiento de la turbina se fija al eje del generador, también cuenta con un regulador SRE 2000 el mismo que mantiene constante la frecuencia de la

turbina y está equipado con dos bombas de doble émbolo, las mismas que conmutan de manera alternativa para alcanzar igual número de horas de operación. En la parte frontal de la turbina se tiene una válvula mariposa con bypass, como órgano de cierre de la turbina, la cual se acciona por medio de mando de cilindros hidráulicos.

#### 1.5.15 Central Hidroeléctrica Saymirín

##### Introducción

La central Hidroeléctrica Sr. Arturo Salazar Orrego, está a 15 Km. de distancia al noroccidente de la ciudad de Cuenca. Fue construida en tres etapas, la primera en 1956 con dos unidades de 1250 Kw cada una, la segunda en 1963 con dos unidades de 1960 Kw cada una y la tercera en 1995 con otras dos unidades más de 4000 Kw cada una, dando una potencia total de 14.420 Kw. Las turbinas de la primera y segunda etapa son de tipo PELTON y de la tercera etapa son de tipo Francis.

Para generar la potencia total se requieren de 7.9 metros cúbicos/ seg de agua, la caída neta es de 212 metros y la longitud de las tres tuberías de presión es de 345 metros cada una.

El voltaje de generación de las etapas primeras es de 2.400 V., y ésta se eleva por medio de una Subestación a 22.000 V., el voltaje de la tercera etapa es de 2.400 V. y es elevado por una Subestación a 69.000 V.

#### 1.5.16 Central Hidroeléctrica Río Blanco

##### Introducción

La Empresa Eléctrica Riobamba. S.A. para garantizar la dotación de energía para la provincia de Chimborazo, ha aprovechado la ubicación geográfica de las fuentes de agua, mediante su captación, genera energía hidroeléctrica, producida por los caudales de los ríos Alao, Blanco y Achupallas.

#### 1.5.17 Central Hidroeléctrica Alao

##### Introducción

El 2 de Enero de 1967 se realiza la inauguración de los dos primeros grupos de la Central Alao, con la presencia del Dr. Otto Arosemena Gómez,

Presidente de la República. En el año de 1977 se inaugura el tercer grupo y para el año 1979 el cuarto y último grupo.

La empresa está trabajando en el proceso de modernización para lo cual ha realizado la convocatoria al concurso de ofertas para la Modernización y el suministro de sistemas de protección, regulación, medida y scada, para el control conjunto de cuatro unidades, supervisión y montaje de los mismos en la Central Generadora Alao.

Está situada en la Parroquia Pungalá, perteneciente al cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador, aproximadamente a 17 Km al sur de la ciudad de Riobamba a 2750 metros sobre el nivel del mar. Actualmente la central tiene una capacidad instalada de 10.400 KW con cuatro turbinas Pelton de dos inyectores, alimentada por dos tuberías de 0.97m<sup>3</sup>/s con una longitud 731 m y 321m de altura.

#### Descripción General

La central hidroeléctrica Alao, tiene las características de centrales por derivación que se destina una parte del caudal del río del mismo nombre para su aprovechamiento en salto natural. En esta central el agua es conducida mediante túnel y canal abierto, luego pasa al tanque de presión para luego entrar a la turbina y sigue su cauce por un canal para regresar al río Chambo.

#### Descripción de la Obra

En la central Alao existen dos tuberías de presión de 737 metros de longitud, que conduce el agua a la casa de máquinas, cuentan con una capacidad de 1.94 m<sup>3</sup>/s, con la caída de neta de 321 metros hacia las turbinas. El voltaje de generación de los cuatro grupos de turbina tipo Pelton, por medio de los inyectores ingresa 0.97 metros cúbicos por segundo lo que hace girar a 720 revoluciones por minuto, el generador acoplado a la turbina es de 2.6 MW de potencia, dando un total de 10.4 megavatios en la central.

El tipo de turbina de la central es la del tipo Pelton como la potencia en este tipo de turbinas se consigue más por la altura que por el caudal. La altura de



los saltos característicos para estas turbinas varía entre los 100 y 2000 metros.

La Bocatoma es un punto donde empieza el sistema de generación, aprovechando el recurso hídrico de la provincia, realizando la captación del río Alao, como del río Maguazo. Consta de canales de desvío de agua, con sus respectivas compuertas de paso, las mismas que sirven para la regulación de caudal. El caudal promedio enviado a la central desde la bocatoma es de 7.5 m<sup>3</sup>/s, dependiendo de la época del año.

La central Alao es una central hidroeléctrica de pasada y es aquella en la que no existe una acumulación apreciable de agua “corriente arriba de las turbinas”, es decir las turbinas deben aceptar el caudal disponible de los ríos, con sus variaciones de estación en estación, o si ello es imposible el agua se pierde por rebosamiento. Aquí, el agua conducida es llevada al tanque de presión y debido al desnivel entre la central y el tanque, se logra obtener energía potencial en este punto.

Cerca del tanque de presión existe el canal de desfogue (rápida) que va desde el canal hasta el río Chambo. El siguiente punto es la entrada de las bocas de las tuberías de presión, las cuales están provistas de rejillas filtrando cuerpos extraños en el agua. Se encuentra a una altura para una caída bruta de 331 m y caída neta de 321 m, con un caudal de 1.94 m<sup>3</sup>/s.

Las tuberías de presión van desde el tanque de presión hasta la casa de máquinas, está prevista sobre zócalos de cemento armados con tramos separados y puntos fijos en todas las desviaciones.

La tubería es de chapas de acero tipo Martin ST 37-2 DIN 17100 de 750 metros de largo, con diámetros interiores de 900/850/800 milímetros y su espesor va desde los 7 milímetros hasta los 18 milímetros, y sometidos a prueba de presión a 1.5 veces la presión normal, completamente soldada con suelda eléctrica, para protección contra la corrosión. Es la encargada de llevar la energía cinética en el agua hasta las turbinas. Consta de dos tuberías que recorren 321 metros en línea recta, y en total 743 metros, con

un caudal de 1.94 m<sup>3</sup>/s., distancia y caudal suficiente para que cada tubería alimente a dos grupos de la central.

#### 1.5.18 Central Hidroeléctrica El Carmen

##### Introducción

Con la finalidad de atender el suministro de agua potable y alcantarillado a la zona del extremo sur de la ciudad de Quito, la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado (EMAAP-Q) construyó el Proyecto La Mica Quito Sur, el cual permite que esta zona cuente con los servicios mencionados y de esta manera que su desarrollo sea sostenible. Los barrios que actualmente se encuentran ubicados en el sector y los que se formarán, tendrán una cobertura de los servicios básicos hasta el año 2025, es decir podrá atenderse con el proyecto a una población de 600.000 habitantes. El ingreso en operación a finales de 1990 del denominado "Proyecto Papallacta", permitió a la EMAAP-Q contar con un sistema que teniendo como actividad principal el suministro de agua potable, disponía de la instalación de una central de generación hidroeléctrica (Central Recuperadora) para suministrar energía a las estaciones de bombeo y, la energía en exceso, al Sistema Nacional Interconectado.

La experiencia adquirida con este sistema, motivó a la EMAAP-Q a desarrollar un segundo proyecto denominado "La Mica-Quito Sur" (SMQS), el cual tiene como objetivo suministrar agua potable para la zona sur de la ciudad de Quito y generar energía eléctrica en la Central Hidroeléctrica El Carmen"; la cual, cumple un papel importante debido a los ingresos que la empresa percibe por la comercialización de la energía eléctrica en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), del cual la EMAAP-Q es agente generador desde el inicio de operaciones de este.

Los estudios del proyecto La Mica-Quito Sur se iniciaron en la década de los años 1970, su construcción dio inicio en el año 1998 la cual culminó en el año 2000. La tecnología de punta utilizada en este proyecto permite que la EMAAP-Q cuente con una valiosa herramienta para el suministro de agua potable y de energía eléctrica para la ciudad de Quito. El sistema automático de control ha contribuido a garantizar la continuidad en el abastecimiento de

agua cruda a las plantas de tratamiento asociadas y la producción de la energía eléctrica.

#### Descripción General

El Sistema de Agua Potable La Mica se halla situado en las estribaciones del volcán Antisana, a 3.900 msnm, y aprovecha los caudales que fluyen por sus estribaciones hacia la vertiente oriental de los Andes para trasvasarlos hacia la vertiente occidental para ser utilizados para el suministro de agua potable de la ciudad de Quito y, aprovechando el desnivel existente entre el sitio de captación y la planta de tratamiento de agua potable, generar energía eléctrica en la Central El Carmen. El proyecto está diseñado para transportar 1,70 m<sup>3</sup>/ s.

El sistema La Mica-Quito Sur, hasta la Planta de tratamiento El Troje, consiste de una presa ubicada en el río Desaguadero de la laguna La Mica, tres captaciones secundarias de los ríos Antisana, Jatunhuaycu y Diguchi, una tubería de acero correspondiente a la conducción superior, la casa de máquinas de la Central El Carmen, una tubería de presión inferior, en la cual se encuentra la estación reductora de presión y reguladora de caudal, que conduce el agua turbinada a la Planta de Tratamiento de Agua Potable El Troje. La energía generada por la central se entrega al Sistema Nacional Interconectado mediante una línea de transmisión hacia la Subestación Santa Rosa.

El proyecto está localizado a 75 Km al Oriente de la Ciudad de Quito. A la Central El Carmen se accede por una carretera asfaltada de 24 Km de longitud que parte desde la carretera Sangolquí - Pifo hacia la población de Pintag.

#### Descripción de la Obra

La presa La Mica se encuentra ubicada a 600 m del sitio del antiguo desaguadero de la laguna del mismo nombre. Está constituida por un relleno compactado de materiales sueltos conformados por lahares, materiales fluvio glaciares y cenizas volcánicas, con un filtro tipo chimenea a lo largo del eje vertical de la presa, llene una altura máxima de 15,20 m, sobre el lecho

de cimentación; y, 780 m de longitud de la coronación. La presa La Mica conforma un embalse de 23,20 millones de m<sup>3</sup> útiles. La presa dispone de una obra de toma, desagüe de fondo y vertedero de excesos. Desde la obra de toma parte el sistema de conducción superior hacia la Central 1 Carmen. Las captaciones de los ríos Antisana, Jatunhuaycu y Diguchi son tomas convencionales, conformadas por un azud de derivación, obra de toma, desripador, desarenador y tanque de carga, del cual parten sendas tuberías de acero para unirse con la tubería de la conducción superior. Las tuberías son de 804, 480 y 3600 m, respectivamente.

La conducción superior es una tubería de acero, enterrada, de 20.600 m de longitud, 1,08 m de diámetro y 7 mm de espesor, que partiendo de la obra de toma de la presa La Mica, alcanza la bifurcación, en la abscisa 17+400, desde donde parten los ramales correspondientes a la chimenea de equilibrio y la tubería de presión. La conducción superior tiene una capacidad máxima de diseño correspondiente a 1,70 m<sup>3</sup>/s y dispone de tres túneles de 80, 2.900 y 240 m de longitud dentro de los cuales se aloja la tubería de acero.

La chimenea de equilibrio superior es del tipo de orificio restringido de 0,40 m de diámetro. Está conformada por un ramal de tubería de 640 m de longitud y 1,08 m de diámetro, que asciende por el terreno hasta la cota 3927 msnm. La conducción superior continúa luego de la bifurcación con la tubería de presión con un diámetro inicial de 1,08 m y 7 mm de espesor y termina en la casa de máquinas con un diámetro de 0,95 y 20 mm de espesor.

La casa de máquinas de la Central El Carmen, ubicada a la cota 3304,50 m y cerca de la población del mismo nombre, está constituida por una estructura a cielo abierto, de hormigón armado, que permite alojar los siguientes equipos: una válvula esférica, una válvula disipadora de presión, una turbina Peí ton de 9,49 Mw, de eje horizontal y dos inyectores, un generador de 10,50 MVA, transformador de servicios, generador de emergencia, sala de control y los demás equipos para la operación y el control de la central.

### 1.5.19 Central Hidroeléctrica Illuchi N° 1 e Illuchi N°2

#### Introducción

Las centrales están ubicadas cerca de la ciudad de Latacunga en la provincia del Cotopaxi. El agua que se emplea para la generación de la energía eléctrica es la proveniente del río Illuchi. El área del proyecto tiene dos zonas bien definidas desde el punto de vista hidroenergético y que coincide con las condiciones fisiográficas, climatológicas e hidrológicas; al oriente de la Cordillera Real, zona que se la conoce como zona Oriental; y la situada al este de la ciudad de Latacunga, que es el Callejón Interandino.

#### Descripción General

La central hidroeléctrica Illuchi 1, se encuentra en operación desde el año 1951, tiene 55 años de operación en forma continua, por lo tanto ha terminado su vida útil técnica. La central hidroeléctrica Illuchi 1, es una central hidráulica, compuesta de cuatro turbinas marca Bell, tipo Pelton, que accionan cuatro generadores marca BBC que funcionan a un voltaje de 2400 voltios. La potencia total instalada es de 5244 kVA, distribuida en dos grupos de 872 kVA de 1200 rpm y dos de 1750 kVA de 900 rpm.

La subestación de elevación está formada por tres transformadores de 23/2.4 kV, 1750 kVA, que trabajan en paralelo y se interconectan al sistema de ELEPCO, mediante una línea trifásica de 23 kV hasta la S/E El Calvario.

#### Descripción de la obra

##### Illunchi 1

En este tipo de proyecto se embalsa un volumen considerable de líquido "aguas arriba" de las turbinas mediante la construcción de una o más presas que forman lagos artificiales. El embalse permite graduar la cantidad de agua que pasa por las turbinas. Del volumen embalsado depende la cantidad que puede hacerse pasar por las turbinas. Las centrales con almacenamiento de reserva exigen por lo general una inversión de capital mayor que las de pasada, pero en la mayoría de los casos permiten usar toda la energía posible y producir kilovatios-hora más baratos.

La Central Illuchi 1 presenta estas características, ya que consta con su embalse, del cual el agua es llevada a la casa de máquinas por medio de

una tubería, para allí mover las turbinas, y producir la energía eléctrica. De acuerdo a la clasificación que se suele usar en nuestro país se puede indicar que la central Illuchi 1 es una central en cascada, ya que forma parte de un grupo de centrales que aprovechan el agua de centrales aguas arriba. La central Illuchi 1 es la primera central del sistema en cascada.

Debido a los caudales de agua de 350 l/s y a la altura neta 290 m de la caída al inicio de la tubería de presión se puede definir a esta central como una central de baja presión; ya que la presión que existe por las tuberías de presión no es excesiva y debido a las bajas potencias que se manejan en los grupos generadores no se requiere de grandes presiones.

#### Illunchi 2

Es una central hidroeléctrica pero con diferentes características con respecto a la anterior, ya que es una central de paso. Además esta central es más actual con respecto a la anterior, ya que fue construida en el año 1984 por lo tanto sus equipos tienen mayor vida útil, y se encuentran funcionando de una manera adecuada.

Esta central utiliza el agua turbinada que sale de la Central Illuchi 1 para producir la energía eléctrica; esto con el fin de aprovechar la energía potencial del agua.

El funcionamiento de esta central es el mismo que el de la central Illuchi1, ya que cuenta con la misma constitución, el mismo tipo de turbinas (pero más modernas), el mismo tipo de tubería de presión, pero vale indicar que la Central Illuchi 2 aprovecha el agua turbinada que proviene de la Central Illuchi 1 para generar la energía eléctrica a través de canal de tuberías.

#### 1.5.20 Central Hidroeléctrica Pasochoa

##### Introducción

La central Hidroeléctrica Pasochoa forma parte del Sistema de Agua Potable Pita, perteneciente a la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado de Quito (EMAAP-Q).

En el tramo de la conducción de agua cruda, aprovecha un desnivel que se presenta para conducir las aguas a presión desde las obras de captación en el río Pita hasta la planta de tratamiento de agua Potable de Puengasí. La

central Hidroeléctrica Pasochoa de 4.50 Mw de potencia instalada, cuyas obras ocupan una área total de 60.000 m<sup>2</sup>, es propiedad de la Empresa Eléctrica Quito S.A., su construcción fue terminada en el año 1967. Capta las aguas de los ríos Pita y Salto, aproximadamente en la cota 3331 msnm, que luego de ser turbinadas son conducidas mediante un túnel a la planta de tratamiento de agua Potable de Puengasí. Su producción energética es destinada para cubrir la demanda del área de concesión de la Empresa Eléctrica Quito.

#### Descripción General

La obra de toma se ubica al suroeste del cantón Mejía, cerca del límite cantonal con Rumiñahui y El Distrito Metropolitano de Quito. La casa de máquinas se ubica en el sector denominado La Letra del cantón Rumiñahui, a unos 38 km al sur de la ciudad de Quito. Las obras que constituyen la central son: toma en el río Pita, túnel y canal de conducción a flujo abierto, tanque de presión, tubería de presión, casa de máquinas, descarga en la conducción que va hacia la planta de tratamiento de agua potable de Puengasí, subestación y línea de transmisión.

El acceso tanto a las obras de toma como a la casa de máquinas se realiza desde la carretera pavimentada Sangolquí-Amaguaña a través de un ramal de camino afirmado que parte desde el sector de Cuendina hacia el sur.

Al llegar al sitio denominado Hierba Buena, el camino se ramifica, un ramal de unos 2.5 km llega a la casa de máquinas y el otro pasa por cerca del tanque de presión y va bordeando la conducción hasta la toma y llega a la población de Santa Ana de Pedregal. La toma se ubica a unos 18 km al sureste del tanque de presión siguiendo el camino antes mencionado.

#### Descripción de la Obra

La obra de toma consiste en un azud de derivación automático, con la obra de toma en el margen izquierdo constituido por una rejilla gruesa y dos compuertas verticales que permiten captar 1.5m<sup>3</sup>/s. La conducción a flujo libre es en túnel y canal de una longitud aproximada de 9 km hasta el tanque de presión.

La obra de cabeza, ubicada al final de la conducción está conformada por un desarenador y tanque de presión diseñados para que trabajen en conjunto; al final de la obra se encuentra un vertedero circular que permite el paso del caudal hacia la rejilla de ingreso a la tubería de presión; a la derecha del tanque se encuentra el vertedero de excesos con una rápida que descarga en la quebrada Gualilagua, el tanque desarenador está equipado con 4 compuertas verticales que regulan el ingreso del caudal al desarenador, al tanque, a la tubería de presión y a la rápida respectivamente.

La tubería de presión es de acero con anclajes y apoyos a lo largo de la misma. La casa de máquinas es superficial, aloja a dos grupos generadores con turbinas Pelton de eje horizontal, está equipada con un puente grúa, tableros de control y equipos auxiliares para el funcionamiento de la central. La descarga se realiza hacia un túnel, el mismo que transporta las aguas turbinadas al sistema de conducción a presión hacia la planta de tratamiento de agua potable de Puengasí.

A la derecha de la casa de máquinas se ubica la subestación con el transformador de elevación y el pórtico de salida de la línea de transmisión, que va hasta la subestación de Sangolquí.

#### 1.5.21 Central Hidroeléctrica Perlabí

##### Introducción

El Proyecto Hidroeléctrico Perlabí, clasificado dentro de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, fue estudiado por iniciativa privada de la Compañía Hidroeléctrica Perlabí, quien amparándose en el artículo 30 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico dispone del permiso para la construcción y operación de la central; y, mediante sentencia favorable al Proceso No. 1341-00- C.T.D. dictada el 26 de septiembre del 2000, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, obtuvo la concesión para el uso y aprovechamiento de las aguas de la quebrada Chirisacha (afluente del río Perlabí) para generación de energía eléctrica, mediante la construcción de la Central Hidroeléctrica Perlabí. Luego de reunidos los requisitos técnicos y legales que demandan los organismos de control del Sector Eléctrico, la central se encuentra en la fase de construcción.



### Descripción General

EL Proyecto Hidroeléctrico Perlabí, ubicado en el Cantón Quito, dentro de los límites de la parroquia San José de Minas, se inicia aguas abajo de la junta de la Quebrada Chirisacha con la Quebrada de las Minas, para luego de unos 2,0 km de recorrido desembocar en el río Cala, el cual a su vez desemboca en el río Perlabí. El Proyecto Hidroeléctrico Perlabí se encuentra ubicado al nor-occidente de la ciudad de Quito, aproximadamente a 35 km, aprovecha las aguas de la quebrada Chirisacha. El sitio de captación se encuentra en la cota 1.931 msnm, en las coordenadas UTM 785.200 E y 20.900 N. Las poblaciones más cercanas al proyecto son: San José de Minas, Atahualpa, Perucho, Chávez- pamba.

El esquema de aprovechamiento consiste en un azud de derivación a filo de agua, desarenador, un tanque de carga, conducción a presión mediante, una tubería de acero, chimenea de equilibrio con orificio restringido, tubería de presión, casa de máquinas y canal de restitución,

Al sitio del proyecto se accede desde la ciudad de Quito por la vía asfaltada Quito-San José de Minas, antes de llegar a la mencionada población existe un desvío por una carretera de tercer orden se accede a los sitios de las obras del proyecto.

### Descripción de la Obra

El Proyecto Hidroeléctrico Perlabí está constituido por Obras de captación a filo de agua y consta de las siguientes obras: un azud de derivación; toma de agua 11 la margen izquierda diseñada para captar 1,5 m<sup>3</sup>/s; un desarenador de una cámara; un tanque de carga con una capacidad de unos 550 m<sup>3</sup>; conducción de baja presión mediante una tubería de acero de unos 2.200 m de longitud y diámetros de 0,90 y 0,80 m; chimenea de equilibrio de 38 m de longitud, 1,5 m de diámetro interior y 0,5 m de diámetro del orificio restringido; tubería de presión superficial de 336 m de longitud y 0,75 m de diámetro; y, casa de máquinas con dos turbinas Pelton de eje horizontal, con una potencia instalada total de 2,47 Mw.

La central funcionará interconectada al Sistema de distribución de la EEQ y el punto de entrega de la energía será la subestación a 22,8 Kv ubicada en

la población de San José de Minas, aproximadamente a 3,0 km de la central de generación. La línea a construirse será trifásica a 22,8kV.

Geológicamente, el proyecto se encuentra ubicado en un área conformada por formaciones volcánicas antiguas pertenecientes a la unidad Macuchi que constituyen el basamento, y; materiales volcánicos recientes del cuaternario que forman un manto muy potente que cubre a toda la región. En general las condiciones geológicas y geotécnicas no presentan ninguna dificultad para la cimentación de las obras previstas.

#### 1.5.22 Central Hidroeléctrica Carlos Mora

##### Introducción

La Central Hidroeléctrica “ING. CARLOS MORA CARRIÓN” está ubicada en el sector San Ramón ubicado en el kilómetro 32 de la vía Loja Zamora, pertenece a la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. genera una Potencia de 2,4 MW y un voltaje de 2.3 KV.

Esta central fue construida en el año de 1956, la maquinaria generadora estaba compuesta por dos turbinas hidráulicas una tipo Pelton y una Francis de 14 Kw cada una, instalándose tubería de presión de 12 pulgadas de diámetro.

#### 1.5.23 Central Hidroeléctrica Loreto

##### Introducción

La central Loreto, es conocida también como Proyecto Hidroeléctrico Loreto, su objetivo fundamental fue construir y operar una mini central para utilizar el almacenamiento y descargas del Reservoirio Loreto y generar energía eléctrica, en especial durante los meses secos que se producen en la Amazonia del país. Con capacidad de 2.15 MW, equipo tipo Pelton, marca: WKV.

El proyecto en la actualidad utiliza la capacidad de los reservorios existentes de Paracocha y Loreto, que permiten el almacenamiento de las aguas durante los meses húmedos para ser utilizadas durante el tiempo de estiaje.

El proyecto Loreto forma parte del aprovechamiento óptimo de la cuenca alta del río Papallacta, cuyas aguas utilizadas en serie son controladas y reguladas en las presas de Paracocha y Loreto.

Por razones de figura empresarial HCJB, separó a este ministerio como empresa con fines de lucro, creándose ECOLUZ S.A. (2003), pues los excedentes de energía obtenidos permiten que vendamos a través del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM).

#### 1.5.24 Central Hidroeléctrica Los Chillos

##### Introducción

La Central Hidroeléctrica Los Chillos de 1.78 Mw de potencia instalada, capta las aguas del río Pita, aproximadamente en la cota 2.835 msnm; la restitución se realiza en la cota 2.640 msnm, en el río Santa Clara, afluente del San Pedro. Las obras de la Central ocupan un área total de 140.860 m<sup>2</sup>. La Central fue puesta en operación en 1992 por la empresa The Quito Electric Light and Power Company; en 1932 las instalaciones fueron vendidas a la Eléctrica Quito y posteriormente, en 1946 pasaron a propiedad de la Empresa Eléctrica Municipal, la que en 1955 se transformó en la actual Empresa Eléctrica Quito S.A.

La central Los Chillos forma parte de las instalaciones de generación hidráulica que dispone actualmente la Empresa Eléctrica Quito S.A. La energía que produce la central es evacuada a la subestación de San Rafael para abastecer la demanda del área de concesión de la Empresa Eléctrica Quito.

##### Descripción General

Todas las obras de la central se ubican en el cantón Rumiñahui de la Provincia de Pichincha, al suroeste de la ciudad de Quito, a unos 23 km, aproximadamente. Las obras que conforman la central son: dos captaciones en río Pita, dos conducciones a flujo libre que están conformadas por tramos de túnel y canal, reservorio de regulación diaria, tanque de carga, tubería de presión, casa de máquinas, canal de descarga en canal, subestación y línea de transmisión. La captación está ubicada en el sector denominado

Molinuco; el reservorio, tubería de presión y la central se localizan en el sector de Santa Rosa.

El acceso a la casa de maquinas se lo realiza por la carretera que va desde Sangolquí a la población de Selva Alegre y a unos 4 km de ésta, en dirección a la hacienda agrícola de la Escuela Politécnica del Ejército (IASA), se encuentra la casa de maquinas y la subestación.

Al reservorio y toma se accede desde la carretera Sangolquí – Pintag- Pifo, por un ramal que parte desde el sector de Cashapamba hacia la población de Patichupamba, pasando cerca del reservorio en el sector de Loreto y de la toma en el río Pita. Por el camino de acceso mencionado, desde Cashapamba al reservorio hay 7.4 km de distancia y desde éste hasta las obras de toma 6.8 km.

#### Descripción de la Obra

Las obras de toma consisten en dos captaciones del río Pita, denominadas, según su ubicación, una con respecto a la otra, como bocatoma alta y bocatoma baja. La bocatoma alta está conformada por un enrocamiento de piedras que elevan el nivel del agua para ser desviado hacia el canal de conducción correspondiente. La bocatoma baja tiene un dique de desvío, construido de hormigón ciclópeo sobre el cauce del río. La bocatoma está constituida por la estructura de compuerta, de accionamiento manual para control del caudal que pasa al canal de conducción, ubicada al margen derecho del dique de derivación.

Los dos canales de conducción se denominan también como canal alto y canal bajo. El canal alto tiene una longitud de 4.700 m de los cuales 2.430 m corresponden a varios tramos de túneles, es parcialmente revestido.

Este canal cruza la quebrada “El Churo” con un acueducto de 19.8 m de longitud, realizado en forma de cajón de hormigón armado sobre mampostería de piedra. El canal de conducción bajo es de 5.600 m de longitud total, correspondiendo 4.350 m a varios tramos de túneles.

El reservorio de regulación diaria, conocido como Laguna Santa Rosa, consiste en un pequeño embalse conformado por una presa de materiales sueltos construida en una quebrada s/n, afluente del río Santa Clara, en el

sector de Loreto. A la entrada de reservorio se tienen las compuertas de ingreso de los canales que desembocan en este; además, en el margen derecho de la presa se ubica el canal de desagüe controlado por una compuerta de acción manual y que termina en una rápida que descarga en la quebrada s/n antes mencionada. El tanque de carga se ubica en el margen izquierdo de la presa y está equipado con rejilla fina y controlada por dos compuertas verticales, una de ingreso a la tubería y la otra para el desagüe del reservorio.

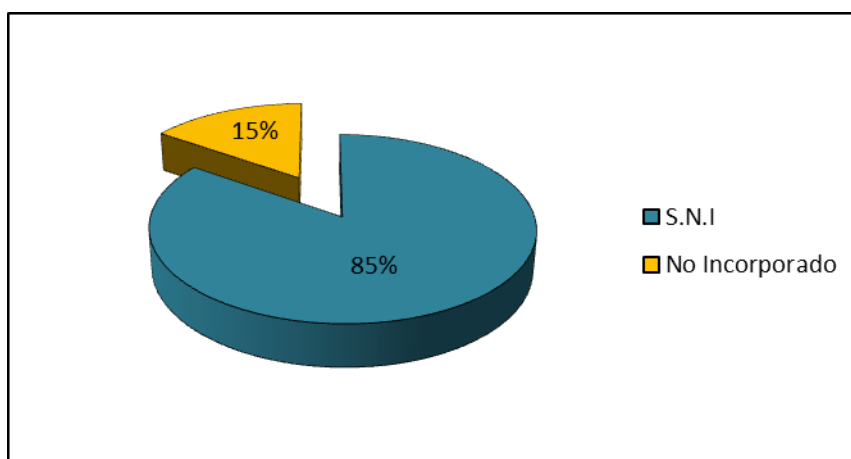
La tubería de presión es superficial, de acero con anclajes y apoyos de hormigón. La casa de maquinas es superficial, aloja a dos grupos generadores. La descarga se realiza en canal del río Santa Clara, la subestación se ubica en una plataforma al lado derecho de la casa de maquinas, a unos 40 m sobre ésta, junto al camino de acceso, está equipada con tres transformadores monofásicos y el pórtico de salida de la línea. La línea de transmisión sale del patio de maniobras de la central y va hacia la fabrica ENKADOR y a la subestación de San Rafael.

## CAPÍTULO II

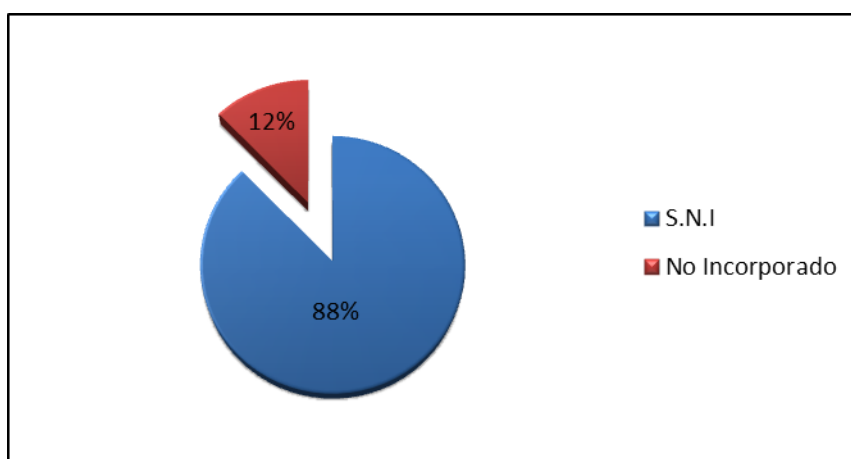
### ANÁLISIS Y ESTANDARIZACIÓN

#### **2.1 Análisis y estandarización de la información**

De las centrales de generación eléctrica en el país, constan aquellas que están directamente relacionadas con el S.N.I. y aquellas que se encuentran aisladas o no incorporadas al mismo. Las potencias y porcentajes de participación de las centrales de generación dentro de estos dos sistemas para el año 2011, se reflejan en los gráficos 2 y 3, es importante citar que en estos valores no se incluye lo correspondiente a las Interconexiones eléctricas internacionales, por lo que los totales tendrán una diferencia significativa con las estadísticas de los años anteriores. Adicionalmente, también existe diferencia por la salida y/o ingreso de generación, entre las más importantes cabe destacar: la contratación de 130 MW térmicos con la empresa Energy International, instalados en Quevedo y 75 MW térmicos con la empresa APR Energy LLC, instalados en Santa Elena, la Corporación del Ecuador CELEC EP encarga a la Unidad de Negocio TERMOPICHINCHA el suministro de combustible para la operación de la Central Termoeléctrica Santa Elena I; además se debe señalar el ingreso de la Central Hidroeléctrica Mazar con 183,7 MW. De esta forma lo representado gráficamente corresponde a la potencia que estuvo disponible en el Ecuador durante el año 2011 en cada uno de los sistemas indicados.



**Gráfico 2. Potencia nominal por sistema (MW)**



**Gráfico 3. Potencia efectiva por sistema (MW)**

Con respecto al año 2010, las Interconexiones eléctricas con Colombia y Perú no tuvieron variación tanto de la potencia nominal, como de la efectiva; en conjunto el total de las Interconexiones fue 650,00 MW y 635,00 MW, respectivamente.

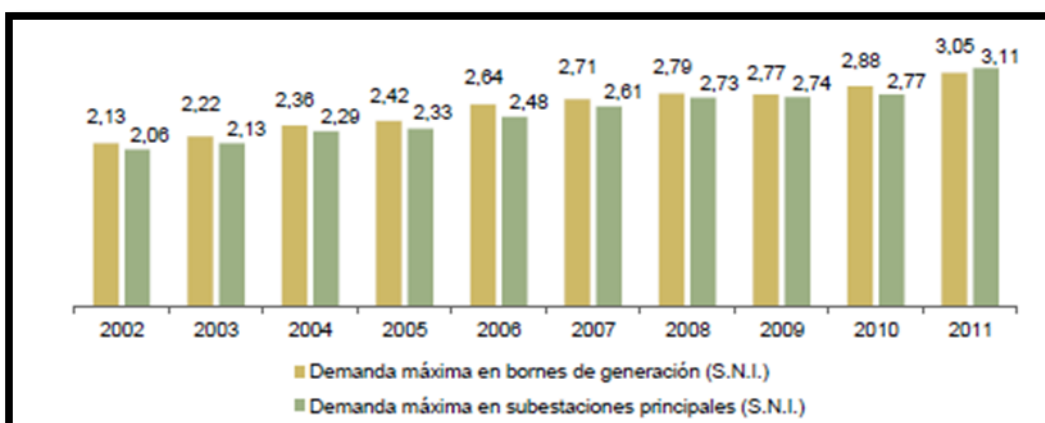
En el año 2011 nuestro país alcanzó una producción neta de energía de 18.430,27 GWh, de la cual: 10.968,45 GWh energía hidráulica, 6.044,13 GWh energía térmica, 147,27 GWh energía no convencional y 1.270,42 GWh energía importada desde Colombia. La producción hidroeléctrica en el

año 2010 fue de 8.470,08 GWh frente a una producción neta total de 17.240,40 GWh. **Fuente. CENACE.**

El sector eléctrico ecuatoriano se encuentra en un momento trascendente. Están en construcción varias centrales de generación hidroeléctrica para incrementar la capacidad instalada en 3.000 MW aproximadamente.

Se desarrollan planes importantes para mejorar la distribución y sus indicadores, entre ellos: disminución de pérdidas, eficiencia energética y calidad del servicio. Se concibe la incorporación de la red 500 kV en el sistema de transmisión y se percibe la integración eléctrica regional de toda la región andina.

Durante el 2011, la demanda de energía de las Empresas Distribuidoras y Grandes Consumidores, incluyendo las exportaciones, fue de 17.747,80



GWh, con un incremento del 7,08% con relación al 2010 (Tabla 3).

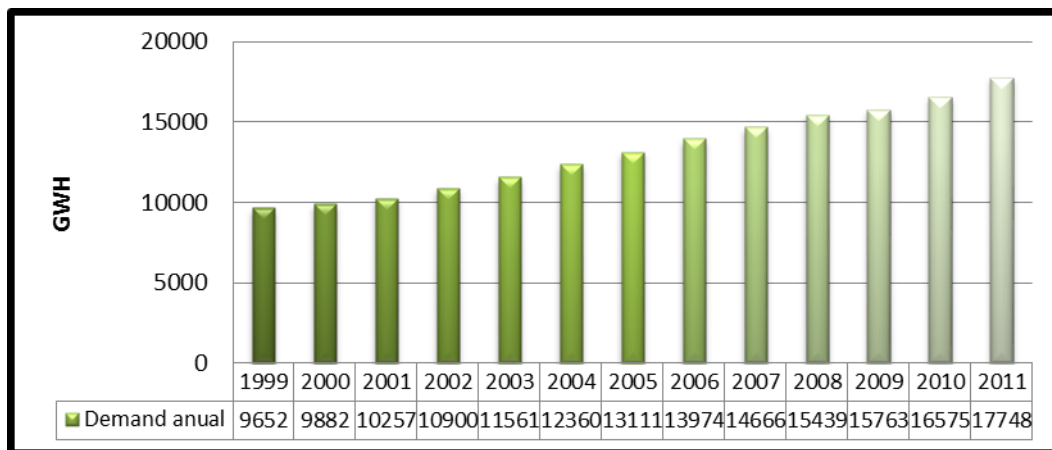
Tabla 3. Demanda histórica anual de energía (GWh)

**Fuente: CENACE**

La demanda en bornes de generación en cada año se refiere a la sumatoria de las demandas máximas no coincidentes de cada mes, medida a la salida de las centrales de generación, y tuvo un crecimiento del 2010 al 2011 del 5,98 %, mientras que en el período 2002-2011 creció 43,06 %, es decir, un promedio anual del 4,54 %. Por otro lado, la demanda máxima en subestaciones principales, es la resultante de la sumatoria de las demandas



máximas no coincidentes de cada uno de los sistemas de distribución conectados al Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.), el incremento del 2011 respecto del 2010 fue 1,21%. (Gráfico 4).



**Gráfico 4. Evolución de la demanda en el S.N.I., período 2002-2011. Fuente: CONELEC**

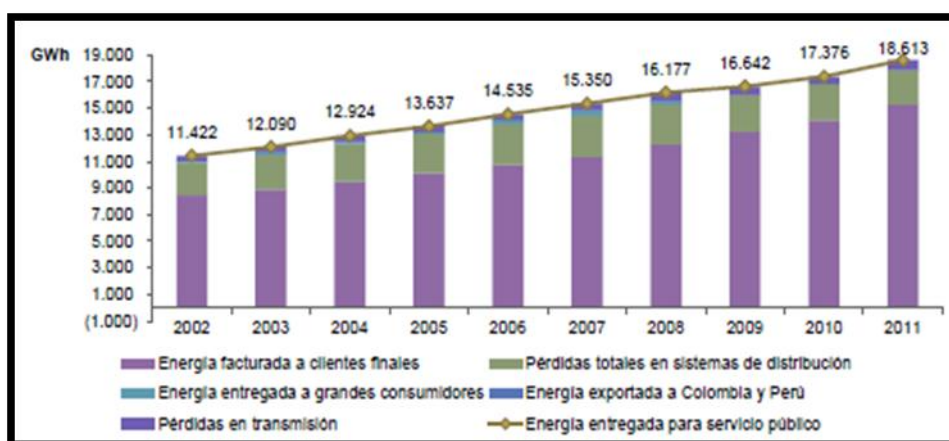
La energía entregada para servicio público, es aquella entregada a los clientes finales a través de los sistemas de transmisión y distribución. En el Gráfico 5, se muestra los valores totales anuales, donde se aprecia que en el periodo, esta energía se incrementó en 62,95 %, mientras que en el 2011 creció 7,12 % respecto al 2010.

**Gráfico 5. Balance de energía entregada para servicio público. Fuente: CONELEC**

La producción de energía eléctrica en el Ecuador se incrementó en 5,93% (1.111,22GWh), respecto al 2010, de forma semejante la importación de energía se incrementó en 48,31% (421,69 GWh), dando como resultado final un aumento de la energía bruta total a nivel nacional de 7,14 % (1.455,98 GWh). (Fuente CONELEC).

Esto fue consecuencia de las mejores condiciones hidrológicas, respecto al 2010, presentadas en las cuencas que alimentan las principales centrales hidroeléctricas, y al ingreso de nueva generación en el parque eléctrico nacional.

En el 2011, la energía importada a través de la interconexión internacional con Colombia fue de 1.294,59 GWh (que representa el 6,91% respecto del total de la energía bruta producida) medida tanto en la S/E Jamondino (1.294,38 GWh) como en la S/E Panamericana (0,21GWh). Este valor tuvo un incremento del 62,29% respecto al año anterior. Durante el 2011 no se importó energía desde Perú.



La energía importada a través de la interconexión internacional con Colombia, medida tanto en la S/E Pomasqui (1.270,21 GWh) como en la S/E Tulcán (0,21 GWh), fue de 1.270,42 GWh (6,89% con respecto al total de

energía neta producida). Este valor tuvo un incremento del 62,26% respecto al año anterior.

## 2.2 Datos históricos de Producción de las Centrales Hidroeléctricas

### 2.2.1 Generadoras

El Grupo que conforma las Centrales Hidroeléctricas de empresas Generadoras son:

- |     |   |         |
|-----|---|---------|
| 1.  | Eléctrica HidroPaute con su Central Paute Molino    | Empresa |
| 2.  | Eléctrica HidroAgoyán con su Central Pucará         | Empresa |
| 3.  | Eléctrica Hidronación con su Central Marcel Laniado | Empresa |
| 4.  | Q con su Central El Carmen                          | EMAAP-  |
| 5.  | Eléctrica HidroPastaza con su Central San Francisco | Empresa |
| 6.  | Eléctrica HidroSibimbe con su Central Sibimbe       | Empresa |
| 7.  | Eléctrica Ecoluz S.A con su Central Loreto          | Empresa |
| 8.  | Eléctrica HidroAgoyán con su Central Agoyán         | Empresa |
| 9.  | Eléctrica Elecaustro con su Central Saymirín        | Empresa |
| 10. | Eléctrica Elecaustro con su Central Saucay          | Empresa |
| 11. | Eléctrica HidroPaute con su Central Paute Mazar     | Empresa |

En el Anexo 1, se detalla los datos históricos de producción para cada Central Hidroeléctrica de empresas Generadoras.

### 2.2.2 AutoGeneradoras

El Grupo que conforma las Centrales Hidroeléctricas de empresas AutoGeneradoras son:

1. Empresa Eléctrica Hidroabanico con su Central Hidroabanico
2. Empresa Eléctrica Enermax S.A con su Central Calope
3. Empresa Eléctrica EMAAP-Q con su Central Recuperadora
4. Empresa Eléctrica Perlabí con su Central Perlabí
5. Empresa Eléctrica La Internacional con su Central Vindobona
6. I.M Mejía con su Central La Calera
7. Empresa Eléctrica Ecoluz con su Central Papallacta

En el Anexo 2, se detalla los datos históricos de producción para cada Central Hidroeléctrica AutoGeneradora.

### 2.2.3 Distribuidoras

El Grupo que conforma las Centrales Hidroeléctricas de empresas Distribuidoras son:

1. Empresa Eléctrica Quito con su Central Pasochoa
2. Empresa Eléctrica Quito con su Central Cumbayá
3. Empresa Eléctrica Quito con su Central Guangopolo
4. Empresa Eléctrica Quito con su Central Los Chillos
5. Empresa Eléctrica Quito con su Central Nayón
6. Empresa Eléctrica Cotopaxi con su Central Illunchi N° 1
7. Empresa Eléctrica Cotopaxi con su Central Illunchi N° 2
8. Empresa Eléctrica Cotopaxi con su Central El Estado
9. Empresa Eléctrica Norte con su Central La Playa
10. Empresa Eléctrica Norte con su Central San Miguel de Car
11. Empresa Eléctrica Norte con su Central Ambi
12. Empresa Eléctrica Sur con su Central Carlos Mora
13. Empresa Eléctrica Riobamba con su Central Río Blanco
14. Empresa Eléctrica Riobamba con su Central Alao
15. Empresa Eléctrica Chimbo con su Central Chimbo

En el Anexo 3, se detalla los datos históricos de producción para cada Central Hidroeléctrica Distribuidora.

## 2.3 Datos Técnicos de las Obras hidroeléctricas

### 2.3.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL CUMBAYÁ (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Río San Pedro	Tipo de captación	Azud de derivación	Tipo	Túnel y canal
Cota de Captación	2382 msnm	Compuertas tipo	Radiales	Sección	Herradura
Cota de Descarga	2240 msnm	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	8707,05 m
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Superficial, Hórmigon / Blindada	Caudal de diseño	21 m <sup>3</sup> /s
Tipo de sección	Trapezoidal	Número	2	Diámetro interior	3,5 m
Rejilla	Con desbasurador manual	Longitud	309,11 m	Seccion del canal	Trapezoidal
Número de compuertas	2	Diámetro	2,44 m	Longitud del canal	162 m
Dimensiones compuerta BxH	3,65 X 3,14	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	Torre de hórmiton armado	Tipo	Superficial
Tipo	Francis / Horizontal	Número	2	Dimensiones BxLxH	20x45x26 m
Número de unidades	4	Altura	30 m	Potencia instalada Total	40 Mw
Potencia cada unidad	10 Mw	Diámetro interno	5 m	<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caudal de diseño por unidad	9 m <sup>3</sup> /s	<b>GENERADORES</b>		Tipo	Mariposa
Caída de diseño	133 m	Número de unidades	4	Número	4
Velocidad rotación c/u	514 rpm	Potencia cada unidad	11,11 MVA	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	

<b>EMBALSE</b>		Factor de potencia c/u	0.9	Transformadores de potencia	Trifásicos
Nivel máximo normal	n.d	<b>PRESA</b>		Potencia	12500 MKVA
Nivel mínimo normal	n.d	Tipo	n.d	Relación de transformación	4,16/46
Volúmen total	n.d	Cota de coronación	n.d	<b>VERTEDEROS</b>	
Volúmen útil	n.d	Altura máxima	n.d	Tipo	n.d
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>				Capacidad máxima de descarga	n.d
Longitud	2,2 Km				
Número de circuitos	1				
Voltaje	46 Kv				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

## 2.3.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL GUANGOPOLO (1/2)

CAPTACIÓN		OBRAS DE TOMA		CONDUCCIÓN	
Río de Captación	Río San Pedro	Tipo de captación	Convencional a filo de agua	Tipo	Canal-Túnel
Cota de captación	2453 msnm	Compuertas tipo	radiales	Sección	n.d
Cota de descarga	2382 msnm	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	5030m
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Superficial/Blindada	Caudal de diseño	n.d
Tipo de sección	Rectangular	Número	n.d	Diámetro interior	n.d
Rejilla	Con desbasurador	Longitud	n.d	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	n.d	Longitud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>Antigua Guangopolo</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Número	3	<b>Antigua Guangopolo</b>	
Tipo	Francis	Longitud	2 de 177.30 m	Tipo	Superficial
Número de unidades	5	Diámetro	2.16 m	Dimensiones BxLxH	n.d
Potencia cada unidad	2 Mw	Caudal Total	18 m3/s	Potencia instalada Total	9.40 Mw
Caudal de diseño por unidad	4.0/3.0 m3/s	<b>Nueva Guangopolo</b>		<b>Nueva Guangopolo</b>	
Caída de diseño	70 m	Longitud	1 de 182 m	Tipo	Superficial
Velocidad rotación c/u	720 rpm	Diámetro Variable	2.80/2.60/1.80 m	Dimensiones BxLxH	n.d
<b>EMBALSE</b>		Espesor	10/20 mm	Potencia instalada Total	11.52 Mw
Nivel máximo normal	n.d	Caudal Total	18 m3/s		



		<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>			
Nivel mínimo normal	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		Tipo	n.d
Volúmen total	n.d	Tipo	n.d	Número	n.d
Volúmen útil	n.d	Número	n.d	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>		Altura	n.d	Transformadores de potencia	Trifásicos
Longitud	n.d	Diámetro interno	n.d	Potencia	n.d
Número de circuitos	n.d	<b>GENERADORES</b>		Relación de transformación	2.30/46 Kv
Voltaje	n.d	Número de unidades	3	<b>VERTEDEROS</b>	
<b>PRESA</b>		Potencia cada unidad	Unidades 1,2,5; 2.50 MVA	Tipo	n.d
Tipo	n.d	Factor de potencia c/u	0.80/0.85	Capacidad máxima de descarga	n.d
Cota de coronación	n.d				
Altura máxima	n.d				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

## 2.3.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL PASOCHOA (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Río Pita	Tipo de captación	Convencional a filo de agua	Tipo	Canal y túnel a flujo libre
Cota de captación	n.d	Compuertas tipo		Sección	n.d
Cota de descarga	n.d	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	9 m
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Superficial blindada	Caudal de diseño	n.d
Tipo de sección	Rectangular	Número	n.d	Diámetro interior	n.d
Rejilla	n.d	Longitud	366 m	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	1.20/0.80 m	Longitud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	n.d	Tipo	Superficial
Tipo	Pelton/horizontal	Número	n.d	Dimensiones BxLxH	n.d
Número de unidades	2	Altura	n.d	Potencia instalada Total	4500 Kw
Potencia cada unidad	2250 Kw	Diámetro interno	n.d	<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caudal de diseño por unidad	1495 m <sup>3</sup> /s	<b>GENERADORES</b>		Tipo	n.d
Caída de diseño	1190.7 m	Número de unidades	2	Número	n.d
Velocidad rotación c/u	450 rpm	Potencia cada unidad	2812 MVA	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	
<b>EMBALSE</b>		Factor de potencia c/u	0.8	Transformadores de potencia	Superficial
Nivel máximo normal	n.d	<b>PRESA</b>		Potencia	n.d
Nivel mínimo normal	n.d	Tipo	n.d	Relación de transformación	n.d
Volúmen total	n.d	Cota de coronación	n.d		

				<b>VERTEDEROS</b>	
Volúmen útil	n.d	Altura máxima	n.d	Tipo	n.d
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>				Capacidad máxima de descarga	n.d
Longitud	10 Km				
Número de circuitos	1				
Voltaje	46 Kv				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

## 2.3.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL LOS CHILLOS (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Río Pita	Tipo de captación	Captación directa a filo de agua	<b>Conducción Baja</b>	
Cota de captación	2835 msnm	Compuertas tipo	n.d	Tipo	Canal-Túnel
Cota de descarga	2640 msnm	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud túnel	2430 m
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Superficial Blindada	Longitud del canal	220 m
Tipo de sección	n.d	Número	n.d	<b>Conducción Alta</b>	
Rejilla	n.d	Longitud	1050 m	Tipo	Canal-Túnel
Número de compuertas	n.d	Diámetro	0.914/0.838/0.762 m	Longitud túnel	4350 m
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		Longitud acueducto	1250 m
<b>TURBINAS</b>		Tipo	n.d	<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
Tipo	Pelton/Horizontal	Número	n.d	Tipo	Superficial
Número de unidades	2	Altura	n.d	Dimensiones BxLxH	n.d
Potencia cada unidad	0.89 Mw	Diámetro interno	n.d	Potencia instalada Total	1.78 Mw
Caudal de diseño por unidad	n.d	<b>GENERADORES</b>		<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caída de diseño	184 m	Número de unidades	2	Tipo	Mariposa
Velocidad rotación c/u	300 rpm	Potencia cada unidad	1.11 MVA	Número	1
<b>EMBALSE</b>		Factor de potencia c/u	0.8	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	

Nivel máximo normal	n.d	<b>PRESA</b>		Transformadores de potencia	Monofásicos
Nivel mínimo normal	n.d	Tipo	n.d	Número de unidades	3
Volúmen total	n.d	Cota de coronación	n.d	Relación de transformación	2.32.3 Kv
Volúmen útil	n.d	Altura máxima	n.d	<b>VERTEDEROS</b>	
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>				Tipo	n.d
Longitud	10.9 Km			Capacidad máxima de descarga	n.d
Número de circuitos	1				
Voltaje	22.8 Kv				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

## 2.3.5 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL NAYÓN (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Aguas turbinadas central Cumbaya y del río Machangara	Tipo de captación	Captación directa	Tipo	Túnel
Cota de captación	n.d	Compuertas tipo	Radiales	Sección	Herradura
Cota de descarga	n.d	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	n.d
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Acero	Caudal de diseño	36 m3/s
Tipo de sección	Rectangular	Número	2	Diámetro interior	4.20 m
Rejilla	n.d	Longitud	174.05 m	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	2	Diámetro	2.80 m	Longiotud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	2.80 x 3.42 m	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	n.d	Tipo	Semienterrada de 5 pisos
Tipo	Francis/vertical	Número	n.d	Dimensiones BxLxH	n.d
Número de unidades	2	Altura	n.d	Potencia instalada	29.70 Mw
Potencia cada unidad	14.85 Mw	Diámetro interno	n.d	Total	
Caudal de diseño por unidad	18 m3/s	<b>GENERADORES</b>		<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caída de diseño	99 m	Número de unidades	4	Tipo	Mariposa
Velocidad rotación	400 rpm	Potencia cada unidad	16.50 MWA	Número	2
				<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	

c/u

<b>EMBALSE</b>		Factor de potencia c/u	0.9	Transformadores de potencia	Trifásicos
Nivel máximo normal	n.d	<b>PRESA</b>		Potencia	12500 KVA
Nivel mínimo normal	n.d	Tipo	n.d	Relación de transformación	6.90/46
Volúmen total	n.d	Cota de coronación	n.d	<b>VERTEDEROS</b>	
Volúmen útil	n.d	Altura máxima	n.d	Tipo	n.d
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>				Capacidad máxima de descarga	n.d
Longitud	2.80 Km				
Número de circuitos	1				
Voltaje	46 Kv				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

## 2.3.6 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL PAUTE MAZAR (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Paute	Tipo de captación	Abocinada elípticamente	Tipo	Túnel
Cota de captación	2153 msnm	Compuertas tipo	n.d	Sección	Rectangular
Cota de descarga	2098 msnm	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	420,60 m
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Pozo vertical	Caudal de diseño	141 m <sup>3</sup> /s
Tipo de sección	n.d	Número	n.d	Diámetro interior	12 m
Rejilla	n.d	Longitud	25 m	Sección del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	6.10 m	Longitud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	n.d	Tipo	Subterránea
Tipo	Francis/vertical	Número	n.d	Dimensiones LXB	62 X 21 m
Número de unidades	2	Altura	n.d	Potencia instalada Total	194 MW
Potencia cada unidad	91.83 Mw	Diámetro interno	n.d	<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caudal de diseño por unidad	70.55 m <sup>3</sup> /s	<b>GENERADORES</b>		Tipo	n.d
Caída de diseño		Número de unidades	2	Número	n.d
Velocidad rotación c/u	257.14 rpm	Potencia cada unidad	n.d	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	
<b>EMBALSE</b>		Factor de potencia c/u	0.85	Transformadores de potencia	n.d
Nivel máximo normal	2153 msnm	<b>PRESA</b>		Potencia	n.d



Nivel mínimo normal	2098 msnm	Tipo	Enrocado con cara de Hórmigon	Relación de transformación	n.d
Volúmen total	410 Hm3	Cota de coronación	2166 m	<b>VERTEDEROS</b>	
Volúmen útil	309 Hm3	Altura máxima	166 m	Tipo	A cielo abierto
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>				Capacidad máxima de descarga	7500 m3
Longitud	n.d				
Número de circuitos	n.d				
Voltaje	13,8 kV				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

## 2.3.7 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL PAUTE MOLINO (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Paute	Tipo de captación	n.d	Tipo	Túnel
Cota de captación	n.d	Compuertas tipo	n.d	Sección	
Cota de descarga	n.d	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	590 m
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Acero	Caudal de diseño	2200 m <sup>3</sup> /s
Tipo de sección	n.d	Número	n.d	Diámetro interior	12 m
Rejilla	n.d	Longitud	850 m	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	3,75 m	Longiotud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	Orificio restringido	Tipo	Caverna
Tipo	Pelton	Número	1	Dimensiones BxLxH	123 x 42 x 23 m
Número de unidades	5	Altura	170 m	Potencia instalada Total	1.075 MW
Potencia cada unidad	116 Mw	Diámetro interno	7 m	<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caudal de diseño por unidad	n.d	<b>GENERADORES</b>		Tipo	n.d
Caída de diseño	n.d	Número de unidades	5	Número	n.d
Velocidad rotación c/u	n.d	Potencia cada unidad	111/127,7 MVA	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	

<b>EMBALSE</b>		Factor de potencia c/u	0.9	Transformadores de potencia	n.d
Nivel máximo normal	1991 msnm	<b>PRESA</b>		Potencia	n.d
Nivel mínimo normal	1935 msnm	<b>Amaluza</b>		Relación de transformación	n.d
Volúmen total	120000000 m3	Tipo	En arco - gravedad	<b>VERTEDEROS</b>	
Volúmen útil	100000000 m3	Cota de coronación	420 msnm	Tipo	Válvula de compuerta
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>		Altura máxima	170 m	Capacidad máxima de descarga	7724 m3/s
Longitud	una de 160 Km y una de				
Número de circuitos	n.d				
Voltaje	n.d				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

### 2.3.8 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL CALOPE (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Río Calope	Tipo de captación	Azud de derivación	Tipo	Canal
Cota de captación	450 msnm	Compuertas tipo	n.d	Sección	Rectangular
Cota de descarga	250 msnm	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	5477,93 m
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Acero enterrada	Caudal de diseño	12 m <sup>3</sup> /s
Tipo de sección	n.d	Número	1	Diámetro interior	2 m
Rejilla	n.d	Longitud	2888,2 m	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	2 m	Longitud del canal	1352 m y 3722 m
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	n.d	Tipo	A cielo abierto
Tipo	Francis	Número	n.d	Dimensiones BxLxH	
Número de unidades	2	Altura	n.d	Potencia instalada Total	16400 Mw
Potencia cada unidad	8,2 Mw	Diámetro interno	n.d	<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caudal de diseño por unidad	n.d	<b>GENERADORES</b>		Tipo	n.d
Caída de diseño	159,48 m	Número de unidades	2	Número	n.d
Velocidad rotación c/u	514 rpm	Potencia cada unidad	15456,63 Mw	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	

<b>EMBALSE</b>		Factor de potencia c/u	0.9	Transformadores de potencia	Trifásicos
Nivel máximo normal	n.d			Potencia	n.d
Nivel mínimo normal	n.d	<b>PRESA</b>		Relación de transformación	n.d
Volúmen total	80000 m3	Tipo	n.d		
Volúmen útil	76320 m3	Cota de coronación	n.d	<b>VERTEDEROS</b>	
		Altura máxima	n.d	Tipo	Claveta
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>				Capacidad máxima de descarga	12 m3/s
Longitud	16,7 Km				
Número de circuitos	1				
Voltaje	69 Kv				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

### 2.3.9 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL HIDROABANICO (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Río abanico	Tipo de captación	A filo de agua	Tipo	Túnel
Cota de captación	1500 msnm	Compuertas tipo	radiales	Sección	Circular
Cota de descarga	940 msnm	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	800 m
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Enterrada	Caudal de diseño	5 m <sup>3</sup> /s
Tipo de sección	n.d	Número	2	Diámetro interior	2,50 m
Rejilla	n.d	Longitud	1700 m	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	1,29 m	Longitud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	Subterráneo ,Circular y de pozo simple	Tipo	A cielo abierto
Tipo	Pelton	Número	1	Dimensiones LxH	22 x 60 m
Número de unidades	5	Altura	n.d	Potencia instalada Total	n.d
Potencia cada unidad	7,5 Mw	Diámetro interno	4,31 m	<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caudal de diseño por unidad	5 m <sup>3</sup> /s	<b>GENERADORES</b>		Tipo	n.d
Caída de diseño	350 m	Número de unidades	5	Número	n.d
Velocidad rotación	514 rpm	Potencia cada unidad	8,5 MVA	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	

c/u

<b>EMBALSE</b>		Factor de potencia c/u	n.d	Transformadores de potencia	Trifásicos
Nivel máximo normal	n.d	<b>PRESA</b>		Potencia	18 MVA
Nivel mínimo normal	n.d	Tipo	n.d	Relación de transformación	4,16 kV a 69 kV
Volúmen total	n.d	Cota de coronación	n.d	<b>VERTEDEROS</b>	
Volúmen útil	2250 m3	Altura máxima	n.d	Tipo	n.d
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>				Capacidad máxima de descarga	n.d
Longitud	12 Km				
Número de circuitos	n.d				
Voltaje	n.d				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

## 2.3.10 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL SAN FRANCISCO (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Río Jubones	Tipo de captación	n.d	Tipo	Túnel
Cota de captación	n.d	Compuertas tipo	n.d	Sección	Herradura
Cota de descarga	n.d	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	11,2 Km
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Vertical	Caudal de diseño	116 m <sup>3</sup> /s
Tipo de sección	n.d	Número	n.d	Diámetro interior	7,50 m
Rejilla	n.d	Longitud	319,48 m	Seccion del canal	11,48 X 7,20 m
Número de compuertas	n.d	Diámetro	5700 mm	Longitud del canal	13,9 Km
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	Vertical/Hormigón	Tipo	Caverna
Tipo	Francis/vertical	Número	1	Dimensiones BxLxH	76x19x42,5 m
Número de unidades	2	Altura	68 m	Potencia instalada Total	230 Mw
Potencia cada unidad	115 Mw	Diámetro interno	32 m	<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caudal de diseño por unidad	58 m <sup>3</sup> /s	<b>GENERADORES</b>		Tipo	Mariposa
Caída de diseño	213,4 m	Número de unidades	2	Número	1



Velocidad rotación c/u	1300 rpm	Potencia cada unidad	1100 KVA	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	
<b>EMBALSE</b>		Factor de potencia c/u		Transformadores de potencia	Trifásicos
Nivel máximo normal	n.d	<b>PRESA</b>		Potencia	0,9/13,8 Kv
Nivel mínimo normal	n.d	Tipo	Gravedad	Relación de transformación	n.d
Volúmen total	n.d	Cota de coronación	795 msnm	<b>VERTEDEROS</b>	
Volúmen útil	n.d	Altura máxima	54 m	Tipo	n.d
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>					
Longitud	n.d			Capacidad máxima de descarga	n.d
Número de circuitos	2				
Voltaje	230 Kv				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

### 2.3.11 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL PUCARÁ (PISAYAMBO) (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	El Roncador, El Milín, El Tambo	Tipo de captación	n.d	Tipo	Túnel
Cota de captación	3565 msnm	Compuertas tipo	n.d	Sección	Circular
Cota de descarga	3541 msnm	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	5475 m
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	n.d	Caudal de diseño	18,6 m <sup>3</sup> /s
Tipo de sección	n.d	Número	n.d	Diámetro interior	2,6 m
Rejilla	n.d	Longitud	685,21 m	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	2,2 m	Longitud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	n.d	Tipo	Subterránea
Tipo	Pelton	Número	1	Dimensiones BxLxH	47,50 x 12 x 25,45 m
Número de unidades	2	Altura	117 m	Potencia instalada Total	n.d
Potencia cada unidad	36,5 Mw	Diámetro interno	5 m	<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caudal de diseño por unidad	9,3 m <sup>3</sup> /s	<b>GENERADORES</b>		Tipo	Mariposa

Caída de diseño		Número de unidades	2	Número	1
Velocidad rotación c/u	514,3 rpm	Potencia cada unidad	40 MVA	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	
<b>EMBALSE</b>		Factor de potencia c/u	0.9	Transformadores de potencia	n.d
Nivel máximo normal	n.d	<b>PRESA</b>		Potencia	n.d
Nivel mínimo normal	n.d	Tipo	A tierra	Relación de transformación	n.d
Volúmen total	n.d	Cota de coronación	3569,20 msnm	<b>VERTEDEROS</b>	
Volúmen útil	90 x 10 <sup>6</sup>	Altura máxima	41,20 m	Tipo	Fijo en abanico
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>		Volumen total	100'706.000 m3	Capacidad máxima de descarga	250 m3/s
Longitud	30 km				
Número de circuitos	3				
Voltaje	138 Kv				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

## 2.3.12 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL AGOYÁN (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Pastaza, aportados por Chambo y Patate	Tipo de captación	n.d	Tipo	n.d
Cota de captación	3537 msnm	Compuertas tipo	n.d	Sección	n.d
Cota de descarga		<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	n.d
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Vertical	Caudal de diseño	n.d
Tipo de sección	n.d	Número	1	Diámetro interior	n.d
Rejilla	n.d	Longitud	158 m	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	de 4 a 5 m	Longitud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	Subterránea	Tipo	Subterránea
Tipo	Francis/vertical	Número	1	Dimensiones L x B x H	50.40 x 18 x 34.10 m
Número de unidades	2	Altura	39 m	Potencia instalada Total	156 MW
Potencia cada unidad	82400 MW	Diámetro interno	6 m	<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caudal de diseño por unidad	60 m3/s	<b>GENERADORES</b>		Tipo	Mariposa

Caída de diseño	155 m	Número de unidades	2	Número	2
Velocidad rotación c/u	225 rpm	Potencia cada unidad	85000 KVA	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	
	<b>EMBALSE</b>	Factor de potencia c/u	0.9	Transformadores de potencia	n.d
Nivel máximo normal	1651 msnm		<b>PRESA</b>	Potencia	n.d
Nivel mínimo normal	1645 msnm	Tipo	Hormigón, gravedad	Relación de transformación	n.d
Volúmen total		Cota de coronación	1653 msnm		<b>VERTEDEROS</b>
Volúmen útil	760.000 m3	Altura máxima	43 m	Tipo	Compuerta
	<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>			Capacidad máxima de descarga	3800 m3/s
Longitud	A/T 32 km,				
Número de circuitos	n.d				
Voltaje	138 Kv				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

### 2.3.13 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL MARCEL LANIADO (DAULE-PERIPA) (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Daule y Peripa	Tipo de captación	n.d	Tipo	n.d
Cota de captación	n.d	Compuertas tipo	n.d	Sección	n.d
Cota de descarga	65 msnm	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	n.d
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	n.d	Caudal de diseño	n.d
Tipo de sección	n.d	Número	1	Diámetro interior	n.d
Rejilla	n.d	Longitud	672 m	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	8 m	Longitud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	Blindada	Tipo	Superficial
Tipo	Francis/vertical	Número	1	Dimensiones LxB	102 m x 42 m
Número de unidades	3	Altura	n.d	Potencia instalada Total	213 MW
Potencia cada unidad	71 MW	Diámetro interno	20 m	<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caudal de diseño por unidad	132,5 m <sup>3</sup> /s	<b>GENERADORES</b>		Tipo	Mariposa
Caída de diseño	54,62 m	Número de unidades	3	Número	3

Velocidad rotación c/u	163,64 rpm	Potencia cada unidad	83,82 MVA	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	
<b>EMBALSE</b>		Factor de potencia c/u	0.9	Transformadores de potencia	Trifásico
Nivel máximo normal	88 msnm	<b>PRESA</b>		Potencia	85 MVA
Nivel mínimo normal	n.d	Tipo	Tierra	Relación de transformación	n.d
Volúmen total	6000,000000 m <sup>3</sup>	Cota de coronación	n.d	<b>VERTEDEROS</b>	
Volúmen útil	3800.000.000 m <sup>3</sup>	Altura máxima	90 m	Tipo	Fusible
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>					
Longitud	13 Km			Capacidad máxima de descarga	1500 m <sup>3</sup> /s
Número de circuitos	n.d				
Voltaje	13,8 Kv				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

## 2.3.14 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL PERLABI (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Q. Chirisacha	Tipo de captación	Azud fijo	Tipo	Tubería de acero
Cota de captación	n.d	Compuertas tipo	n.d	Sección	n.d
Cota de descarga	n.d	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	2205 m
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Superficial	Caudal de diseño	n.d
Tipo de sección	n.d	Número	n.d	Diámetro interior	0,90/0,80 m
Rejilla	n.d	Longitud	361 m	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	0,75/0,55 m	Longitud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	Vertical con orificio restringido	Tipo	Superficial
Tipo	Pelton/horizontal	Número	n.d	Dimensiones BxLxH	23,2 x 10,6 x 13,1 m
Número de unidades	2	Altura	38 m	Potencia instalada	2470Kw



Potencia cada unidad	1235 Kw	Diámetro interno	1,5 m	Total	
Caudal de diseño por unidad	0,75 m3/s	<b>GENERADORES</b>		<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caída de diseño	182 m	Número de unidades	2	Tipo	n.d
Velocidad rotación c/u	514 rpm	Potencia cada unidad	1,55 MWA	Número	n.d
<b>EMBALSE</b>		Factor de potencia c/u	0.8	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	
Nivel máximo normal	1935,75 msnm	<b>PRESA</b>		Tipo	Metalclad
Nivel mínimo normal	1934 msnm	Tipo	n.d	Potencia	n.d
Volúmen total	n.d	Cota de coronación	n.d	Voltaje	22,8 Kv
Volúmen útil	n.d	Altura máxima	n.d	<b>VERTEDEROS</b>	
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>				Tipo	n.d
Longitud	3,5 Km	Capacidad máxima de descarga			
Número de circuitos	1	n.d			
Voltaje	22,8 Kv				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

## 2.3.15 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL EL CARMEN (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Alambrdao, Moyas, Socavón	Tipo de captación	n.d	Tipo	Tubería de acero
Cota de captación	n.d	Compuertas tipo	n.d	Sección	n.d
Cota de descarga	n.d	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	18,828 m
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Tubería de acero	Caudal de diseño	2 m3/s
Tipo de sección	n.d	Número	1	Diámetro interior	1,08 m
Rejilla	n.d	Longitud	3300 m	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	1,08 / 0,95 m	Longitud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	Vertical	Tipo	Superficial
Tipo	Pelton	Número	n.d	Dimensiones BxLxH	23 x 16,10 x 13,40 m
Número de unidades	1	Altura	n.d	Potencia instalada Total	9,3 Mw
Potencia cada unidad	9,5 Mw	Diámetro interno	1,08 m	<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caudal de diseño por unidad	1,7 m3/s	<b>GENERADORES</b>		Tipo	Mariposa

Caída de diseño	562 m	Número de unidades	1	Número	1
Velocidad rotación c/u	720 rpm	Potencia cada unidad	n.d	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	
<b>EMBALSE (La Mica)</b>		Factor de potencia c/u	0.8	Transformadores de potencia	n.d
Nivel máximo normal	3917,50 msnm	<b>PRESA</b>		Potencia	n.d
Nivel mínimo normal	3909,20 msnm	Tipo	Núcleo Morrena y escollera de piedra	Relación de transformación	n.d
Volúmen total	50 Hm3	Cota de coronación	3924 msnm	<b>VERTEDEROS</b>	
Volúmen útil	23,5 Hm3	Altura máxima	15,2 m	Tipo	Compuerta
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>					
Longitud	15,23 Km				
Número de circuitos	2				
Voltaje	13,8 Kv				
				Capacidad máxima de descarga	10 m3/s

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

## 2.3.16 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL RECUPERADORA (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Tumiguina, Papallacta	Tipo de captación	Frontal	Tipo	Tubería acero enterrada
Cota de captación	n.d	Compuertas tipo	Mariposa	Sección	n.d
Cota de descarga	n.d	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	7000 m
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	Tubería de acero enterrada	Caudal de diseño	4,7 m <sup>3</sup> /s
Tipo de sección	n.d	Número		Diámetro interior	1,22 m
Rejilla	n.d	Longitud	13000 m	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	1,22 m	Longitud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	n.d	Tipo	A cielo abierto
Tipo	Pelton	Número	n.d	Dimensiones BxLxH	n.d

Número de unidades	1	Altura	n.d	Potencia instalada Total	14,7 Mw
Potencia cada unidad	14,7 Mw	Diámetro interno	n.d	<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caudal de diseño por unidad	3 m3/s	<b>GENERADORES</b>		Tipo	n.d
Caída de diseño	3 m3/s	Número de unidades	1	Número	n.d
Velocidad rotación c/u	720 rpm	Potencia cada unidad	n.d	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	
<b>EMBALSE (Salve Faccha)</b>		Factor de potencia c/u	0.8	Tipo	Convencional
Nivel máximo normal	3982,20 msnm	<b>PRESA (Mogotes)</b>		Voltaje	138Kv
Nivel mínimo normal	3875,04 msnm	Tipo	Hórmigon	Relación de transformación	n.d
Volúmen total	11,3 Hm3	Cota de coronación	3983,25 msnm	<b>VERTEDEROS</b>	
Volúmen útil	10,7 Hm3	Altura máxima	10 m	Tipo	Ducto
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>		<b>EMBALSE (Mogotes)</b>		Diametro	600 m
Longitud	54 Km	Nivel máximo normal	3982,20 msnm	Número de compuertas	1
Número de circuitos	1	Nivel mínimo normal	3975,30 msnm		
Voltaje	138 Kv	Volúmen total	7,5 Hm3		
<b>PRESA (Salve Faccha)</b>		Volúmen útil	4,5 Hm3		
Tipo	Núcleo Morrena y escollera de piedra	<b>EMBALSE (Laguna Sucus)</b>			
Cota de coronación	3894 msnm	Nivel máximo normal	n.d		
Altura máxima	38 m	Nivel mínimo normal	n.d		
		Volúmen total	1,5 Hm3		
		Volúmen útil	1,3 Hm3		

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

## 2.3.17 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL LORETO (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Papallacta	Tipo de captación	n.d	Tipo	n.d
Cota de captación	3723 msnm	Compuertas tipo	n.d	Sección	n.d
Cota de descarga	3715 msnm	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	n.d
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	n.d	Caudal de diseño	n.d
Tipo de sección	n.d	Número	n.d	Diámetro interior	n.d
Rejilla	n.d	Longitud	1280 m	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	762 mm y 813 mm	Longitud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	n.d	Tipo	n.d
Tipo	n.d	Número	n.d	Dimensiones BxLxH	n.d

Número de unidades	n.d	Altura	n.d	Potencia instalada	2.105 Mw
Potencia cada unidad	n.d	Diámetro interno	n.d	Total	
Caudal de diseño por unidad	n.d	<b>GENERADORES</b>		<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caída de diseño	n.d	Número de unidades	n.d	Tipo	n.d
Velocidad rotación c/u	n.d	Potencia cada unidad	n.d	Número	n.d
		Factor de potencia c/u	0.9	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	
<b>EMBALSE</b>				Transformadores de potencia	n.d
Nivel máximo normal	n.d	<b>PRESA</b>		Potencia	n.d
Nivel mínimo normal	n.d	Tipo	n.d	Relación de transformación	n.d
Volúmen total	n.d	Cota de coronación	n.d	<b>VERTEDEROS</b>	
Volúmen útil	4.5000000 m3	Altura máxima	n.d	Tipo	n.d
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>				Capacidad máxima de descarga	n.d
Longitud	600 m				
Número de circuitos	n.d				
Voltaje	22.8 kv				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)

## 2.3.18 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CENTRAL SIBIMBE (1/2)

<b>CAPTACIÓN</b>		<b>OBRAS DE TOMA</b>		<b>CONDUCCIÓN</b>	
Río de Captación	Río Sibimbe	Tipo de captación	n.d	Tipo	n.d
Cota de captación	255 msnm	Compuertas tipo	n.d	Sección	n.d
Cota de descarga	245 msnm	<b>TUBERÍA DE PRESIÓN</b>		Longitud	n.d
<b>TANQUE DE PRESIÓN</b>		Tipo	n.d	Caudal de diseño	n.d
Tipo de sección	n.d	Número	n.d	Diámetro interior	n.d
Rejilla	n.d	Longitud	n.d	Seccion del canal	n.d
Número de compuertas	n.d	Diámetro	n.d	Longitud del canal	n.d
Dimensiones compuerta BxH	n.d	<b>CHIMENEA DE EQUILIBRIO</b>		<b>CASA DE MÁQUINAS</b>	
<b>TURBINAS</b>		Tipo	n.d	Tipo	n.d



Tipo	Francis	Número	n.d	Dimensiones BxLxH	n.d
Número de unidades	2	Altura	n.d	Potencia instalada Total	14.5 Mw
Potencia cada unidad	7686 Kw	Diámetro interno	n.d	<b>VÁLVULA DE GUARDIA</b>	
Caudal de diseño por unidad	6000 lts/s	<b>GENERADORES</b>		Tipo	n.d
Caída de diseño	141 m	Número de unidades	2	Número	n.d
Velocidad rotación c/u	720 rpm	Potencia cada unidad	8559 KVA	<b>SUBESTACIÓN PATIO DE MANIOBRAS</b>	
<b>EMBALSE</b>		Factor de potencia c/u	n.d	Transformadores de potencia	n.d
Nivel máximo normal	n.d	<b>PRESA</b>		Potencia	n.d
Nivel mínimo normal	n.d	Tipo	n.d	Relación de transformación	n.d
Volúmen total	n.d	Cota de coronación	n.d		
Volúmen útil	n.d	Altura máxima	n.d		
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>					
Longitud	n.d				
Número de circuitos	n.d				
Voltaje	n.d				

n.d = NO DISPONIBLE

(2/2)



## **2.4 Características de la Cuenca Hidrográfica**

El Ecuador cuenta con una gran variedad de ríos que tienen su origen en la Cordillera de los Andes. Las montañas, nevados y volcanes constituyen un factor fundamental en la formación de los ríos. A lo largo del país la cadena montañosa que lo cruza permite la formación de cientos de ríos que en su recorrido se unen entre sí formando ríos de mayor caudal. Los mismos aumentan su caudal con las precipitaciones que en ciertos sectores son abundantes. A medida que avanzan en su recorrido, su caudal, tamaño y profundidad aumentan considerablemente. Existen dos cursos que pueden tomar los ríos: los que atraviesa la región costera teniendo como destino final la desembocadura en el Océano Pacífico pertenecen a la vertiente del Pacífico y los que se dirigen hacia las llanuras amazónicas y posteriormente confluyen con otras corrientes para desembocar finalmente cientos de kilómetros al oriente en el Océano Atlántico pertenecen a la vertiente del Amazonas.

En la Región Amazónica se encuentran los ríos más caudalosos y la sumatoria de todos los caudales de los ríos que transitan por esta región es aproximadamente el 73% del caudal medio que se origina en el territorio continental ecuatoriano. Sin embargo la zona de mayor potencial para generación de hidroelectricidad es la Sierra. Es precisamente en la Región Interandina donde se forman prácticamente la totalidad de ríos con los que cuenta el Ecuador. Se presentan grandes desniveles en cortos tramos, lo que provoca que los ríos desciendan abruptamente sobre todo en las zonas de transición a las regiones de la Costa y Amazonía.

Entre los principales ríos con que cuenta Ecuador encontramos al norte: río Santiago que nace en la vertiente occidental de los Andes, río Esmeraldas que se forma de varios ríos afluentes entre los que destacan por su caudal el Guayllabamba y el Blanco; en la zona central: río Chone, río Guayas que cuenta con una vasta cuenca de más de 32.000 km<sup>2</sup> presenta una de las zonas de mayor fertilidad del país; al sur: destaca el río Jubones que presenta condiciones apropiadas para generación eléctrica.

Los registros diarios de caudales de la gran mayoría de ríos en los últimos 50 años se han obtenido gracias a las estaciones meteorológicas del desaparecido INECEL y del INAMHI. Las mediciones obtenidas registran el caudal medio diario durante todo el año. Además se cuenta con registros de las precipitaciones mensuales. **(Fuente INECEL; Dirección de Ingeniería y Construcción, Inventario de Proyectos; CATÁLOGO DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS DE PEQUEÑA CAPACIDAD (Pi<5 MW); Publicación INECEL-CFN, Noviembre De 1997).**

El conocimiento de los caudales promedios de los últimos 50 años permite calcular la potencia que podemos aprovechar en cada uno de los diferentes ríos con un alto grado de precisión.

Las condiciones hidrológicas del país durante el último trimestre del año 2009, fueron muy inferiores a las hidrologías de los años 2008 y 2007, que presentaron características por sobre la media histórica.

Las generosas afluencias de los últimos años, junto con una creciente dependencia de la energía importada desde Colombia, permitieron ocultar el problema de la falta de inversión en generación. La crisis estaba latente durante estos años, pero gracias a una hidrología favorable, fue posible cubrir el crecimiento natural del consumo nacional.

A inicios de noviembre de 2009, el nivel de almacenamiento en los embalses era del 66%. Los caudales de ingreso registrados en el embalse Amaluza durante el período de septiembre a diciembre 2009 fueron de los menores de la estadística de los últimos 46 años, siendo el caudal de noviembre, el tercer valor más bajo del registro histórico. Esta situación se manifestó de forma generalizada en los caudales de ingreso a las centrales hidroeléctricas ubicadas en la vertiente del Amazonas.

El Ecuador continental se divide en dos vertientes, 31 sistemas hidrográficos, 79 cuencas hidrográficas y 137 subcuencas hidrográficas. Las dos vertientes que están presentes en el país son: la del Pacífico y la del río Amazonas que desemboca en el Océano Atlántico.

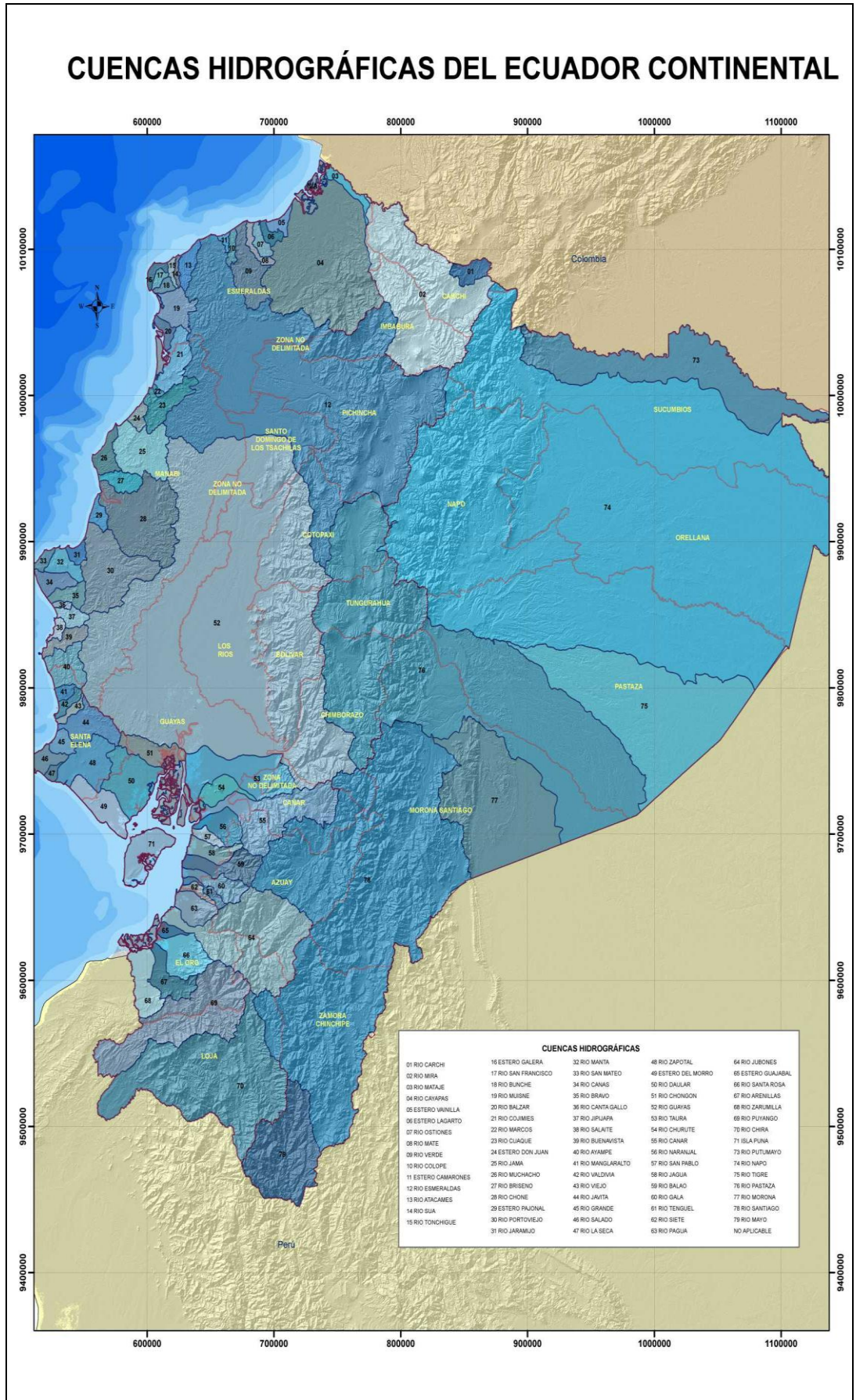


Gráfico 6. Cuencas Hidrográficas del Ecuador Continental

Las centrales hidroeléctricas más grandes del SNI se encuentran en la vertiente Amazónica, donde la época lluviosa ocurre, generalmente, entre abril y septiembre, mientras que la época de sequía se presenta de octubre a marzo. Por esta razón, los mantenimientos de las plantas térmicas se programan preferentemente para la estación lluviosa y los de las unidades hidráulicas para la estación seca.

El 83% de la capacidad existente en centrales hidroeléctricas está constituida principalmente por seis grandes centrales: Paute Molino (1100 MW), Mazar (160 MW), San Francisco (230 MW), Marcel Laniado de Wind (213 MW), Agoyán (156 MW) y Pucará (73 MW). De las anteriores, únicamente la central Marcel Laniado de Wind pertenece a la vertiente del Pacífico, y conjuntamente con Mazar, que pertenece a la vertiente del Amazonas, son las centrales que poseen los embalses más representativos del sistema eléctrico nacional.

El embalse de Mazar, cuya central ingresó en operación a fines de 2010, tiene un volumen total de almacenamiento de 410 Hm<sup>3</sup>, y un volumen útil de 309 Hm<sup>3</sup> (comprendidos entre las cotas 2.153 y 2.098 m.s.n.m.), permitiendo una mejor operación de la cadena Mazar-Molino, debido al embalse, y así contar con mayores reservas energéticas durante los meses de estiaje.

El embalse de la central Marcel Laniado de Wind (presa Daule Peripa), de 6000 Hm<sup>3</sup>, es el de mayor volumen en el país y, gracias a que se encuentra ubicada en la vertiente del Pacífico, presenta un régimen hidrológico cuasi-complementario con las otras centrales situadas en la vertiente amazónica.

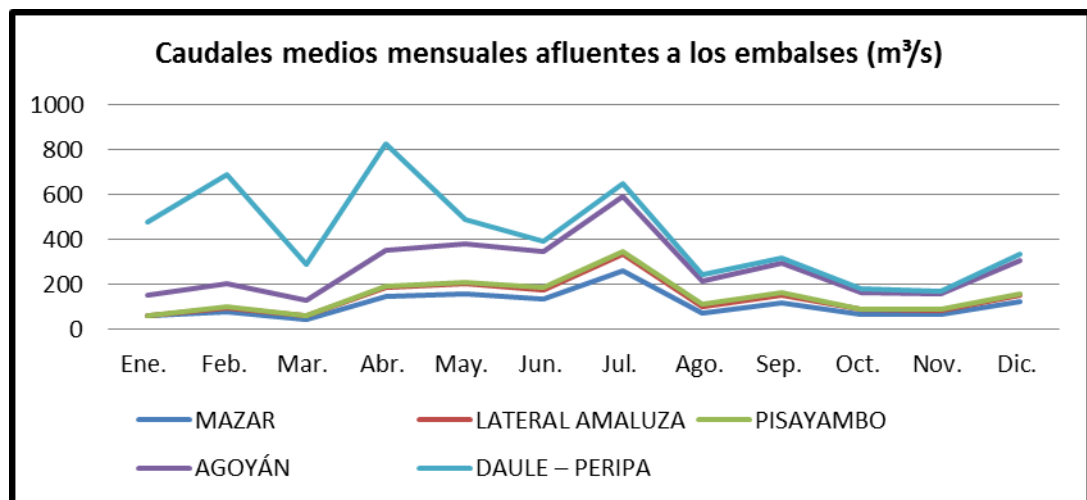
## **2.5 Volúmenes de Embalse**

Los caudales medios anuales afluentes a los embalses fueron los siguientes (Tabla 4.), 109,91 m<sup>3</sup>/s en Mazar (46,87% superior al año anterior), 6,10 m<sup>3</sup>/s en Pisayambo (1,09% superior al año anterior), 126,56 m<sup>3</sup>/s en Agoyán (42,80% inferior al año anterior), 147,65 m<sup>3</sup>/s en Daule Peripa (49,23% superior al año anterior) y 33,16 m<sup>3</sup>/s en el Lateral Amaluza.

Tabla 4. Caudales medios mensuales afluentes a los embalses (m<sup>3</sup>/s)

MES	MAZAR	LATERAL AMALUZA	PISAYAMBO	AGOYÁN	DAULE – PERIPA
<b>Ene.</b>	57,59	-	3,00	90,06	328,11
<b>Feb.</b>	79,51	15,13	3,31	101,89	486,27
<b>Mar.</b>	44,02	13,18	2,51	66,58	162,09
<b>Abr.</b>	145,44	42,03	6,24	158,4	474,77
<b>May.</b>	158,51	44,15	8,42	167,1	108,39
<b>Jun.</b>	132,01	42,77	10,27	159,4	46,44
<b>Jul.</b>	261,14	70,74	14,13	243,32	57,71
<b>Ago.</b>	72,71	29,88	6,28	104,06	31,45
<b>Sep.</b>	115,33	37,99	6,55	136,9	19,71
<b>Oct.</b>	64,07	23,84	2,34	73,52	15,37
<b>Nov.</b>	65,87	18,08	1,69	69,57	11,7
<b>Dic.</b>	122,74	26,9	8,43	147,94	29,83
<b>PROMEDIO</b>	109,91	33,16	6,1	126,56	147,65

Fuente: CENACE.



En las Gráficos 7, 8, 9 y 10 se puede observar que los caudales medios afluentes a los embalses en el año 2011 para la mayoría de los meses fueron superiores o iguales al caudal medio histórico, la excepción fue el caudal Aگویán que en los últimos meses fue inferior a la media. Para el caso del caudal Mazar, aún no se cuenta con la estadística para poder calcular la media histórica; sin embargo se presenta el caudal mensual durante el 2011.

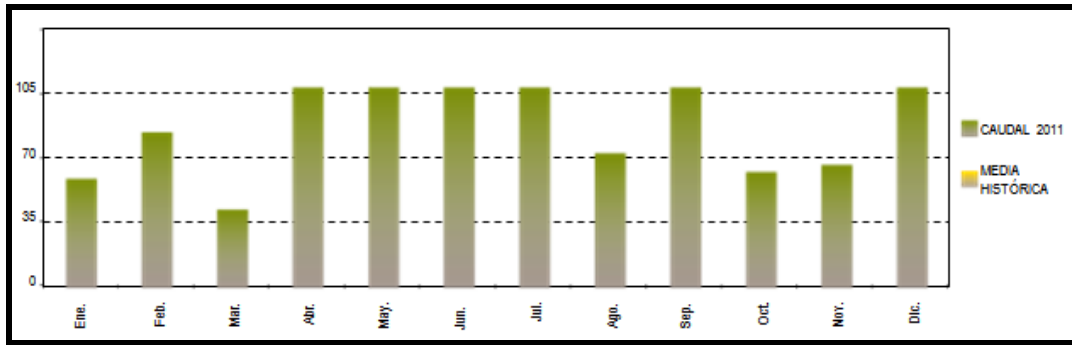


Gráfico 7. Caudal Mazar (m³/s). Fuente: CENACE

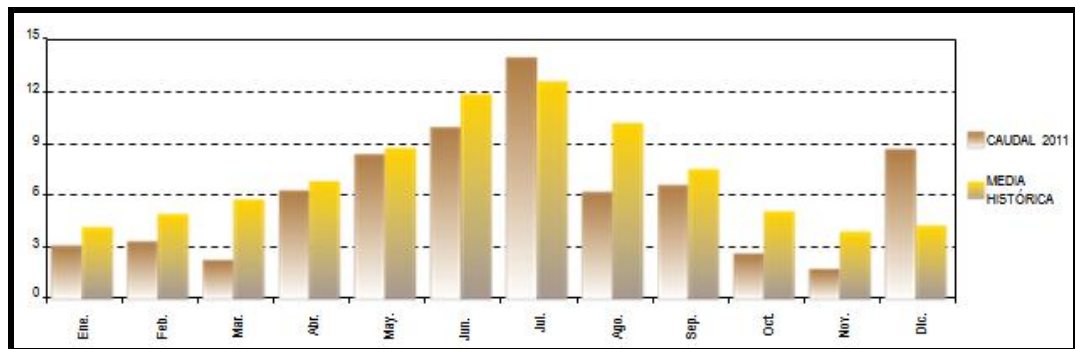


Gráfico 8. Caudal Pisayambo (m³/s). Fuente: CENACE

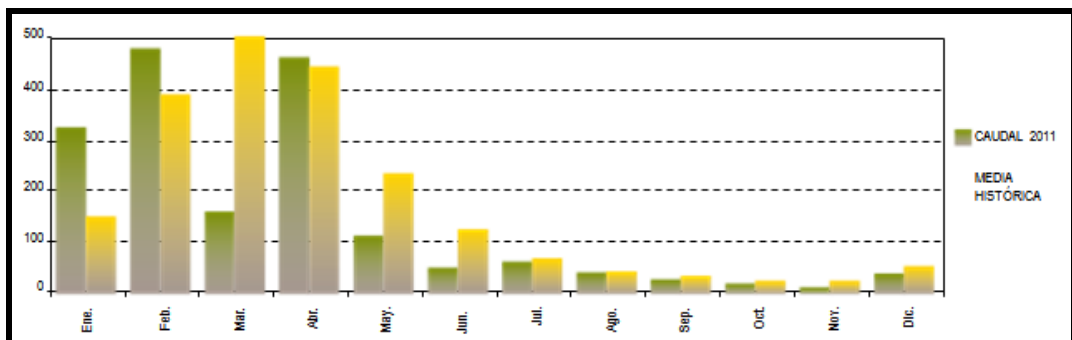
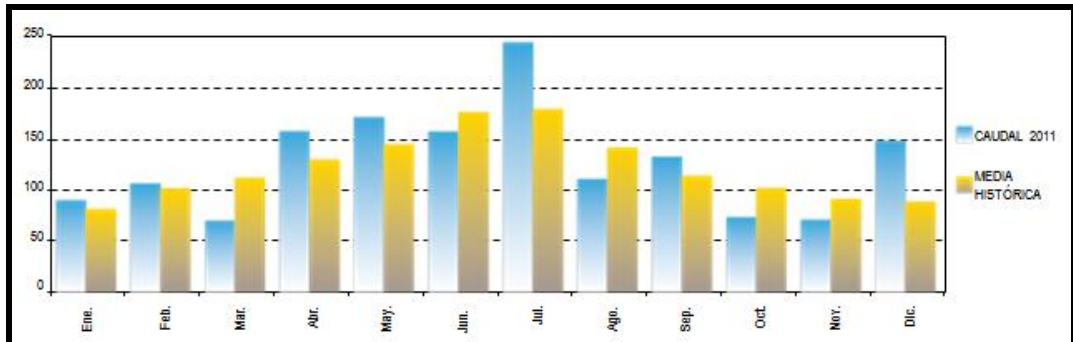


Gráfico 9. Caudal Agoyán (m³/s). Fuente: CENACE





**Gráfico 10. Caudal Daule Peripa (m³/s). Fuente: CENACE**

A continuación se detallan los caudales medios mensuales de los embalses Pisayambo, Amaluzá, Agoyán, Daule Peripa, Equivalente Elecuastro, Central Sibimbe, Central Abanico, Central Calope. **Fuente: CENACE 2011.**

## 2.5.1 CAUDALES AFLUENTES MEDIOS MENSUALES - EMBALSE PISAYAMBO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1962	-	-	-	-	-	12,8	12,9	11,6	9,7	8,0	5,8	5,3	9,4
1963	4,5	3,4	4,9	4,6	6,3	8,6	6,8	7,5	5,1	3,9	5,2	8,3	5,8
1964	3,2	2,1	6,0	5,4	8,9	14,6	9,3	11,7	15,9	4,8	4,1	2,2	7,4
1965	2,8	2,6	4,5	4,8	10,6	16,1	14,2	11,4	8,2	5,5	7,1	4,9	7,7
1966	7,1	6,4	11,4	8,7	6,5	7,0	13,2	10,9	7,2	5,0	2,3	5,1	7,6
1967	12,3	4,2	3,7	5,4	4,2	12,8	17,5	13,8	8,7	7,0	4,0	4,3	8,2
1968	8,4	3,8	6,3	7,0	3,5	10,8	18,1	7,8	5,5	6,0	3,2	3,7	7,0
1969	2,7	3,0	3,9	6,7	8,0	11,4	11,5	14,7	9,5	4,9	5,3	4,9	7,2
1970	9,9	9,9	11,3	9,4	11,5	16,4	9,3	13,4	11,0	5,1	5,4	4,2	9,7
1971	3,5	3,4	6,1	6,7	6,3	14,2	14,3	14,7	9,8	6,5	3,9	6,0	8,0
1972	8,8	5,1	4,2	7,5	8,4	13,6	20,1	8,2	9,7	6,1	5,2	6,9	8,7
1973	8,3	9,0	6,8	6,7	8,6	6,4	10,5	11,1	9,9	4,2	3,1	3,5	7,3
1974	5,9	6,5	5,8	6,6	11,0	11,0	16,3	11,1	9,5	9,1	7,3	9,7	9,2
1975	8,3	5,4	4,7	5,3	10,6	13,4	22,9	14,3	10,2	9,3	5,2	4,4	9,5
1976	6,0	4,8	5,9	6,9	11,0	19,1	22,3	14,4	10,2	5,0	4,3	4,5	9,5
1977	5,3	3,9	6,1	7,1	6,2	14,6	13,1	12,2	10,3	6,1	3,4	6,7	7,9
1978	1,7	5,1	8,4	7,7	4,8	10,5	8,6	9,1	5,5	5,0	2,6	1,6	5,9
1979	1,5	1,6	2,2	7,4	7,3	9,3	8,9	8,2	5,9	5,2	3,2	5,4	5,5
1980	4,6	2,0	7,3	9,6	10,8	14,0	11,0	8,8	7,3	6,4	3,9	2,5	7,4
1981	1,5	3,7	4,0	4,9	5,4	8,3	12,3	5,4	5,6	4,2	2,5	3,9	5,1
1982	3,4	2,2	2,3	6,5	8,4	6,7	11,5	11,9	6,6	4,7	4,4	4,6	6,1
1983	6,1	9,9	8,5	8,8	11,0	6,2	9,8	10,3	11,3	8,3	3,4	3,4	8,1
1984	4,4	6,2	5,0	5,4	6,1	14,6	11,7	7,7	10,0	5,8	4,1	4,1	7,1
1985	1,9	5,0	6,5	2,9	11,2	14,3	14,6	11,9	8,0	5,0	2,8	2,0	7,2
1986	2,4	1,7	5,9	5,7	6,3	13,3	17,3	8,4	8,1	5,1	3,6	7,2	7,1
1987	4,2	14,4	6,2	11,5	10,6	8,8	10,1	9,0	6,5	5,0	3,2	6,1	8,0
1988	3,8	7,3	8,2	8,5	11,1	9,0	13,5	8,3	5,7	7,0	6,1	3,5	7,7
1989	5,7	5,6	8,7	5,4	13,0	16,3	11,5	7,0	6,2	6,7	4,1	1,5	7,6
1990	5,9	5,2	11,2	7,3	9,4	17,3	10,7	9,9	7,5	5,0	3,6	3,8	8,1
1991	3,5	6,5	4,8	6,4	9,0	10,9	15,4	11,1	5,1	4,5	3,7	2,0	6,9
1992	2,5	3,0	6,9	8,7	5,5	11,1	12,7	8,8	6,9	3,6	2,8	2,4	6,2
1993	3,7	3,4	7,5	6,2	6,6	12,7	11,1	9,6	8,6	6,1	4,8	3,8	7,0
1994	2,1	3,7	4,5	7,9	10,5	15,6	10,8	12,0	8,8	4,8	7,6	7,7	8,0
1995	5,4	2,0	3,8	4,2	8,3	8,7	10,6	4,2	5,7	3,1	4,8	2,9	5,3
1996	2,2	7,6	4,9	5,5	8,0	8,1	10,9	8,5	7,2	3,6	2,6	3,6	6,1
1997	2,4	8,5	7,1	5,2	12,1	4,6	12,9	9,1	4,8	2,4	4,6	5,0	6,6
1998	4,7	4,6	4,3	7,9	7,2	16,3	16,1	9,8	5,6	6,2	4,2	3,2	7,5
1999	4,7	5,8	5,4	14,1	9,8	11,5	11,6	10,2	9,2	6,7	3,4	4,9	8,1
2000	3,8	4,8	5,5	8,6	14,3	9,4	25,1	12,0	7,1	7,3	3,1	6,1	8,9
2001	3,9	6,7	4,0	9,3	8,0	11,7	11,8	10,5	5,9	2,3	2,8	3,9	6,7
2002	3,5	6,2	3,8	6,2	9,3	10,7	12,2	9,0	5,8	4,5	9,0	3,9	7,0
2003	2,7	6,3	7,4	4,5	10,6	9,7	10,3	5,6	4,9	3,5	2,5	6,5	6,2
2004	2,6	1,7	8,4	5,6	10,8	14,7	10,7	9,9	5,2	4,6	3,2	2,9	6,7
2005	1,2	5,4	5,5	11,3	5,4	11,4	6,5	4,9	4,7	2,0	3,0	4,0	5,4
2006	5,6	4,3	3,7	5,5	5,8	11,1	6,8	6,9	7,2	3,9	3,1	4,0	5,7
2007	4,8	2,5	5,9	8,1	8,5	16,5	5,5	9,7	7,5	3,8	5,5	3,9	6,8
2008	6,1	7,5	4,7	6,2	9,1	11,0	13,1	8,8	9,4	7,1	4,8	3,5	7,6
2009	5,1	6,1	2,5	6,4	7,3	11,0	14,4	8,1	3,8	3,7	1,7	1,9	6,0
2010	2,7	6,3	3,3	7,9	7,9	11,4	7,0	7,2	6,4	3,5	4,4	4,5	6,0
2011	3,0	3,3	2,5	6,2	8,4	10,3	14,1	6,3					
MEDIA	4,5	5,1	5,8	7,0	8,6	11,8	12,7	9,7	7,6	5,2	4,2	4,4	7,3
MÁXIMO	12,3	14,4	11,4	14,1	14,3	19,1	25,1	14,7	15,9	9,3	9,0	9,7	9,7
MÍNIMO	1,2	1,6	2,2	2,9	3,5	4,6	5,5	4,2	3,8	2,0	1,7	1,5	5,1
DESV-STD	2,4	2,5	2,2	2,0	2,4	3,2	4,1	2,6	2,3	1,6	1,5	1,8	1,2

## 2.5.2 CAUDALES AFLUENTES MEDIOS MENSUALES PAUTE - EMBALSE AMALUZA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1964	81,0	66,2	82,1	154,8	200,4	250,5	139,3	177,9	221,4	84,5	66,5	42,6	130,6
1965	48,0	45,9	60,5	102,6	175,6	243,6	183,2	125,9	134,3	100,8	140,4	62,0	118,6
1966	118,7	83,3	109,5	107,3	82,4	92,6	123,0	127,5	89,2	82,1	44,4	46,1	92,2
1967	88,8	72,3	61,4	91,6	170,8	172,7	241,6	198,2	102,9	114,1	65,5	55,1	119,6
1968	80,1	30,6	95,3	100,3	61,6	101,1	238,2	139,1	106,5	119,5	55,7	25,8	96,2
1969	36,9	73,3	66,7	188,8	103,7	141,2	147,6	159,0	122,4	65,6	88,7	115,0	109,1
1970	108,7	190,7	145,9	164,4	172,0	299,4	161,9	214,4	161,9	107,6	103,0	103,6	161,1
1971	84,5	102,5	182,8	146,7	100,6	163,3	220,7	173,4	168,6	124,9	67,0	59,1	132,8
1972	117,6	95,5	106,0	134,8	149,3	178,3	264,0	116,7	155,6	93,8	104,9	87,5	133,7
1973	98,6	128,3	98,4	137,4	140,7	136,9	173,9	178,7	145,6	72,3	74,5	47,0	119,4
1974	49,8	128,3	90,2	70,2	181,9	122,7	273,1	137,5	185,6	179,0	110,8	104,1	136,1
1975	105,2	92,4	166,0	120,7	175,0	308,2	215,0	235,6	124,5	135,2	114,0	53,9	153,8
1976	74,0	61,8	72,9	202,1	247,7	278,8	343,0	238,9	119,2	59,0	77,9	60,6	153,0
1977	51,2	105,2	132,6	193,2	108,8	214,5	176,3	129,5	144,8	111,0	46,5	61,2	122,9
1978	49,1	71,2	137,9	229,6	198,1	287,1	214,9	196,4	140,2	181,9	51,3	42,4	150,0
1979	33,8	26,3	79,7	150,5	136,2	138,7	136,7	106,4	64,3	53,7	36,0	56,5	84,9
1980	45,0	62,1	79,2	148,9	118,3	183,8	191,3	118,5	109,9	147,3	100,6	74,7	115,0
1981	34,1	58,0	126,5	127,1	74,6	134,2	151,7	65,7	79,5	46,1	31,4	51,9	81,7
1982	43,9	40,9	43,7	130,1	139,5	97,4	154,6	164,8	96,9	118,6	95,5	129,9	104,7
1983	103,3	120,6	132,4	185,4	167,9	101,8	113,0	123,1	110,4	142,9	58,2	78,5	119,8
1984	47,6	158,4	127,7	258,9	108,4	188,3	201,8	138,1	96,3	88,4	59,3	82,7	129,7
1985	41,2	45,4	42,0	46,1	92,5	252,3	206,8	167,1	87,5	77,7	66,0	45,7	97,5
1986	46,8	52,8	62,9	134,7	136,7	144,8	245,7	92,4	144,8	112,7	114,5	79,8	114,1
1987	61,6	152,7	128,5	142,7	181,5	140,9	158,5	115,2	112,1	102,3	42,7	59,2	116,5
1988	54,9	110,3	64,8	192,8	183,4	98,5	177,2	95,5	68,5	128,3	129,0	58,1	113,4
1989	109,5	124,9	179,9	107,8	203,9	268,4	247,3	107,0	78,7	129,6	72,0	30,8	138,3
1990	62,8	64,1	135,8	130,3	138,5	253,0	163,3	154,0	82,4	97,2	84,1	73,5	119,9
1991	46,8	97,0	82,2	101,7	119,2	168,5	226,3	155,9	93,2	73,3	80,7	47,0	107,7
1992	34,1	39,3	104,0	109,7	81,1	169,8	144,2	91,5	84,1	57,8	47,8	43,9	83,9
1993	56,8	75,2	192,8	103,6	188,3	206,2	203,3	126,9	121,5	89,1	78,1	93,6	128,0
1994	71,3	87,2	114,3	186,3	263,9	315,0	252,7	255,4	208,6	97,3	134,4	102,6	174,1
1995	62,9	42,0	52,6	80,2	150,0	133,5	150,6	47,0	64,5	50,0	91,0	74,7	83,3
1996	54,8	134,9	114,5	125,6	185,9	123,0	241,9	138,9	108,3	93,7	48,1	52,0	118,5
1997	35,8	97,7	118,2	141,1	241,6	73,0	211,3	141,9	87,8	51,3	127,2	101,9	119,1
1998	71,5	83,3	97,7	152,9	129,8	187,0	248,8	108,1	56,5	79,5	79,0	34,1	110,7
1999	67,0	116,3	158,4	337,8	283,1	147,0	175,7	180,8	98,1	96,3	47,3	93,6	150,1
2000	45,0	91,2	135,9	189,1	277,0	176,1	143,3	124,6	123,5	93,9	40,2	52,0	124,3
2001	51,2	59,3	70,4	145,7	100,3	255,2	135,4	146,5	89,5	49,3	46,9	57,6	100,6
2002	50,0	48,0	53,1	105,8	156,9	122,4	196,9	125,6	69,4	71,8	119,8	72,5	99,4
2003	49,1	57,9	62,7	114,5	268,7	145,3	157,4	98,0	83,8	65,3	59,0	96,5	104,8
2004	47,1	33,0	94,9	82,1	121,0	295,0	147,0	128,7	112,5	87,3	73,6	77,2	108,3
2005	37,0	100,6	137,6	200,0	135,7	216,5	115,7	72,2	55,0	47,8	71,8	80,0	105,8
2006	70,8	95,5	95,3	131,2	133,7	125,2	113,4	86,8	84,0	57,1	64,1	85,1	95,2
2007	73,5	47,9	87,0	156,7	146,1	352,2	90,7	137,2	99,4	85,8	137,8	128,4	128,6
2008	85,7	177,0	142,0	156,6	201,0	164,2	216,0	132,9	147,4	124,1	135,5	75,7	146,5
2009	113,0	99,9	82,6	183,9	148,1	155,8	158,8	118,6	71,1	64,2	41,6	45,5	106,9
2010	40,7	87,4	52,4	109,6	143,0	194,8	139,5	103,4	64,5	46,6	53,7	69,2	92,1
2011	72,9	94,6	57,2	187,5	202,7	174,8	331,9	102,6					
MEDIA	64,9	86,0	102,4	145,9	158,9	185,3	188,8	137,9	110,1	92,7	78,3	69,6	118,1
MÁXIMO	118,7	190,7	192,8	337,8	283,1	352,2	343,0	255,4	221,4	181,9	140,4	129,9	174,1
MÍNIMO	33,8	26,3	42,0	46,1	61,6	73,0	90,7	47,0	55,0	46,1	31,4	25,8	81,7
DESV-STD	24,9	38,2	38,8	51,2	54,1	68,7	55,1	44,2	38,4	33,5	31,1	24,9	21,5

## 2.5.3 CAUDALES AFLUENTES MEDIOS MENSUALES - EMBALSE AGOYÁN

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1963						122,4	95,7	100,3	76,9	68,7	85,0	123,5	96,1
1964	69,6	56,1	98,4	111,3	137,7	209,6	138,1	181,0	241,8	98,9	80,8	56,0	123,3
1965	60,0	61,1	72,8	96,8	163,9	250,3	193,4	141,6	131,1	104,8	154,8	87,9	126,5
1966	118,8	107,1	175,2	152,6	105,4	103,7	155,2	142,1	113,7	87,6	58,5	87,5	117,3
1967	151,9	90,2	81,3	74,6	84,7	188,9	238,2	200,8	113,1	134,0	88,8	63,8	125,9
1968	107,5	67,8	104,4	95,2	65,4	115,4	241,0	128,3	104,3	127,9	70,6	38,6	105,5
1969	47,1	63,7	78,4	143,7	108,6	167,9	154,8	184,5	144,4	84,2	105,1	123,5	117,2
1970	163,7	187,9	164,6	172,3	205,9	280,6	148,8	168,5	158,8	92,7	110,1	89,8	162,0
1971	76,8	76,1	138,4	136,3	108,6	177,8	193,7	184,0	158,4	133,5	90,8	287,1	146,8
1972	126,3	108,9	92,4	137,7	135,7	211,5	290,5	132,5	149,3	90,0	103,4	101,0	139,9
1973	123,1	120,7	110,2	138,8	155,2	133,2	174,5	181,2	156,8	99,3	68,2	46,5	125,6
1974	52,3	99,5	100,2	85,9	177,8	160,9	255,9	168,8	147,4	162,4	128,8	142,9	140,2
1975	155,1	137,1	154,6	129,5	145,2	316,2	254,2	249,9	156,6	154,8	131,9	80,6	172,1
1976	146,8	112,2	99,2	156,1	260,9	338,6	332,3	228,7	139,2	88,1	120,5	90,3	176,1
1977	65,0	134,1	160,6	166,7	118,2	175,8	164,2	132,4	141,3	116,5	71,9	82,6	127,4
1978	73,3	110,6	137,1	182,0	146,0	201,6	173,8	167,2	124,8	123,5	64,2	64,0	130,7
1979	50,5	41,7	75,4	102,0	115,5	126,8	108,4	109,7	88,4	75,1	55,6	69,2	84,9
1980	66,2	71,9	102,1	142,8	121,3	168,3	150,0	117,4	114,4	119,2	87,0	66,6	110,6
1981	48,2	77,3	96,7	93,2	81,4	99,5	153,8	75,9	84,1	64,1	64,3	68,1	83,9
1982	64,5	55,1	58,4	102,5	120,8	104,0	139,6	154,7	104,5	99,0	106,4	114,3	102,0
1983	122,7	139,3	164,5	215,8	241,4	117,9	118,0	123,6	137,3	139,5	75,5	85,4	140,1
1984	70,7	119,3	112,9	149,8	147,2	198,0	186,1	133,0	139,6	109,2	82,4	88,0	128,0
1985	54,3	68,9	79,8	68,8	144,5	177,4	170,4	147,6	97,5	92,3	64,2	54,0	101,6
1986	60,2	53,6	75,0	111,4	102,3	139,3	210,6	113,7	128,3	102,1	97,4	104,5	108,2
1987	83,4	175,7	118,4	167,0	201,4	132,3	134,4	112,8	104,7	109,4	68,1	76,7	123,7
1988	69,2	108,8	113,6	151,9	157,5	112,9	197,9	110,4	85,6	109,5	127,2	74,9	118,3
1989	115,1	101,7	159,6	112,0	222,3	316,5	251,7	111,6	93,6	113,7	76,5	55,2	144,1
1990	80,6	91,7	138,0	121,4	140,2	224,2	149,7	141,0	99,1	105,2	77,6	70,2	119,9
1991	68,1	112,9	93,8	92,7	118,2	140,1	222,3	151,0	93,3	77,7	80,7	64,2	109,6
1992	64,1	64,2	99,5	134,5	86,8	123,1	124,3	115,0	89,4	65,3	58,5	61,5	90,5
1993	58,9	78,6	145,1	163,7	114,5	161,1	184,3	117,7	120,4	89,1	59,1	74,4	113,9
1994	62,5	82,3	104,1	143,1	174,1	240,5	190,0	240,2	160,7	85,7	109,2	109,3	141,8
1995	89,3	64,2	62,2	80,1	102,0	110,1	154,8	70,3	80,5	59,3	90,4	62,0	85,4
1996	55,3	109,0	125,9	108,6	127,6	97,7	189,9	132,2	104,5	74,8	54,3	70,4	104,2
1997	65,2	135,0	109,0	103,9	165,8	89,3	195,4	121,1	85,9	72,4	114,2	109,6	113,9
1998	83,0	93,0	88,0	163,0	136,0	229,0	277,0	141,0	87,0	89,0	96,0	59,0	128,4
1999	79,0	115,0	126,0	266,0	190,0	184,0	163,0	193,0	125,2	118,0	47,0	85,0	140,9
2000	75,0	107,0	139,0	173,0	305,0	249,5	165,8	153,8	117,8	109,5	60,7	83,8	145,0
2001	78,8	97,1	82,1	134,0	113,5	244,1	145,2	169,9	100,1	65,4	64,2	66,7	113,4
2002	66,9	82,4	76,6	107,9	140,5	141,5	176,8	138,1	74,9	80,0	144,5	93,9	110,3
2003	71,6	85,5	90,6	97,6	161,5	142,0	141,5	89,5	77,0	69,7	67,9	103,2	99,8
2004	64,7	56,5	140,9	105,7	144,7	240,1	139,3	150,2	91,8	91,9	85,6	93,5	117,1
2005	55,3	89,0	123,5	194,8	104,0	172,6	125,4	78,5	73,3	54,8	66,2	86,3	102,0
2006	98,3	104,7	103,3	113,6	107,9	138,2	116,3	129,5	160,8	71,6	88,8	96,6	110,8
2007	97,1	60,1	95,7	150,5	138,8	400,6	101,2	168,3	138,7	84,6	119,7	87,7	136,9
2008	100,3	131,9	140,3	142,7	157,8	184,9	213,9	135,7	147,2	134,0	122,3	91,4	141,9
2009	117,9	127,6	86,5	109,5	108,4	170,1	204,2	125,8	79,6	86,4	52,4	49,4	109,8
2010	54,8	92,6	66,5	106,9	131,6	154,2	118,3	113,1	84,8	68,3	97,1	101,8	99,2
2011	90,1	101,9	66,6	158,4	167,1	159,4	243,3	104,1					
MEDIA	83,7	96,4	108,9	132,7	144,0	180,5	178,9	142,5	117,3	96,9	87,4	86,3	121,1
MÁXIMO	163,7	187,9	175,2	266,0	305,0	400,6	332,3	249,9	241,8	162,4	154,8	287,1	176,1
MÍNIMO	47,1	41,7	58,4	68,8	65,4	89,3	95,7	70,3	73,3	54,8	47,0	38,6	83,9
DESV-STD	30,4	31,2	30,7	38,2	46,8	68,3	52,1	39,3	33,3	25,3	26,2	36,7	21,2

## 2.5.4 CAUDALES AFLUENTES MEDIOS MENSUALES - EMBALSE DAULE PERIPA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1950	26,1	286,6	816,8	327,6	95,4	72,6	28,9	15,6	11,3	15,8	12,3	113,9	151,9
1951	65,1	321,7	450,4	519,4	233,1	289,2	274,3	52,4	25,5	24,1	21,7	16,6	191,1
1952	72,6	198,2	158,8	277,9	183,0	94,3	66,2	34,1	37,9	14,4	7,5	22,0	97,2
1953	137,8	561,3	507,2	487,8	1054,0	87,8	61,1	30,6	25,3	22,2	30,3	21,8	252,3
1954	41,4	231,0	742,3	205,1	184,3	111,0	49,3	26,6	25,2	19,9	11,8	96,1	145,3
1955	521,5	444,9	428,3	449,8	146,1	23,6	55,9	31,9	31,8	14,2	11,5	10,3	180,8
1956	36,5	255,8	993,9	455,3	104,9	70,6	28,8	19,5	15,0	15,2	11,6	19,3	168,9
1957	37,1	530,7	605,0	282,3	524,3	251,5	177,5	38,9	42,7	21,1	12,9	21,4	212,1
1958	61,2	563,5	1036,0	383,4	164,2	89,4	20,1	19,5	14,6	17,1	11,4	18,2	199,9
1959	38,5	230,3	842,0	318,3	339,3	235,2	31,5	31,1	24,2	13,9	13,7	43,4	180,1
1960	91,3	198,5	436,6	566,5	188,8	13,3	19,3	15,9	15,2	10,2	6,7	6,7	130,8
1961	45,1	544,4	548,9	196,8	130,4	27,3	24,0	18,3	16,3	44,1	11,7	17,6	135,4
1962	96,2	255,4	630,8	631,0	153,6	66,7	27,8	14,8	15,6	9,2	12,2	11,6	160,4
1963	27,1	86,5	193,1	167,2	103,2	28,7	16,3	11,6	6,9	6,5	6,8	10,4	55,4
1964	178,8	321,2	688,2	759,2	118,4	45,0	29,7	23,5	21,2	18,2	15,2	16,8	186,3
1965	57,4	260,7	755,2	834,2	527,2	222,6	74,3	33,7	23,4	23,6	21,9	15,2	237,5
1966	252,6	532,1	634,1	235,4	144,8	72,8	28,2	26,6	15,7	18,4	12,4	15,6	165,7
1967	298,1	534,5	369,6	144,7	99,7	45,0	30,5	22,2	18,0	17,0	11,9	11,7	133,6
1968	36,9	136,0	167,5	163,5	38,4	28,5	21,3	16,0	14,1	10,3	9,3	8,8	54,2
1969	32,1	49,0	239,9	509,4	434,8	289,1	75,1	32,2	22,0	16,3	15,2	20,2	144,6
1970	63,1	170,3	167,0	858,4	358,2	80,9	37,4	25,5	20,0	16,0	14,1	16,5	152,3
1971	51,3	370,8	853,1	349,2	66,5	35,2	24,6	19,2	15,5	14,3	12,4	15,5	152,3
1972	66,3	369,4	608,7	405,8	150,6	464,4	208,0	64,4	37,3	34,1	24,5	108,7	211,9
1973	415,4	544,0	514,0	745,2	500,7	101,2	58,1	33,0	26,8	22,6	18,4	19,5	249,9
1974	28,8	329,2	275,6	98,2	121,7	37,5	26,0	18,4	14,0	12,9	9,8	21,1	82,8
1975	288,0	659,9	586,0	652,5	125,9	87,4	41,7	27,3	20,3	15,0	11,7	26,1	211,8
1976	369,7	585,9	734,2	743,5	543,1	152,0	61,9	32,6	16,9	16,9	15,6	22,2	274,5
1977	145,6	293,6	619,3	214,0	93,5	67,2	34,5	22,5	23,6	23,6	8,6	13,7	130,0
1978	60,1	315,8	215,9	297,0	250,7	49,7	27,3	18,4	11,5	11,5	11,5	10,2	106,6
1979	33,2	143,7	232,6	320,0	60,4	57,0	31,7	18,4	13,8	13,8	9,2	7,2	78,4
1980	12,8	117,6	109,2	423,3	186,8	57,9	27,1	18,0	11,0	11,0	10,1	10,2	82,9

1981	52,8	596,8	478,5	399,6	62,7	26,7	18,0	13,6	8,5	8,5	6,9	9,2	140,2
1982	57,6	263,6	112,2	143,9	103,1	53,2	22,9	14,4	10,0	10,0	600,9	768,1	180,0
1983	803,5	617,5	802,0	743,3	566,0	464,3	247,3	181,0	98,1	98,1	54,5	56,1	394,3
1984	43,8	448,2	627,4	447,3	214,0	68,1	39,5	22,8	14,5	14,5	10,3	42,7	166,1
1985	195,6	177,0	246,0	111,7	53,1	54,2	27,7	17,2	9,2	9,2	6,6	47,3	79,6
1986	151,0	120,0	220,7	338,5	210,1	50,7	27,5	18,6	12,6	13,7	13,0	19,0	99,6
1987	339,2	782,2	554,4	609,7	427,8	98,2	45,8	39,4	18,9	17,1	14,4	18,6	247,1
1988	112,8	374,0	218,7	167,3	237,3	54,6	40,4	37,0	32,0	31,6	42,4	47,8	116,3
1989	181,5	640,8	449,7	484,5	132,4	64,4	35,1	20,5	17,2	15,9	14,3	11,5	172,3
1990	40,1	203,7	338,9	382,9	106,2	35,7	22,5	10,3	7,0	4,2	2,8	13,7	97,3
1991	21,3	451,1	466,5	312,0	161,7	51,1	38,5	30,0	39,7	40,0	30,8	29,8	139,4
1992	206,5	495,5	1124,0	581,3	701,5	298,0	102,9	34,5	26,3	24,5	31,0	39,3	305,4
1993	122,3	578,2	693,4	785,0	327,5	76,3	34,9	27,3	20,7	13,7	19,8	36,6	228,0
1994	163,7	526,7	410,7	561,4	404,0	109,1	45,0	37,9	25,1	27,0	27,1	80,1	201,5
1995	272,6	458,8	168,2	344,0	126,8	85,1	56,0	41,6	27,2	30,7	24,7	40,6	139,7
1996	66,5	325,3	471,7	336,7	110,9	49,1	39,4	39,7	9,3	14,8	24,2	13,7	125,1
1997	77,6	336,9	436,8	558,1	437,8	507,0	411,7	502,8	464,9	498,3	39,0	864,2	427,9
1998	800,4	773,2	1317,0	1592,0	722,0	684,7	220,5	117,4	77,0	53,3	46,6	34,7	536,6
1999	57,5	652,6	593,0	736,7	267,4	90,5	42,4	12,9	16,3	11,3	8,4	35,8	210,4
2000	51,1	367,9	487,1	384,2	227,9	49,5	25,3	14,1	10,1	5,6	5,8	10,1	136,6
2001	242,9	328,7	572,5	756,3	212,2	48,7	24,3	14,0	7,8	4,5	4,7	11,3	185,7
2002	46,9	364,5	646,5	673,8	399,6	201,3	41,9	20,1	15,1	17,0	18,4	77,8	210,2
2003	285,2	442,8	311,4	324,0	167,7	53,5	26,8	12,1	3,8	10,6	5,8	31,7	139,6
2004	46,3	286,0	226,3	309,0	181,2	78,0	30,1	11,5	12,4	7,2	3,9	5,4	99,8
2005	27,1	187,2	302,6	569,4	82,7	18,4	7,6	3,7	0,6	0,6	2,1	9,2	100,9
2006	33,8	424,7	595,7	171,1	63,7	30,5	15,1	16,8	11,5	8,1	25,3	12,5	117,4
2007	80,5	335,7	391,1	450,4	162,8	90,1	15,5	7,0	0,2	1,1	0,5	3,9	128,2
2008	393,4	729,2	597,0	350,9	182,9	55,0	31,9	12,8	2,5	3,0	12,4	4,3	197,9
2009	186,3	485,2	407,0	154,7	161,7	46,3	31,8	24,4	18,0	12,2	9,4	44,7	131,8
2010	181,5	592,9	591,7	638,7	318,6	59,0	52,1	21,5	43,7	20,3	23,5	111,6	221,3
2011	328,1	486,3	162,1	474,8	108,4	46,4	57,7	31,4	-	-	-	-	-
MEDIA	150,9	391,9	502,9	450,2	243,0	113,7	58,0	35,8	27,8	25,7	25,3	54,4	173,7
MÁXIMO	803,5	782,2	1317,0	1592,0	1054,0	684,7	411,7	502,8	464,9	498,3	600,9	864,2	536,6
MÍNIMO	12,8	49,0	109,2	98,2	38,4	13,3	7,6	3,7	0,2	0,6	0,5	3,9	54,2
DESV-STD	167,7	179,8	260,2	251,1	194,0	131,3	71,7	65,4	59,1	63,2	75,7	144,1	84,9

## 2.5.5 CAUDALES AFLUENTES MEDIOS MENSUALES- EMBALSE EQUIVALENTE ELECAUSTRO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3	5,0	3,1	4,1
1989	6,1	5,3	5,5	3,3	3,8	5,5	4,6	2,7	3,6	5,4	2,4	0,9	4,1
1990	3,1	3,2	5,1	6,4	5,9	5,8	4,2	4,8	2,8	3,9	3,5	1,9	4,2
1991	2,4	2,8	5,9	5,0	5,3	5,3	6,5	4,5	3,8	2,8	4,3	2,7	4,3
1992	2,5	2,3	5,2	5,7	3,5	5,4	4,1	3,3	3,1	2,9	1,9	1,8	3,5
1993	2,2	4,9	8,5	4,4	4,3	6,1	5,5	3,7	3,8	3,7	3,8	4,1	4,6
1994	3,8	5,4	5,9	6,2	5,9	5,6	4,1	3,8	4,3	2,2	3,7	4,0	4,6
1995	1,1	2,0	2,1	3,4	5,1	4,1	4,7	2,1	1,9	2,2	6,1	5,5	3,4
1996	5,6	7,8	7,3	6,6	6,9	5,5	7,1	5,7	4,4	6,9	3,7	3,7	5,9
1997	2,5	5,6	8,8	9,5	11,5	3,6	8,8	5,2	3,7	2,7	11,6	7,8	6,8
1998	3,7	8,1	7,1	8,3	7,1	8,1	13,3	5,0	2,7	3,8	4,4	1,5	6,1
1999	4,3	9,5	9,3	14,7	11,7	5,0	6,4	7,7	5,6	5,5	2,5	5,7	7,3
2000	3,2	7,0	9,9	13,1	16,6	12,1	8,2	4,9	8,9	5,6	1,9	2,7	7,8
2001	5,6	4,6	7,5	7,5	6,3	10,6	7,6	9,1	4,9	2,2	3,0	4,5	6,1
2002	4,1	3,5	7,8	7,4	7,3	5,0	6,1	5,0	3,6	4,4	6,6	4,7	5,5
2003	2,2	3,2	2,0	4,5	14,1	7,4	8,5	4,2	3,0	2,6	3,0	3,1	4,8
2004	4,5	2,7	5,2	6,1	5,8	13,6	6,5	7,4	4,6	3,9	3,4	4,6	5,7
2005	2,2	4,2	8,5	10,9	7,2	9,8	4,1	2,8	2,3	2,7	4,3	4,0	5,3
2006	3,9	6,2	5,8	9,1	7,3	4,3	4,5	3,5	6,9	6,6	7,7	8,6	6,2
2007	2,2	1,4	6,1	9,9	7,6	16,2	5,3	5,8	4,0	4,4	7,9	5,1	6,3
2008	6,4	11,6	10,8	13,3	14,5	10,4	16,2	7,6	7,6	8,2	8,4	3,4	9,9
2009	7,3	10,1	5,2	8,1	6,6	9,3	5,8	4,0	2,4	3,3	2,1	2,6	5,6
2010	1,9	6,2	2,7	5,3	7,6	7,9	5,5	4,2	2,2	1,7	2,0	2,4	4,1
2011	4,9	5,6	2,8	12,6	13,1	9,4	19,3	3,3	-	-	-	-	-
MEDIA	3,7	5,4	6,3	7,9	8,0	7,7	7,2	4,8	4,1	4,0	4,5	3,9	5,5
MÁXIMO	7,3	11,6	10,8	14,7	16,6	16,2	19,3	9,1	8,9	8,2	11,6	8,6	9,9
MÍNIMO	1,1	1,4	2,0	3,3	3,5	3,6	4,1	2,1	1,9	1,7	1,9	0,9	3,4
DESV-STD	1,6	2,7	2,4	3,3	3,7	3,3	3,9	1,8	1,8	1,7	2,5	1,9	1,5

## 2.5.6 CAUDALES AFLUENTES MEDIOS MENSUALES - CENTRAL SIBIMBE

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1965	24,9	43,5	53,4	76,5	66,6	29,7	16,3	10,1	8,4	7,7	6,3	8,3	29,3
1966	21,2	37,2	32,5	22,2	16,7	11,9	9,1	8,0	5,1	5,1	4,4	4,9	14,9
1967	18,3	28,8	26,8	18,2	14,5	11,0	8,2	5,6	4,6	4,3	3,8	4,1	12,4
1968	10,0	19,3	22,1	21,1	11,3	8,3	5,7	4,6	4,1	4,1	3,7	4,2	9,9
1969	9,9	13,6	33,4	41,4	31,2	25,8	10,7	9,9	7,7	4,4	4,2	6,3	16,5
1970	18,6	27,0	24,0	31,4	28,6	15,1	9,8	8,7	7,8	6,0	4,9	6,6	15,7
1971	14,2	30,5	42,0	28,1	15,0	10,1	7,5	5,5	4,9	4,5	4,1	5,7	14,3
1972	17,8	29,0	55,5	42,2	39,9	33,0	14,9	10,8	9,1	10,6	12,0	23,5	24,9
1973	25,1	36,3	37,8	54,7	40,7	27,9	17,2	12,9	15,2	13,9	11,7	12,5	25,5
1974	20,3	48,9	43,7	32,0	32,9	22,2	13,6	8,4	9,5	19,6	22,2	30,5	25,3
1975	50,0	66,0	58,0	51,0	35,8	28,8	21,1	13,9	12,2	13,9	13,7	15,4	31,7
1976	43,0	55,4	53,1	58,8	43,8	25,6	14,1	9,8	4,5	4,3	8,8	14,2	28,0
1977	22,0	30,3	35,3	33,0	21,0	16,6	10,2	6,6	5,6	6,8	4,1	8,9	16,7
1978	21,1	25,5	32,3	47,4	42,4	16,2	12,1	7,6	5,9	5,4	4,6	6,3	18,9
1979	14,6	27,6	46,2	15,7	15,6	14,1	8,5	6,6	5,7	5,2	4,2	4,3	14,0
1980	7,6	35,5	28,1	48,8	32,0	16,9	9,9	7,2	5,6	4,8	4,4	10,5	17,6
1981	7,7	49,5	51,1	45,7	19,8	10,7	8,1	5,8	5,8	3,7	5,8	8,4	18,5
1982	20,1	37,0	29,2	37,0	38,0	19,0	9,2	6,8	6,2	8,5	32,1	49,8	24,4
1983	78,4	76,9	78,4	77,0	89,3	30,8	32,9	20,2	15,4	14,6	13,0	18,5	45,5
1984	23,2	55,6	71,0	50,3	30,1	15,2	11,6	8,9	11,7	6,9	5,3	10,9	25,1
1985	21,1	23,7	40,8	24,0	17,9	10,3	10,9	9,3	6,3	5,2	4,2	6,6	15,0
1986	31,7	43,2	39,9	48,7	30,0	14,6	10,9	5,8	4,9	4,5	4,5	4,8	20,3
1987	25,1	43,3	53,1	47,7	39,8	16,3	8,1	5,7	4,2	3,3	3,4	4,1	21,2
1988	20,4	46,0	34,2	34,6	31,0	11,5	6,9	4,8	3,7	3,2	3,0	3,4	16,9
1989	28,7	69,6	68,8	59,1	37,0	17,2	11,2	7,7	6,2	6,4	7,9	7,8	27,3
1990	10,6	35,8	30,0	39,4	25,3	13,9	9,1	6,7	5,2	4,6	3,9	7,7	16,0
1991	15,6	49,9	45,5	39,1	28,4	14,9	9,6	6,7	5,3	4,4	4,0	6,9	19,2
1992	30,2	57,3	81,7	65,8	55,3	29,5	13,0	7,8	5,2	4,2	3,8	4,6	29,9
1993	12,3	55,1	64,6	61,7	36,4	16,0	8,9	6,3	5,1	3,8	4,9	5,9	23,4
1994	25,4	47,6	45,1	50,0	28,9	11,6	6,4	4,6	4,1	3,2	3,0	7,9	19,8
MEDIA	23,0	41,5	45,3	43,4	33,2	18,2	11,5	8,1	6,8	6,6	7,2	10,5	21,3
MÁXIMO	78,4	76,9	81,7	77,0	89,3	33,0	32,9	20,2	15,4	19,6	32,1	49,8	45,5
MÍNIMO	7,6	13,6	22,1	15,7	11,3	8,3	5,7	4,6	3,7	3,2	3,0	3,4	9,9
DESV-STD	14,1	15,2	16,0	16,0	16,2	7,3	5,3	3,2	3,1	4,0	6,3	9,6	7,3



## 2.5.7 CAUDALES AFLUENTES MEDIOS MENSUALES - CENTRAL ABANICO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1964	31,3	29,4	32,7	46,9	54,2	52,1	38,8	43,0	43,7	28,6	27,4	25,4	37,8
1965	26,5	24,5	27,2	35,4	52,6	68,1	53,0	41,2	40,5	34,4	39,4	26,7	39,1
1966	36,3	33,9	41,2	28,9	29,1	30,4	39,5	42,0	33,2	31,9	23,5	23,6	32,8
1967	33,7	23,5	21,8	30,4	46,9	46,2	58,7	49,8	30,1	34,2	24,6	23,3	35,3
1968	26,6	15,0	26,0	30,4	21,9	34,4	55,7	36,4	32,9	36,4	20,0	14,1	29,2
1969	17,0	23,5	25,7	46,4	35,2	41,6	41,2	45,4	36,7	26,1	26,6	32,5	33,2
1970	35,1	42,4	46,9	51,5	36,1	61,0	44,4	55,0	46,6	37,2	36,4	36,7	44,1
1971	32,3	33,4	55,1	44,7	37,8	55,5	47,6	60,7	56,5	41,2	28,2	26,4	43,3
1972	37,2	34,2	31,1	43,4	57,6	77,2	79,9	54,1	61,7	43,5	45,7	38,6	50,4
1973	52,7	78,4	63,1	64,2	51,3	62,9	61,6	63,7	46,1	26,2	34,2	25,3	52,5
1974	24,5	34,2	29,3	34,5	56,4	42,1	70,2	39,3	53,6	37,4	35,4	29,4	40,5
1975	32,9	24,9	41,6	37,6	43,3	63,3	55,7	51,3	36,5	50,4	36,2	24,7	41,5
1976	31,3	25,4	37,3	87,2	83,5	85,9	75,7	64,7	28,7	23,8	36,4	30,9	50,9
1977	28,3	58,9	60,2	55,4	54,9	63,7	66,8	50,9	51,8	56,2	36,8	36,0	51,7
1978	19,4	32,8	52,3	69,8	64,6	72,7	54,8	46,4	57,9	41,3	30,7	17,8	46,7
1979	20,9	12,0	28,0	45,1	55,8	51,6	54,8	44,2	38,4	28,6	25,1	29,0	36,1
1980	27,0	24,1	33,9	37,6	42,2	63,2	61,8	45,9	41,0	63,7	44,4	37,9	43,6
1981	30,9	40,4	30,6	64,6	58,4	64,0	65,1	47,9	51,3	38,2	29,3	48,4	47,4
1982	27,7	37,0	38,8	80,7	63,8	67,1	64,9	79,9	59,8	54,3	48,0	41,7	55,3
1983	51,3	45,4	70,8	62,5	67,1	61,5	43,0	39,4	37,4	47,7	16,4	15,6	46,5
1984	13,4	18,6	16,3	13,3	21,0	34,0	32,7	26,0	23,4	19,5	14,6	18,3	20,9
1985	12,8	13,0	13,3	31,2	35,7	69,9	43,9	42,7	31,0	41,0	32,1	20,8	32,3
1986	16,0	17,5	19,6	34,4	39,2	46,6	67,4	20,4	40,2	27,3	29,5	22,8	31,7
1987	23,1	48,5	44,1	56,8	67,0	63,8	52,8	43,2	46,6	42,9	17,2	34,7	45,1
1988	15,8	37,7	23,1	52,5	43,3	40,0	43,4	31,5	39,8	38,3	37,5	16,1	34,9
1989	23,5	24,8	41,0	34,2	58,2	68,1	50,9	34,8	24,6	40,0	16,1	8,0	35,4
1990	13,2	18,5	40,4	28,6	39,5	54,2	44,7	27,9	32,5	39,9	27,7	24,6	32,6
1991	19,1	21,9	33,4	23,8	48,6	45,2	45,8	34,7	21,7	27,3	48,8	25,4	33,0
1992	19,0	14,0	32,3	31,0	35,0	61,9	40,2	34,1	34,1	24,1	28,0	14,6	30,7
MEDIA	26,9	30,6	36,5	44,9	48,3	56,8	53,6	44,7	40,6	37,3	30,9	26,5	39,8
MÁXIMO	52,7	78,4	70,8	87,2	83,5	85,9	79,9	79,9	61,7	63,7	48,8	48,4	55,3
MÍNIMO	12,8	12,0	13,3	13,3	21,0	30,4	32,7	20,4	21,7	19,5	14,6	8,0	20,9
DESV-STD	10,1	14,6	14,0	17,3	14,4	13,7	12,0	12,6	11,0	10,5	9,4	9,3	8,3

## 2.5.8 CAUDALES AFLUENTES MEDIOS MENSUALES - CENTRAL CALOPE

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1963	7,2	15,6	19,1	17,3	12,1	7,8	6,1	5,2	4,5	4,0	3,6	3,9	8,8
1964	6,9	12,5	14,0	19,1	13,8	9,5	6,4	5,1	5,0	5,3	5,7	5,3	9,1
1965	11,8	16,2	19,5	26,7	21,7	10,4	6,2	4,5	4,8	5,8	7,5	6,0	11,8
1966	11,4	20,1	17,2	15,2	12,2	7,2	5,1	4,4	4,0	5,7	4,1	5,4	9,3
1967	13,5	22,5	18,8	10,4	10,0	8,0	5,4	4,3	3,8	2,7	2,2	2,2	8,6
1968	5,7	10,6	15,3	14,0	7,8	5,4	4,5	3,8	4,2	5,0	3,9	3,4	7,0
1969	6,6	10,1	14,0	21,7	14,5	11,3	7,1	5,3	4,8	4,6	5,0	6,9	9,3
1970	13,3	24,2	22,5	19,5	18,1	11,4	6,3	4,7	4,5	4,3	4,8	5,9	11,6
1971	11,9	28,0	34,1	21,6	11,4	8,3	5,1	4,2	4,5	5,2	4,9	4,7	12,0
1972	12,6	20,9	24,8	24,9	20,8	16,8	9,4	6,0	5,3	5,3	5,4	7,7	13,3
1973	9,2	19,7	18,0	22,4	20,1	11,9	7,7	5,9	6,2	5,8	5,1	5,4	11,4
1974	7,6	25,0	27,2	14,2	15,5	8,9	6,1	4,5	4,6	6,5	7,0	10,3	11,5
1975	20,9	34,0	29,6	21,7	14,4	10,5	7,7	5,6	5,1	5,3	5,3	5,8	13,8
1976	19,3	30,4	29,9	34,3	21,6	12,9	7,1	5,5	4,0	3,7	4,6	5,8	14,9
1977	9,6	17,1	20,7	20,2	12,7	8,2	5,9	4,5	4,3	4,3	3,5	4,6	9,6
1978	10,4	16,8	20,2	28,8	22,1	10,0	6,6	5,0	4,0	4,1	3,4	4,0	11,3
1979	6,7	9,3	23,5	18,8	15,5	11,1	7,2	5,4	5,4	4,5	3,4	3,2	9,5
1980	5,0	23,0	16,4	29,8	21,2	8,2	5,1	4,1	3,6	4,0	4,5	4,0	10,7
1981	6,2	25,1	24,9	20,6	19,8	3,3	2,8	3,9	3,7	3,3	3,8	4,4	10,1
1982	10,8	21,0	17,3	20,3	17,9	10,9	5,9	4,0	4,0	6,7	14,8	13,7	12,3
1983	25,6	22,3	22,4	25,3	22,1	13,8	7,1	5,3	5,6	5,0	5,1	7,1	13,9
1984	6,6	19,1	24,0	21,1	15,4	7,0	5,0	3,9	3,7	3,6	3,6	4,1	9,8
1985	9,4	10,9	18,0	13,2	10,6	6,6	5,0	4,3	3,6	3,2	2,9	3,5	7,6
1986	13,3	19,2	17,7	22,0	13,2	6,6	4,9	3,4	2,3	2,3	2,2	2,1	9,1
1987	6,6	11,7	17,6	19,0	17,8	9,4	5,7	4,3	3,3	2,9	2,5	2,8	8,6
1988	7,0	17,3	15,1	16,6	14,3	6,2	4,2	3,0	2,5	2,9	3,3	2,7	7,9
1989	11,3	26,2	21,4	18,8	18,0	11,6	8,1	5,7	4,6	5,0	4,7	4,6	11,6
1990	5,9	16,9	12,7	15,9	12,3	9,5	8,5	7,3	6,8	6,6	6,1	6,2	9,6
1991	8,1	16,2	19,7	18,0	13,8	8,8	7,4	6,6	6,6	6,5	6,5	7,0	10,4
1992	9,2	19,4	19,8	25,9	13,7	8,0	6,2	4,1	3,9	3,7	3,6	3,5	10,1
MEDIA	10,3	19,4	20,5	20,6	15,8	9,3	6,2	4,8	4,4	4,6	4,7	5,2	10,5
MÁXIMO	25,6	34,0	34,1	34,3	22,1	16,8	9,4	7,3	6,8	6,7	14,8	13,7	14,9
MÍNIMO	5,0	9,3	12,7	10,4	7,8	3,3	2,8	3,0	2,3	2,3	2,2	2,1	7,0
DESV-STD	4,8	6,1	5,1	5,2	4,0	2,7	1,4	0,9	1,0	1,2	2,3	2,4	1,9

## **2.6 Equipamiento Eléctrico**

En las siguientes tablas se detalla la infraestructura eléctrica que poseen las empresas Generadoras en lo referente a subestaciones, transformadores y líneas de transmisión.

Esta información es proporcionada por cada empresa generadora en el Sistematización de Datos del Sector Eléctrico “SISDAT”.

A continuación se indica en la tabla 5 las Características de las subestaciones de las centrales Hidroeléctricas de empresas Generadoras.

Empresa	Nombre de la Subestación	Provincia	Cantón	Tipo de Subestación	Voltaje (KV)			Capacidad instalada (MVA)		
<b>CELEC-Hidroagoyán</b>	Agoyán	Tungurahua	Baños	E	13.8	145	-	170	170	170
	Cámara Pucará		Píllaro		13.8	141.5	.	80	80	80
	Total CELEC-Hidroagoyán							250	250	250
<b>Elecaastro</b>	S/E 1	Azuay	Cuenca	E	2.4	22	-	8.1	8.1	8.1
	S/E 2				2.4	69	-	10	12.5	12.5
	S/E 3				4.2	69	.	30	30	30
	S/E 4				6.3	22	-	9	10.3	10.3
	S/E 5				6.3	22	.	20	24	24
	Total Elecaastro							77.1	84.85	84.85
<b>EMAAP-Q</b>	Booster 1	Napo	Quijos	R	138	6.9	-	12.6	18	18
	Booster 2				138	6.9	-	12.6	18	18
	El Carmen	Pichincha	Quito	E	6.6	138	-	10	12.5	12.5
	Recuperadora				6.9	138	-	12.6	18	18
Total EMAAP-Q							47.8	66.5	66.5	
<b>Hidronación</b>	Marcel Laniado De Wind	Guayas	El Empalme	E	13.8	138	-	255	255	255
Total Hidronación							255	255	255	
<b>Hidropastaza</b>	1	Tungurahua	Baños	E	13.8	230	-	-	-	127.5
Total Hidropastaza							-	-	127.5	
<b>Hidrosibimbe</b>	Casa Máquinas	Bolívar	Echeandía	E	6.9	69	-	18	18	18
Total Hidrosibimbe							18	18	18	
Total general							647.9	674.35	801.85	

Tabla 4. Características de las Subestaciones de las empresas Generadoras, Fuente: CONELEC

En la siguiente tabla 6, se detalla las Características de los transformadores de las empresas Generadoras.

**Tabla 5. Características de los Transformadores de las empresas Generadoras**

Empresa	Nombre de la Subestación	Nombre del Transformador	Marca	Capacidad del transformador (MVA)			Voltaje (KV)		
				OA	AF	FOA	Primario	Secundario	Terciario
CELEC-Hidroagoyán	Cámara Pucará	T1	Federal Pioneer	40	40	40	13.8	141.5	-
		T2	Federal Pioneer	40	40	40	13.8	141.5	-
	Agoyán	T1	Mitsubishi Electric Corp.	85	85	85	13.8	145	-
		T2	Mitsubishi Electric Corp.	85	85	85	13.8	145	-
CELEC-Hidropaute	Central Paute	TU01	Trafo Union	90	120	160	13.8	138	-
		TU02	Trafo Union	10	12.5	12.5	13.2	4.16	-
		TU03	Trafo Union	10	12.5	12.5	13.2	4.16	-
		TU04	Trafo Union	127.7	127.7	127.7	13.8	138	-
		TU05	Trafo Union	127.7	127.7	127.7	13.8	138	-
		TU06	Nuova Iel	134	134	134	13.8	230	-
		TU07	Nuova Iel	134	134	134	13.8	230	-
		TU08	Nuova Iel	134	134	134	13.8	230	-
		TU09	Nuova Iel	134	134	134	13.8	230	-
		TU10	Nuova Iel	134	3 <sup>4</sup>	3 <sup>4</sup>	13.8	230	-
	Central Mazar	TU11	Siemens	0 0	100	100	13.8	230	-
		TU12	Siemens	0 0	100	100	13.8	230	-
Elecaastro	Saucay	TR1	BBC	10	10	10	69	4.16	-
		TR2	BBC	10	10	10	69	4.16	-
		TR3	BBC	10	10	10	69	4.16	-
	Saymirin I-II	TR1	AEG	1.6	1.6	1.6	22	2.4	-
		TR2	AEG	1.6	1.6	1.6	22	2.4	-
		TR3	AEG	2.45	2.45	2.45	22	2.4	-
		TR4	AEG	2.45	2.45	2.45	22	2.4	-
	Saymirin III-IV	TR5	BBC	10	12.5	12.5	69	2.4	-
	EMAAP-Q	Recuperadora	T1	Schorch	12.6	18	18	6.9	138
El Carmen		T1	Pauwells	10	12.5	12.5	6.6	138	-
Booster1		T1	Schorch	12.6	18	18	138	6.9	-
Booster 2		T1	Schorch	12.6	18	18	138	6.9	-
Hidronación	Marcel Laniado De Wind	TE1	Ansaldo	85	85	85	13.8	138	-
		TE2	Ansaldo	85	85	85	13.8	138	-
		TE3	Ansaldo	85	85	85	13.8	138	-
Hidropastaza	Casa de Máquinas	T1	WEG	127.5	127.5	127.5	13.8	230	-
		T2	WEG	127.5	127.5	127.5	13.8	230	-
Hidosibimbe	Casa Máquinas	Transformador principal	Schneider	18	18	18	6.9	69	-

Fuente: CONELEC

En la tabla 7, se especifica las Características de las Líneas de Transmisión de las empresas Generadoras.

Tabla 6. Características de las líneas de Transmisión de las empresas Generadoras

Empresa	Línea de Transmisión	Subestación de salida	Subestación de llegada	Voltaje (KV)	# de circuitos	Capacidad de Transmisión por Límite Térmico (MW)	Longitud (Km)
<b>CELEC-Hidropaute</b>	Mazar - Zhoray	Casa de Máquinas	Zhoray	230	2	230	2.5
<b>Total CELEC-Hidropaute</b>							2.51
<b>EMAAP-Q</b>	El Carmen - Recuperadora	El Carmen	Recuperadora	138	2	65	31
	Booster 2 - Booster 1	Booster 2	Booster 1	138	1	65	5
	Recuperadora - Booster 2	Recuperadora	Booster 2	138	1	65	19
	Santa Rosa - El Carmen	Santa Rosa	El Carmen	138	2	65	30
<b>Total EMAAP-Q</b>							85
<b>Hidronación</b>	Daule Peripa - Portovejo	Daule Peripa	Portovejo	138	2	120	90.4
	Daule Peripa - Quevedo	Daule Peripa	Quevedo	138	1	120	42.6
<b>Total Hidronación</b>							133
<b>Hidropastaza</b>	Generación San Francisco	Casa de Máquinas	Totoras	230	2	260	46.3
<b>Total Hidropastaza</b>							46.32
<b>Hidrosibimbe</b>	L/T Casa Máquinas - S/E Ventanas	Casa de Máquinas	S/E Enlace Ventanas	69	1	38.2	14
<b>Total Hidrosibimbe</b>							14
<b>Total general</b>							280.83

Fuente: CONELEC

A continuación en la tabla 8, se especifica la Energía Bruta y Factor de planta de las Centrales hidroeléctricas de empresas Generadoras.

Tabla 7. Energía Bruta y Factor de Planta de las empresas Generadoras

Empresa	Central	Unidad	Tipo de Generación	Energía Bruta (GWh)	Potencia Efectiva (MW)	Factor de Planta (%)
CELEC-Hidroagoyán	Agoyán	U1	Hidráulica	461.05	78	67.48
		U2		474.06	78	69.38
	Total Agoyán			935.11	156	68.43
	Pucará	U1	Hidráulica	73.72	35	24.04
		U2		75.72	35	24.7
	Total Pucará			149.44	70	24.37
	San Francisco	U1	Hidráulica	418.44	106.3	44.94
		U2		495.07	106.3	53.17
	Total San Francisco			913.51	212.6	49.055
	Total CELEC-Hidroagoyán				1998.06	438.6
CELEC-Hidropaute	Mazar	U1	Hidráulica	491.65	81.63	68.76
		U2		416.75	81.63	58.28
	Total Mazar			908.4	163.26	63.52
	Paute	U1	Hidráulica	439.03	105	47.73
		U10		466.96	115	46.35
		U2		536.08	105	58.28
		U3		556.61	105	60.51
		U4		591.13	105	64.27
		U5		595.19	105	64.71
		U6		661.75	115	65.69
		U7		636.62	115	63.19
		U8		652.88	115	64.81
	U9	713.23	115	70.8		
	Total Paute			5849.48	1100	60.7
Total CELEC-Hidropaute				6757.88	1263.26	62.11
Elecaastro	Saucay	G1	Hidráulica	15.95	4	45.52
		G2		15.12	4	43.15
		G3		55.98	8	79.89
		G4		56.27	8	80.3
	Total Saucay			143.32	24	62.215
	Saymirín	G1	Hidráulica	5.83	1.26	52.99
		G2		5.89	1.26	53.55
		G3		11.62	1.96	67.65
		G4		11.72	1.96	68.28
		G5		31.2	4	89.04
G6		31.36		4	89.5	
Total Saymirín			97.62	14.44	70.17	
Total Elecaastro				240.94	38.44	66.19
EMAAP-Q	El Carmen	U1	Hidráulica	38.21	8.2	53.2
	Total El Carmen			38.21	8.2	53.2
	Recuperadora	N.1	Hidráulica	105.4	14.5	82.98
	Total Recuperadora			105.4	14.5	82.98
Total EMAAP-Q				143.61	22.7	68.09

Hidronación	Marcel Laniado	U1		165.43	71	26.6
		U2	Hidráulica	279.38	71	44.92
		U3		212.58	71	34.18
	Total Marcel Laniado			657.39	213	35.23
Total Hidronación				657.39	213	35.23
Hidrosibimbe	Sibimbe	U1	Hidráulica	44.62	7.25	70.26
		U2		44.62	7.25	70.26
	Total Sibimbe			89.24	14.5	70.26
	Total Hidrosibimbe				89.24	14.5
Total general				1131.18	288.64	59.94

Fuente: CONELEC

En las siguientes tablas se detalla la infraestructura eléctrica que poseen las empresas Autogeneradoras en lo referente a subestaciones, transformadores y líneas de transmisión. Esta información es proporcionada por cada empresa generadora en el Sistematización de Datos del Sector Eléctrico “SISDAT”.

A continuación se indica en la tabla 9, las Características de las subestaciones de las centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras.

**Tabla 8. Características de las subestaciones de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras**

Empresa	Nombre de la Subestación	Provincia	Cantón	Tipo de Subestación	Voltaje (KV)			Capacidad instalada (MVA)		
					V1	V2	V3	OA	FA	FOA
Ecoluz	Loreto Papallacta	Napo	Quijos	E	0.7	22.8	-	2.5	2.5	2.5
					22.8	43.6	-	6.6	6.6	6.6
	<b>Total Ecoluz</b>							9.1	9.1	9.1
Enermax	Calope	Cotopaxi	La Maná	E	69	69	-	20.8	20.8	20.8
								20.8	20.8	20.8
Hidroabanico	SEHA1	Morona	Morona	E	4.2	69	-	45	45	45
	SEHA2	Santiago		S	69	69	-			
<b>Total Hidroabanico</b>							45	45	45	
Perlábí	Perlábí	Pichincha	Quito	E	0.7	22.8	-	3.2	3.2	3.2
								3.15	3.15	3.15
	<b>Total Perlábí</b>							3.15	3.15	3.15
<b>Total general</b>							78.05	78.05	78.05	

Fuente: CONELEC



En la tabla 10, se detalla las Características de las Líneas de Transmisión de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras.

Tabla 9. Características de las Líneas de Transmisión de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras

Empresa	Línea de Transmisión	Subestación de salida	Subestación de llegada	Voltaje (KV)	# de circuitos	Capacidad de Transmisión por Límite Térmico	Longitud (Km)
<b>Ecoluz</b>	Loreto-Papallacta	Loreto	Papallacta	22	1	-	5.66
	Papallacta-Pifo	Papallacta	Pifo	46	1	-	29.19
<b>Total Ecoluz</b>							34.85
<b>Enermax</b>	Calope-Quevedo	Calope	Quevedo	69	1	70	29.7
<b>Total Enermax</b>							29.7
<b>Hidroabanico</b>	LSTHA	Seha 1	Seha 2	69	1	43	11.5
<b>Total Hidroabanico</b>							11.5
<b>Total general</b>							76.05

Fuente: CONELEC

A continuación se indica en la tabla 11, los datos de Factor de Planta de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras.

Tabla 10. Factor de Planta de las de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras

Empresa	Central	Unidad	Subtipo de Generación	Energía Bruta (MWh)	Potencia Efectiva (MW)	Factor de Planta (%)
Ecoluz	Loreto	Loreto	Hidráulica	14067.89	2.11	76.29
		Total Loreto		14067.89	2.11	76.29
	Papallacta	G1	Hidráulica	1436.93	1.95	8.41
		G2		24074.70	4.25	64.66
	Total Papallacta			25511.63	6.20	36.54
Total Ecoluz				39579.52	8.31	56.41
Enermax	Calope	U1	Hidráulica	43891.05	7.50	66.81
		U2		43891.05	7.50	66.81
		Total Calope		87782.10	15.00	66.81
Total Enermax				87782.10	15.00	66.81
Hidroabanico	Hidroabanico	U1		64963.02	7.55	98.22
		U2		64963.02	7.55	98.22
		U3	Hidráulica	64963.02	7.63	97.19
		U4		64963.02	7.63	97.19
		U5		64963.02	7.63	97.19
		Total Hidroabanico			324815.10	37.99
Total Hidroabanico				324815.10	37.99	97.60
I.M. Mejía	La Calera	Corazón		2084.59	0.50	47.59
		Cotopaxi	Hidráulica	6201.88	0.98	72.24
		Rumiñahui		1591.09	0.50	36.33
		Total La Calera		9877.56	1.98	56.95
Total I.M. Mejía				9877.56	1.98	56.95
La Internacional	Vindobona	U1	Hidráulica	7767.90	1.43	62.01
		U2		9194.85	1.43	73.40
		Total Vindobona		16962.75	2.86	67.71
Total La Internacional				16962.75	2.86	67.71
Perlabí	Perlabí	U1	Hidráulica	14577.51	2.46	67.65
		Total Perlabí		31540.26	5.32	67.68
		Total Perlabí		31540.26	5.32	67.68
Total General				510557.29	71.46	413.16

Fuente: CONELEC

En la siguiente tabla 12, se muestra los datos de Factor de Planta de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Distribuidoras.

Tabla 12. Factor de Planta de las Centrales Hidroeléctricas de las empresas Distribuidoras (1/2)

Empresa	Central	Unidad	Subtipo de Generación	Energía Bruta (GWh)	Potencia Nominal (MW)	Factor de Planta (%)
CNEL-Bolívar	Chimbo	U1	Hidráulica	0.98	0.45	24.79
		U2		1.28	0.88	16.65
		Total Chimbo		2.26	1.33	20.72
Total CNEL-Bolívar				2.26	1.33	20.72
E.E. Cotopaxi	El Estado	Grupo 1	Hidráulica	4.07	0.85	54.68
		Grupo 2		1.88	0.85	25.29
		Total El Estado		5.95	1.7	39.99
	Illuchi No.i	Grupo 1	Hidráulica	2.16	70	35.34
		Grupo 2		2.94	70	48.14
		Grupo 3		8.23	1.4	67.1
		Grupo 4		9.66	1.4	78.75
		Total Illuchi No.i		22.99	142.8	57.33
		Illuchi No.2		Grupo 1	Hidráulica	13.35
Grupo 2	13.75		2.6	60.35		
Total Illuchi No.2	27.1		5.2	59.495		
Total E.E. Cotopaxi				56.04	149.7	56.91
E.E. Norte	Ambi	G1	Hidráulica	19.21	4	54.82
		G2		19.65	4	56.08
		Total Ambi		38.86	8	55.45
	La Playa	G1	Hidráulica	2.59	0.44	67.12
		G2		2.59	0.44	67.12
		GS		2.59	0.44	67.12
		Total La Playa		7.77	1.32	67.12
	San Miguel de Car	Gi	Hidráulica	22.56	2.95	87.32
	Total San Miguel de Car				22.56	2.95
Total E.E. Norte				69.19	12.27	69.96
E.E. Riobamba	Alao	Grupo 1	Hidráulica	19.24	2.6	84.48
		Grupo 2		20.24	2.6	88.86
		Grupo 3		17.46	2.6	76.66
		Grupo 4		20.13	2.6	88.39
		Total Alao		77.07	10.4	84.5975
	Río Blanco	Unica	Hidráulica	19.11	3.13	69.82
	Total Río Blanco				19.11	3.13
Total E.E. Riobamba				96.18	13.53	77.20875

Tabla 11. Factor de Planta de las Centrales Hidroeléctricas de las empresas Distribuidoras (2/2)

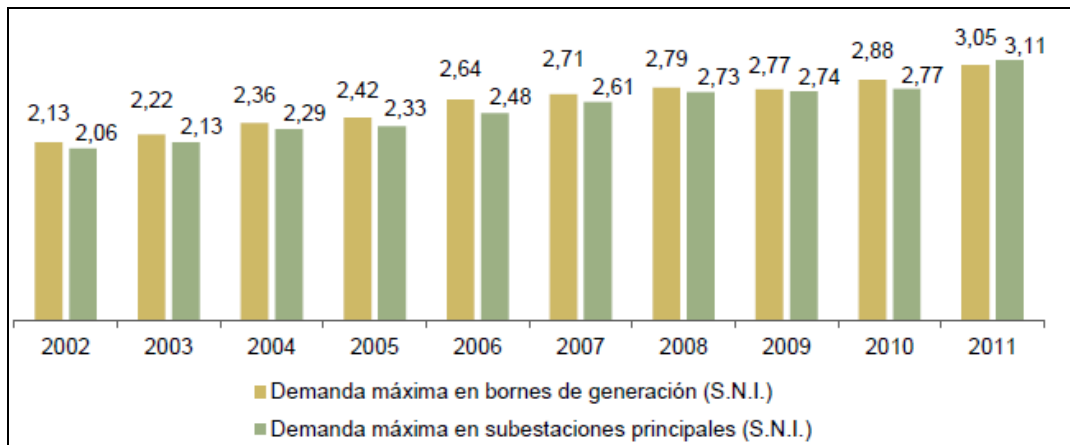
		U1		38.71	10	44.19
	Cumbayá	U2	Hidráulica	48.81	10	55.72
		U3		52.75	10	60.22
		U4		43.42	10	49.56
		Total Cumbayá		183.69	40	52.4225
		U1		1.18	2	6.75
		U2		0.59	2	3.37
	Guangopolo	U3	Hidráulica	0.33	1.7	2.24
		U4		1.49	1.7	10.03
		U5		4.73	2	27.01
E.E. Quito		U6		79.23	11.52	78.52
		Total Guangopolo		87.55	20.92	21.32
	Los Chillos	U1	Hidráulica	7.06	0.88	91.58
		U2		7.07	0.88	91.66
		Total Los Chillos		14.13	1.76	91.62
	Nayón	U1	Hidráulica	77.01	14.85	59.2
		U2		76.30	14.85	58.65
		Total Nayón		153.31	29.7	58.925
	Pasochoa	U1	Hidráulica	12.22	2.25	62.02
		U2		12.15	2.25	61.66
		Total Pasochoa		24.38	4.5	61.84
		Total E.E. Quito		463.06	96.88	57.2255
	E.E. Sur	U1		3.93	0.6	74.86
	Carlos Mora	U2	Hidráulica	3.95	0.6	75.15
		U3		8.96	1.2	85.22
		Total Carlos Mora		16.84	2.4	78.41
		Total E.E. Sur		16.84	2.4	78.41
		Total general		703.57	276.11	60.07

Fuente: CONELEC

## 2.7 Datos de Potencia instalada y Generación

### 2.7.1 Evolución histórica de la potencia instalada periodo 2002-2011

La demanda en bornes de generación en cada año se refiere a la sumatoria de las demandas máximas no coincidentes de cada mes, medida a la salida de las centrales de generación, y tuvo un crecimiento del 2010 al 2011 del 5,98 %, mientras que en el período 2002-2011 creció 43,06 %, es decir, un promedio anual del 4,54 %. Por otro lado, la demanda máxima en subestaciones principales, es la resultante de la sumatoria de las demandas máximas no coincidentes de cada uno de los sistemas de distribución conectados al Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.), el incremento del 2011 respecto del 2010 fue 1,21 %, mientras que en el periodo de análisis, creció 51,24 %.



**Gráfico 11. Evolución de la demanda en el S.N.I., período 2002-2011. Fuente: CONELEC**

A continuación se presenta un análisis comparativo multianual de la evolución de la potencia nominal y efectiva por tipo de empresa y por tipo de central, incluido termoeléctricas en el periodo del 2002 al 2011.

Tabla 13. Evolución histórica de potencia nominal y efectiva por tipo de empresa del sector eléctrico Ecuatoriano

Año	Tipo Empresa	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
2002	Generadora	2736.63	2678.50
	Distribuidora	623.4	531.46
	Autogeneradora	61.72	56.03
	Total 2002	3421.75	3265.99
2003	Generadora	2,743.35	2693.30
	Distribuidora	625.96	529.71
	Autogeneradora	110.12	101.32
	Total 2003	3479.43	3324.33
2004	Generadora	2743.21	2685.70
	Distribuidora	627.55	525.96
	Autogeneradora	131.99	119.37
	Total 2004	3502.75	3331.03
2005	Generadora	2788.21	2709.20
	Distribuidora	608	494.51
	Autogeneradora	293.58	250.98
	Total 2005	3689.79	3454.69
2006	Generadora	2,945.55	2819.52
	Distribuidora	592.16	489.43
	Autogeneradora	459.15	395.33
	Total 2006	3996.86	3704.28
2007	Generadora	3180.58	3083.67
	Distribuidora	585.26	488.96
	Autogeneradora	711.14	568.66
	Total 2007	4476.98	4141.29
2008	Generadora	3,180.66	3068.65
	Distribuidora	585.19	494.42
	Autogeneradora	775.03	615.94
	Total 2008	4540.88	4179.01
2009	Generadora	3,301.34	3253.85
	Distribuidora	595.95	494.89
	Autogeneradora	813.07	644.77
	Total 2009	4710.36	4393.51
2010	Generadora	3,729.78	3597.35
	Distribuidora	501.03	452.48
	Autogeneradora	911.87	711.56
	Total 2010	5142.68	4761.39
2011	Generadora	3810.07	3670.63
	Distribuidora	503.57	455.2
	Autogeneradora	918.28	712.35
	Total 2011	5231.92	4838.18

Fuente: CONELEC

A continuación se detalla en la tabla 14 la Potencia nominal por tipo de central del sector eléctrico Ecuatoriano, y en la tabla 15 la Potencia efectiva por tipo de central del sector eléctrico Ecuatoriano.

Fuente de energía	Tipo Central	Potencia Nominal (MW)									
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Renovable</b>	Hidráulica	1745.81	1745.93	1745.84	1808.54	1800.64	2057.32	2057.29	2059.25	2242.42	2234.41
	Biomasa	-	-	35	64.8	73.8	73.8	106.8	106.8	101.3	101.3
	Eólica	-	-	-	-	-	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
	Solar	-	-	-	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07
	<b>Total Renovable</b>	1745.81	1745.93	1780.84	1873.36	1874.46	2133.54	2166.51	2168.47	2346.14	2338.18
<b>No Renovable</b>	<b>Térmica</b>	1675.95	1733.50	1756.91	1881.23	2187.19	2343.45	2374.36	2541.90	2796.55	2893.75
<b>Total No Renovable</b>		1675.95	1733.50	1756.91	1,881.23	2187.19	2343.45	2374.36	2541.90	2796.55	2893.75
<b>Total general</b>		3421.76	3479.43	3537.75	3754.59	4061.65	4476.99	4540.87	4710.37	5142.69	5231.93

**Tabla 12. Potencia nominal por tipo de central del sector eléctrico Ecuatoriano.**

Fuente de energía	Tipo Central	Potencia Efectiva (MW)									
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Renovable</b>	Hidráulica	1733.4	1735.49	1732.5	1794.94	1785.73	2030.64	2033.52	2032.16	2215.19	2207.17
	Biomasa	-	-	28	55.6	63.3	63.3	94.5	94.5	93.4	93.4
	Eólica	-	-	-	-	-	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
	Solar	-	-	-	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07
	<b>Total Renovable</b>	1733.4	1735.49	1760.5	1850.56	1849.05	2096.36	2130.44	2129.08	2311.01	2303.04
<b>No Renovable</b>	<b>Térmica</b>	1532.59	1588.84	1598.54	1659.74	1910.83	2044.93	2048.57	2264.44	2450.38	2535.15
<b>Total No Renovable</b>		1532.59	1588.84	1598.54	1659.74	1910.83	2044.93	2048.57	2264.44	2450.38	2535.15
<b>Total general</b>		3265.99	3324.33	3359.04	3510.3	3759.88	4141.29	4179.01	4393.52	4761.39	4838.19

**Tabla 13. Potencia efectiva por tipo de central del sector eléctrico Ecuatoriano.**



En las tablas anteriores se detallan las potencias nominal y efectiva de todas las empresas del sector eléctrico por tipo de empresa generadora, distribuidora y autogeneradora, con su participación o no dentro del S.N.I.

En año 2011 tenemos una variación en la potencia efectiva con respecto al año anterior de 1,61 % y al 2002 del 48,14 %, siendo un aumento significativo pasando de 3266 MW en el 2002 a 4838 en el 2011, la mayor variación es de 10 % y se presenta en el año 2007 pasando de 3704 MW en el 2006 a 4141 MW en el 2007.

Con respecto a la potencia nominal tenemos una variación con respecto al año anterior de 1,74 % y al 2002 del 52,90 %, pasando de 3422 MW en el 2002 a 5232 en el 2011, la mayor variación es de 10 % y se presenta de igual manera en el año 2007 pasando de 3996 MW en el 2006 a 4477 MW en el 2007.

#### 2.7.2 Potencia Instalada y Generación

En el año 2011, todas las empresas del sector eléctrico nacional, generadoras, distribuidoras con generación y Autogeneradoras, aportaron con 2126.21 MW de potencia instalada y 2085.05 MW de potencia efectiva, distribuidos en 39 centrales de generación, conforme a los datos reportados por los agentes del sector.

En la tabla 16, se detallan las potencias nominal y efectiva de cada una de las empresas del sector eléctrico, con su ubicación provincial y participación o no dentro del S.N.I.

Tipo de Empresa	Empresa	Sistema	Tipo de Central	Provincia	# centrales	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
Generadora	CELEC-Hidroagoyán	S.N.I.	Hidráulica	Tungurahua	2	233.00	226.00
	CELEC-Hidropaute	S.N.I.	Hidráulica	Azuay	2	1258.66	1263.26
	Elecaustro	S.N.I.	Hidráulica	Azuay	2	38.43	38.43
	Elecaustro	S.N.I.	Hidráulica	Azuay	1	19.20	17.20
	EMAAP-Q	S.N.I.	Hidráulica	Pichincha	1	2.40	2.40
	Hidronación	S.N.I.	Hidráulica	Guayas	1	230.00	212.60
	Hidropastaza	S.N.I.	Hidráulica	Los ríos	1	16.00	14.50
	Hidosibimbe	S.N.I.	Hidráulica	Los Ríos	2	2.00	1.93
			Pichincha	1	115.00	102.00	
<b>Total Generadora</b>					<b>13</b>	<b>1914.69</b>	<b>1878.32</b>
Distribuidora	CNEL-Bolívar	S.N.I.	Hidráulica	Bolívar	1	1.66	1.33
	E.E. Cotopaxi	No Incorporado	Hidráulica	Cotopaxi	3	2.8	2.68
		S.N.I.	Hidráulica	Cotopaxi	2	9.39	9.2
	E.E. Norte	S.N.I.	Hidráulica	Carchi	2	4.27	4.27
				Imbabura	1	8	8
	E.E. Quito	No Incorporado	Hidráulica	Napo	1	0.1	0.07
		S.N.I.	Hidráulica	Pichincha	5	96.88	96.88
	E.E. Riobamba	No Incorporado	Hidráulica	Chimborazo	1	0.31	0.3
S.N.I.		Hidráulica	Chimborazo	2	13.53	13	
E.E. Sur	S.N.I.	Hidráulica	Zamora chinchipe	1	2.4	2.4	
<b>Total Distribuidora</b>					<b>19</b>	<b>139.34</b>	<b>138.13</b>
Autogeneradoras	Ecoluz	S.N.I.	Hidráulica	Napo	2	8.93	8.31
	Enermax	S.N.I.	Hidráulica	Cotopaxi	1	16.6	15
	Hidroabanico	S.N.I.	Hidráulica	Morona Santiago	1	38.45	37.99
	I.M. Mejía	S.N.I.	Hidráulica	Pichincha	1	2.5	1.98
	La Internacional	S.N.I.	Hidráulica	Pichincha	1	3	2.86
	Perlabi	S.N.I.	Hidráulica	Pichincha	1	2.7	2.46
<b>Total Autogeneradora</b>					<b>7</b>	<b>72.18</b>	<b>68.6</b>
<b>Total general</b>					<b>39</b>	<b>2126.21</b>	<b>2085.05</b>

**Tabla 14. Potencia nominal y efectiva de las empresas del sector eléctrico, Fuente: CONELEC**

Del total de la potencia efectiva en todo el país (2085.05 MW): el 87,67 % corresponde a la destinada para el servicio público; y, el 12,33 % al servicio no público. Potencia que es entregada a través del S.N.I. y de los sistemas no incorporados.

La Unidad de Negocio CELEC-Hidropaute, con sus centrales hidroeléctricas Paute y Mazar, representan el 28,33 % del total de la potencia instalada en el país y el 29,78 % de la potencia efectiva.

En la tabla 17 que se muestra a continuación, se detalla la energía bruta y entregada tanto para servicio público, como no público, por cada una de las empresas del sector eléctrico. Para el caso de la potencia, CELEC-Hidropaute es la de mayor aporte de energía al servicio público con el 36,20 %.

Para el caso de la empresa Hidroabánico la energía disponible es mayor a la generada, debido que compraron energía y quedó un excedente que se sumó a la energía generada.

Tipo de Empresa	Empresa	Energía Bruta (GWh)	Energía Bruta para Servicio Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio No Público (GWh)	Energía Disponible (GWh)	Energía Entregada para Servicio Público (GWh)	Energía Entregada para Servicio No Público (GWh)
Generadora	CELEC-Hidroagoyán	1084.56	1084.56	-	1083.23	1083.23	-
	CELEC-Hidropaute	6757.9	6757.9	-	6737.44	6737.44	-
	Elecaustro	314.54	314.54	-	309.26	309.26	-
	EMAAP-Q	145.6	115.77	29.83	142.18	113.05	29.13
	Hidronación	657.39	657.39	-	647.83	647.83	-
	Hidropastaza	913.52	912.61	-	912.61	912.61	-
	Hidrosibimbe	105.23	105.23	-	105.23	105.23	-
<b>Total Generadora</b>		<b>9978.74</b>	<b>9948</b>	<b>29.83</b>	<b>9937.78</b>	<b>9908.65</b>	<b>29.13</b>
Distribuidora	CNEL-Bolívar	2.26	2.26	-	2.26	2.26	-
	E.E. Cotopaxi	60.79	60.79	-	60.69	60.69	-
	E.E. Norte	69.18	69.18	-	69.18	69.18	-
	E.E. Quito	619.41	619.41	-	612.82	612.82	-
	E.E. Riobamba	100.83	100.83	-	100.72	100.72	-
	E.E. Sur	30.98	30.98	-	30.56	30.56	-
<b>Total Distribuidora</b>		<b>883.45</b>	<b>883.45</b>	<b>-</b>	<b>876.23</b>	<b>876.23</b>	<b>-</b>
Autogeneradora	Ecoluz	39.58	39.58	-	38.43	38.43	-
	Enermax	87.78	87.78	-	87.77	87.77	-
	Hidroabánico	324.82	324.82	-	327.12	327.12	-
	I.M. Mejía	9.88	-	-	9.88	9.88	-
	La Internacional	16.96	0.14	16.82	15.69	0.13	15.56
	Perlabí	14.58	14.58	-	14.54	14.54	-
<b>Total Autogeneradora</b>		<b>493.6</b>	<b>466.9</b>	<b>16.82</b>	<b>493.43</b>	<b>477.87</b>	<b>15.56</b>
Interconexión	Colombia	1294.59	1294.59	-	1294.59	1294.59	-
	Perú	-	-	-	-	-	-
<b>Total Interconexión</b>		<b>1294.59</b>	<b>1294.59</b>	<b>-</b>	<b>1294.59</b>	<b>1294.59</b>	<b>-</b>
<b>Total general</b>		<b>12650.38</b>	<b>12592.94</b>	<b>-</b>	<b>12602.03</b>	<b>12557.34</b>	<b>-</b>

**Tabla 15. Potencia nominal y efectiva de los agentes del sector eléctrico ecuatoriano por tipo de servicio, Fuente: CONELEC**

En la tabla 18, se detalla la energía bruta y entregada tanto para servicio público, como no público, por cada una de las empresas del sector eléctrico.

Tipo de Empresa	Empresa	Servicio Público		Servicio No Público		Total	
		Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
Generadora	CELEC-Hidroagoyán	233	226	-	-	233	226
	CELEC-Hidropaute	1258.66	1263.26	-	-	1258.66	1263.26
	Elecaastro	57.63	55.63	-	-	57.63	55.63
	EMAAP-Q	15.4	15.11	7.96	7.83	23.36	22.94
	Hidronación	213	213	-	-	213	213
	Hidropastaza	230	212.6	-	-	230	212.6
	Hidrosibimbe	18	16.43	-	-	18	16.43
<b>Total Generadora</b>		<b>2025.69</b>	<b>2002.03</b>	<b>7.96</b>	<b>7.83</b>	<b>2033.65</b>	<b>2009.86</b>
Distribuidora	CNEL-Bolívar	1.66	1.33	-	-	1.66	1.33
	E.E. Ambato	8	6.2	-	-	8	6.2
	E.E. Cotopaxi	12.19	11.88	-	-	12.19	11.88
	E.E. Norte	12.27	12.27	-	-	12.27	12.27
	E.E. Quito	140.37	136.05	-	-	140.37	136.05
	E.E. Riobamba	16.34	15.3	-	-	16.34	15.3
	E.E. Sur	22.14	19.57	-	-	22.14	19.57
<b>Total Distribuidora</b>		<b>212.97</b>	<b>202.6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>212.97</b>	<b>202.6</b>
Autogeneradora	Ecoluz	3.03	2.79	5.9	5.52	8.93	8.31
	Enermax	5	5	11.6	10	16.6	15
	Hidroabanico	27.25	26.92	11.2	11.07	38.45	37.99
	I.M. Mejía	2.5	1.98	-	-	2.5	1.98
	La Internacional	3.5	3.26	-	-	3.5	3.26
	Perlabí	0.47	0.42	2.23	2.04	2.7	2.46
<b>Total Autogeneradora</b>		<b>41.75</b>	<b>40.37</b>	<b>30.93</b>	<b>28.63</b>	<b>72.68</b>	<b>69</b>
<b>Total general</b>		<b>2280.41</b>	<b>2245</b>	<b>38.89</b>	<b>36.46</b>	<b>2319.3</b>	<b>2281.46</b>

Tabla 16. Energía bruta y entregada para servicio público y no público por los agentes del sector eléctrico, Fuente: CONELEC

A continuación se detalla brevemente en la tabla 19, la energía bruta para servicio público y no público por tipo de central, en ella encontramos datos de energía: Hidráulica, Eólica, Solar, Térmica Turbovapor, Térmica MCL, Térmica Turbogás e Interconexión.

Para el Catalogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador solo nos apoyaremos en los datos de energía Hidráulica.

Tipo de Empresa	Empresa	Hidráulica		Eólica		Solar		Térmica MCI		Térmica Turbopapor		Térmica Turbogas		Interconexión		Total Energía Bruta para Servicio Público (GWh)	Total Energía Bruta para Servicio No Público (GWh)
		Energía Bruta para Servicio Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio No Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio No Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio No Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio No Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio No Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio No Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio Público (GWh)	Energía Bruta para Servicio No Público (GWh)		
Generadora	CELEC-Electroguayas	-	-	-	-	-	-	385.5	0.04	1415.68	0.12	216.37	0.02	-	-	2017.56	0.17
	CELEC-Hidrogoayán	1084.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1084.56	-
	CELEC-Hidropaute	6757.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6757.9	-
	CELEC-Termoesmeraldas	-	-	-	-	-	-	-	-	780.06	-	-	-	-	-	780.06	-
	CELEC-Termopichincha	-	-	-	-	-	-	600.58	106.91	-	-	5.3	-	-	-	605.89	106.91
	CELEC-Termogas Machala	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	717.58	-	-	-	717.58	-
	Elecaastro	242.19	-	-	-	-	-	72.34	-	-	-	-	-	1.316.66	-	1631.2	-
	Electroquil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	EMAAP-Q	115.77	29.83	-	-	-	-	-	-	-	-	227.07	-	-	-	342.84	29.83
	Eolica	-	-	3.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.34	-
	Generoca	-	-	-	-	-	-	141.64	-	-	-	-	-	-	-	141.64	-
	Hidronación	657.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	657.39	-
	Hidropastaza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hidosibimbe	105.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105.23	-
	Intervisa Trade	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	229.03	-	-	-	229.03	-
Termoguayas	-	-	-	-	-	-	-	540.97	-	-	-	-	-	-	540.97	-	
<b>Total Generadora</b>	<b>8963.04</b>	<b>29.83</b>	<b>3.34</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1741.04</b>	<b>108.95</b>	<b>2195.75</b>	<b>0.12</b>	<b>1395.37</b>	<b>0.02</b>	<b>1316.66</b>	<b>-</b>	<b>15615.2</b>	<b>136.91</b>
Distribuidora	CNEL-Bolívar	2.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.26	-
	CNEL-El Oro	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-
	CNEL-Sucumbios	0.9	-	-	-	-	-	46.59	-	-	-	-	-	-	-	47.49	-
	E.E. Ambato	8.87	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	9.37	-
	E.E. Centro Sur	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	-
	E.E. Cotopaxi	60.79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.79	-
	E.E. Galápagos	-	-	-	-	-	0.01	-	31.89	-	-	-	-	-	-	31.9	-
	E.E. Norte	69.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69.18	-
	E.E. Quito	467.46	-	-	-	-	-	-	151.95	-	-	-	-	-	-	619.41	-
	E.E. Riobamba	100.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.83	-
	E.E. Sur	16.89	-	-	-	-	-	-	14.1	-	-	-	-	-	-	30.98	-
Eléctrica de Guayaquil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	193.57	-	143	-	-	336.57	-	
<b>Total Distribuidora</b>	<b>727.19</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.06</b>	<b>-</b>	<b>245.06</b>	<b>-</b>	<b>193.57</b>	<b>-</b>	<b>143</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1308.89</b>	<b>-</b>	
Autogeneradora	Agip	-	-	-	-	-	-	-	221.71	-	-	-	-	-	-	-	221.71
	Agua Y Gas De Sillunchi	0.03	1.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	1.63
	Andes Petro	-	-	-	-	-	-	-	-	467.85	-	-	-	-	-	-	467.85
	Consejo Provincial De Tungurahua	0.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.59	-
	Ecoelectric	-	-	-	-	-	-	-	-	69.27	41.72	-	-	-	-	69.27	41.72
	Ecoluz	39.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.58	-
	Ecudos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48.83	45.21	-	-	-	48.83	45.21
	Electroandina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Electrocordova	0.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.47	-
	Enermax	87.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87.78	-
	Hidroabanico	324.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	324.82	-
	Hidroimbabura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hidroservice	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I.M. Mejía	9.88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.88	-
	La Internacional	0.14	16.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14	16.82
	Lafarge	-	-	-	-	-	-	-	0.29	96.63	-	-	-	-	-	0.29	96.63
	Moderna Alimentos	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-
	Municipio A. Ante	1.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.36	-
	Ocp	-	-	-	-	-	-	-	0	24.04	-	-	-	-	-	0	24.04
	Perlabí	14.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.58	-
Petroamazonas	-	-	-	-	-	-	-	0	718.4	-	-	-	-	-	0	718.4	
Petroproducción	-	-	-	-	-	-	-	0	164.32	-	-	0	49.44	-	0	213.76	
Repsol	-	-	-	-	-	-	-	0	422.78	-	-	0	382.42	-	0	805.19	
San Carlos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34.09	39.08	-	-	-	34.09	39.08	
Sipec	-	-	-	-	-	-	-	0	33.45	-	-	-	-	-	0	33.45	
<b>Total Autogeneradora</b>	<b>486.22</b>	<b>18.46</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.29</b>	<b>2149.17</b>	<b>152.19</b>	<b>126.01</b>	<b>0</b>	<b>431.86</b>	<b>-</b>	<b>638.71</b>	<b>2725.49</b>	
Interconexión	Colombia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1294.59	-	1294.59	-
	Perú	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total Interconexión</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1294.59</b>	<b>-</b>	<b>1294.59</b>	<b>-</b>
<b>Total general</b>	<b>10178.45</b>	<b>48.28</b>	<b>3.34</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.06</b>	<b>-</b>	<b>1986.4</b>	<b>2256.12</b>	<b>2541.51</b>	<b>126.13</b>	<b>1538.37</b>	<b>431.87</b>	<b>2611.25</b>	<b>-</b>	<b>18440.52</b>	<b>2891.61</b>

Tabla 17. Energía bruta para servicio público y no público por tipo de central, fuente: CONELEC

## 2.7.3 Generación

### 2.7.3.1 Generadoras

Las empresas generadoras, que son las titulares de una concesión o permiso para la explotación económica de una o varias centrales de generación eléctrica de cualquier tipo, entregan su producción total o parcialmente en uno o varios puntos en el Sistema Nacional de Transmisión o en una red de distribución. Esta producción, en términos de generación bruta, durante el período de análisis, tuvo una variación de 10.319,51 GWh en 2002 a 15.794,54 GWh en el 2011, lo que representa un crecimiento del 63,75 %, siendo los años 2002 y 2007 los de mayor incremento con relación al año inmediato anterior.

En el año 2011, de 16 agentes incluyendo termoeléctricas, 11 agentes de producción de energía hidráulica presentaron sus datos estadísticos como empresas generadoras, las mismas que disponen en total 2012.19 MW de potencia nominal y 1990.49 MW de potencia efectiva. Dentro de este grupo, las unidades de negocios CELEC-Hidropaute es la de mayor representación con 31.95 % de la potencia instalada.

En este grupo de generadoras la energía hidroeléctrica representa el 51.13% de la potencia total instalada.

La energía producida por las generadoras fue comercializada en el mercado eléctrico a través de contratos regulados.

A continuación se detalla en la tabla 20, la Potencia Nominal y la Potencia Efectiva de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Generadoras.

**Ver Anexo 4. MAPA CENTRALES HIDROELECTRICAS DE EMPRESAS GENERADORAS.**

Tabla 18. Potencia Nominal y Efectiva de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Generadoras

Empresa	Central	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
CELEC-Hidroagoyán	Agoyán	160.00	156.00
	Pucará	73.00	70.00
<b>Total CELEC-Hidroagoyán</b>		<b>233.00</b>	<b>226.00</b>
CELEC-Hidropaute	Mazar	183.66	163.26
	Paute	1075.00	1100.00
<b>Total CELEC-Hidropaute</b>		<b>1258.66</b>	<b>1263.26</b>
Elecaastro	Saucay	24.00	24.00
	Saymirín	14.43	14.43
<b>Total Elecaastro</b>		<b>38.43</b>	<b>38.43</b>
EMAAP-Q	El Carmen	8.40	8.20
	Recuperadora	14.70	14.50
<b>Total EMAAP-Q</b>		<b>23.10</b>	<b>22.70</b>
Hidronación	Marcel Laniado	213.00	213.00
<b>Total Hidronación</b>		<b>213.00</b>	<b>213.00</b>
Hidropastaza	San Francisco	230.00	212.60
<b>Total Hidropastaza</b>		<b>230.00</b>	<b>212.60</b>
Hidrosibimbe	Sibimbe	16.00	14.50
<b>Total Hidrosibimbe</b>		<b>16.00</b>	<b>14.50</b>
<b>Total general</b>		<b>2012.19</b>	<b>1990.49</b>

Fuente: CONELEC

### 2.7.3.2 Autogeneradoras

Durante el 2011, 25 empresas se reportaron como Autogeneradoras, las mismas que en su mayoría poseen plantas térmicas para la generación de energía eléctrica. De éstas 7 generan energía hidráulica que disponen de un total de 72.18 MW de potencia nominal y 68.6 MW de potencia efectiva. En las empresas Autogeneradoras predomina la generación térmica, con el 93,23 % de la potencia nominal total, y solo un 6,77 % corresponde a generación hidráulica.

A continuación se detalla en la tabla 21, la Potencia Nominal y la Potencia Efectiva de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras.

Ver Anexo 5. MAPA CENTRALES HIDROELECTRICAS DE EMPRESAS AUTOGENERADORAS.

Tabla 19. Potencia Nominal y Efectiva de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras

Empresa	Central	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
Ecoluz	Loreto	2.3	2.11
	Papallacta	6.63	6.2
<b>Total Ecoluz</b>		<b>8.93</b>	<b>8.31</b>
Enermax	Calope	16.6	15
<b>Total Enermax</b>		<b>16.6</b>	<b>15</b>
Hidroabanico	Hidroabanico	38.45	37.99
<b>Total Hidroabanico</b>		<b>38.45</b>	<b>37.99</b>
I.M. Mejía	La Calera	2.5	1.98
<b>Total I.M. Mejía</b>		<b>2.5</b>	<b>1.98</b>
La Internacional	Vindobona	3	2.86
<b>Total La Internacional</b>		<b>3</b>	<b>2.86</b>
Perlabí	Perlabí	2.7	2.46
<b>Total Perlabí</b>		<b>2.7</b>	<b>2.46</b>
<b>Total General</b>		<b>72.18</b>	<b>68.6</b>

Fuente: CONELEC



### 2.7.3.3 Distribuidoras

En el 2011, un total de 20 agentes incluyendo termoeléctricas participaron en el sector eléctrico ecuatoriano en calidad de distribuidoras, 15 de las cuales generan energía hidráulica con un total de 137.83 MW de potencia nominal y 136.74 MW de potencia efectiva.

En este caso, el parque generador, en su mayoría, está compuesto por centrales hidráulicas y térmicas con motores de combustión interna (MCI), siendo la Eléctrica de Guayaquil la única que posee unidades térmicas turbo gas y turbo vapor.

El principal combustible utilizado por las plantas térmicas de las distribuidoras es el Diesel 2. El Fuel Oil es consumido por la central G. Hernández de la Empresa Eléctrica Quito y por la central A. Santos (vapor) de la Eléctrica de Guayaquil, mientras que el Crudo es empleado solamente por la CNEL Sucumbíos, en su central Jivino.

A diferencia de las empresas generadoras, en las que la mayor cantidad de potencia instalada es hidráulica, en las distribuidoras con generación, la mayoría corresponde a las centrales térmicas con el 71,61%, mientras que las centrales hidráulicas representan el 28,39 %.

A continuación se detalla en la tabla 22, la Potencia Nominal y la Potencia Efectiva de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Distribuidoras.

**Ver Anexo 6. MAPA CENTRALES HIDROELECTRICAS DE EMPRESAS DISTRIBUIDORAS.**

Tabla 20. Potencia Nominal y Efectiva de las Centrales Hidroeléctricas de empresas Autogeneradoras

Empresa	Central	Potencia Nominal (MW)	Potencia Efectiva (MW)
CNEL-Bolívar	Chimbo	1.66	1.33
<b>Total CNEL-Bolívar</b>		<b>1.66</b>	<b>1.33</b>
	El Estado	1.70	1.66
E.E.Cotopaxi	Illuchi No.1	4.19	4.00
	Illuchi No.2	5.20	5.20
<b>Total E.E. Cotopaxi</b>		<b>11.09</b>	<b>10.86</b>
	Ambi	8.00	8.00
E.E. Norte	La Playa	1.32	1.32
	San Miguel de Car	2.95	2.95
<b>Total E.E. Norte</b>		<b>12.27</b>	<b>12.27</b>
	Cumbayá	40.00	40.00
	Guangopolo	20.92	20.92
E.E. Quito	Los Chillos	1.76	1.76
	Nayón	29.70	29.70
	Pasochoa	4.50	4.50
<b>Total E.E. Quito</b>		<b>96.88</b>	<b>96.88</b>
	Alao	10.40	10.00
E.E. Riobamba	Río Blanco	3.13	3.00
<b>Total E.E. Riobamba</b>		<b>13.53</b>	<b>13.00</b>
E.E. Sur	Carlos Mora	2.40	2.40
<b>Total E.E. Sur</b>		<b>2.40</b>	<b>2.40</b>
<b>Total general</b>		<b>137.83</b>	<b>136.74</b>

Fuente: CONELEC

Ver Anexo 7. MAPA CENTRALES HIDROELECTRICAS DEL ECUADOR.

## CAPÍTULO III

### “SIG” DE LOS APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS

#### 3.1 Sistema de Información Geográfica “SIG” de los aprovechamientos hidroeléctricos

##### 3.1.1 Definiciones de elementos utilizados

- **SIG**, un SIG está conformado por cinco componentes o elementos y cada uno de esos componentes cumplen con una función para que existan entre ellos una interacción. Es decir, éstos conforman la información para que sea procesada o se realice un tratamiento, los recursos técnicos, humanos y las metodologías que se adopten en la organización o la empresa.

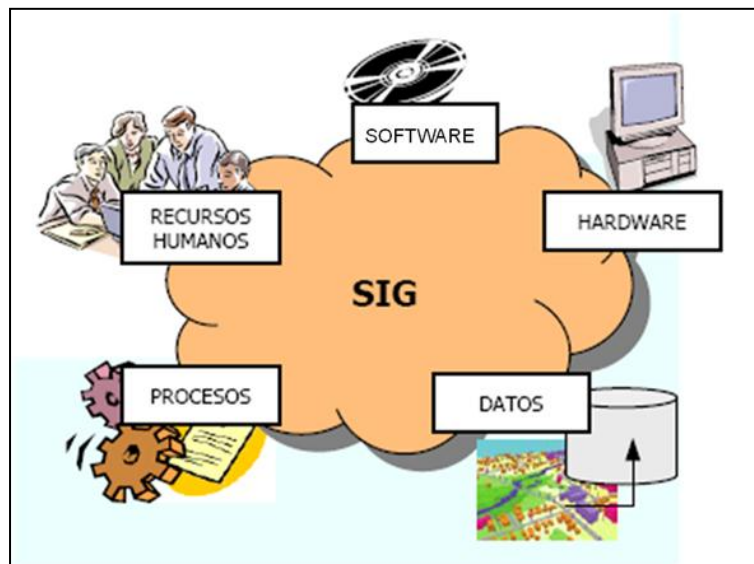


Gráfico 12. Elementos de un SIG

Si bien los componentes difieren en niveles de complejidad, costos y plazos de implementación, todos son igualmente importantes y necesarios, es decir un SIG no es simplemente “computadoras y programas”, sino un sistema de información especializado con necesidades especiales que requieren, además de seleccionar e instalar computadoras y aplicativos, identificar e implementar procesos, diseñar y elaborar el modelo del espacio geográfico e involucrar y capacitar a los recursos humanos de las áreas donde dicho sistema funcionará. Una definición más sencilla podría ser: "Un SIG es un sistema computacional capaz de mantener y usar datos con localizaciones exactas en una superficie terrestre". Un Sistema de Información Geográfica es una herramienta de análisis de información. La información debe tener una referencia espacial y debe conservar una inteligencia propia sobre la topología y representación.

**Fuente. Chrisman, N.R. (1997) Exploring Geographic Information Systems. John Wiley and Sons.**

- **Modelo lógico de datos**, corresponde a la identificación de las diferentes entidades que interactúan o son parte de un sistema, identificándose sus principales características e interrelaciones.
- **Modelo físico de datos**, corresponde a la identificación de las diferentes entidades que son parte de un sistema, caracterizando sus diferentes atributos con los detalles necesarios para su implementación en un sistema manejador de bases de datos.
- **ArcGIS Desktop**, el ArcGIS Desktop es un conjunto de aplicaciones integradas: ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox. Usando estas tres aplicaciones juntas, se puede realizar cualquier tarea SIG, desde una simple hasta una muy avanzada, incluyendo mapeo, administración de datos, análisis geográficos, edición de datos y geoprocetamiento. Además, ArcGIS 9.3 le permite tener acceso a abundantes recursos y datos espaciales disponibles en Internet a través de los servicios de ArcIMS.
- **Quantum Gis**, es un sistema amigable de usuario de código libre de Información Geográfica (SIG) que funciona en GNU / Linux, Unix, Mac OSX, MS Windows y Android. QGIS soporta vector, raster, y formatos de

base de datos. QGIS te permite navegar, editar y crear una gran variedad de formatos vectoriales y de mapa de bits, incluyendo archivos shape de ESRI, datos espaciales de PostgreSQL / PostGIS.

- **Shapefile**, un shapefile es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos. No obstante carece de capacidad para almacenar información topológica. Es un formato multiarchivo, es decir está generado por varios ficheros informáticos.
- **Diccionario de datos**, corresponde a la identificación y caracterización de las diferentes entidades en un sistema de información.
- **Feature dataset** (juego de datos de elementos geográficos), son una colección de clases de entidad se almacenan juntas que comparten la misma referencia espacial, es decir, que comparten un sistema de coordenadas y sus características se asocian dentro de un área geográfica común. Las clases de entidad con diferentes tipos de geometría se pueden almacenar en un dataset de entidades.
- **Feature class**, es un conjunto de características geográficas con el mismo tipo de geometría (como punto, línea o polígono), los mismos atributos y la misma referencia espacial. Las clases de entidad se pueden almacenar en geodatabases, shapefiles, coberturas u otros formatos de datos. Las clases de entidad permiten características homogéneas a ser agrupados en una sola unidad para los propósitos de almacenamiento de datos. Por ejemplo, autopistas, carreteras principales y caminos secundarios se pueden agrupar en una clase de entidad de línea llamado "caminos". En una geodatabase, clases de entidades también pueden almacenar anotaciones y dimensiones.
- **Catálogo de Objetos**, organización de la información geográfica de un determinado tema que contenga información necesaria para interpretarlos.
- **Metadatos**, usualmente se define como “datos sobre datos”, pero esta definición es muy simple y enmascara su potencialidad y complejidad.

Los metadatos que tiene las siguientes funciones: mantener una organización interna en cuanto a los datos geoespaciales; proporcionar información sobre datos entrelazados (relacionados) para un catálogo de datos. La generación de información geográfica digital (geoinformación) en el mundo, ha venido incrementándose día a día, lo que ha obligado a crear varios grupos de trabajo que se han dedicado a investigar estándares que permitan el intercambio o transferencia de información.

**Fuente. Documento instructivo en el manejo de metadatos para geoinformación, SENPLADES. Biblioteca de aspectos básicos, ArcGIS Resource Center.**

### **3.2 Antecedentes**

El Instituto Geográfico Militar “IGM”, como organismo técnico rector de las actividades cartográficas del Ecuador, genera datos geográficos básicos del país, dentro de su proceso de extracción de datos desde la fotografía aérea mediante la restitución en ambiente CAD. Posteriormente, esta información será manejada en una base de datos espacial, donde una de las características es almacenar los elementos geográficos y el comportamiento de los mismos con sus respectivas cualidades, lo que facilita una visión más completa de la realidad.

El IGM comenzó a investigar sobre la existencia de una metodología de catalogación de los objetos, por el año 2004, que debía ser de amplio uso a nivel de la comunidad internacional, encontrando el Feature and attribute coding catalogue “FACC” part 4 Edition 2.0 june 1997 y Edition june 2000 (Anexos A, B, C), el mismo que corresponde a la norma ISO 19126 -Perfil- Diccionario de Datos FACC, que fue considerado como propuesta (fecha de presentación de la propuesta 1999-12-06 <http://www.isotc211.org/opendoc/211n834/211n834.pdf>) para ser un Estándar Internacional, basado en normas y métodos definidos a ISO CD 19110 referente a la metodología para catalogar objetos, en el contexto de DGIWG (Digital Geographic Information Working Group). Se le conoce como un diccionario de datos e incluye la definición de objetos y atributos, que pueden ser de utilidad para la comunidad internacional. En el año 2007, se cumplió con una primera aproximación de presentación de los datos por carta

topográfica (modelo vector), estructurada para su uso en Sistemas de Información Geográfica, en donde luego de aplicar las reglas topológicas básicas por elemento, se procedió a catalogar cada uno, como una de las primeras fases para alcanzar la implementación de una Base de Datos Geográfica del País.

Con la creación del Consejo Nacional de Geoinformación “CONAGE” cuyo objetivo es impulsar la creación, mantenimiento y administración de la Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales (IEDG), la misma que facilitará el acceso de la información geográfica, cartográfica y estadística de calidad, con acceso sin restricciones, en menor tiempo en una sola estructura.

Además, la acción del CONAGE se encamina a garantizar la provisión de información geográfica como soporte a las actividades económicas y sociales enfocadas al desarrollo integral del país.

### 3.2.1 Esquema del Catálogo de objetos geográficos.

El catálogo de objetos geográficos es un estándar fundamental en la normalización de la información geográfica debido a que permiten a los usuarios y productores hablar en un lenguaje común respecto al contenido de los conjuntos de datos y por consiguiente tener una mayor comprensión de su contenido y alcance. Se define al catálogo de objetos, como la primera aproximación a una representación abstracta y simplificada de la realidad y en una estructura que organiza los tipos de objetos espaciales, sus definiciones y características (atributos, dominios, relaciones y operaciones).

El catálogo es la base de otras representaciones particulares de nivel de abstracción, más detallada, definidos por los fines de productos y temáticas trabajadas, como los modelos de datos y las bases de datos geográficas, además promueven la difusión y uso de los datos geográficos.

En la organización de la información geográfica, cada objeto está identificado por un código de cinco caracteres, el primero corresponde a la categoría de los objetos que va desde la A a la Z, el segundo carácter puede ser una letra desde la A a la Z y corresponde a las subcategorías. El tercero, cuarto y quinto carácter permite obtener una codificación única a cada objeto geográfico y

corresponde a valores numéricos desde 000 hasta 999. Los atributos de los objetos geográficos también tienen sus respectivas codificaciones y los mismos pueden pertenecer a varios elementos. **Fuente. Catálogo de Objetos IGM.**

La propuesta del catálogo de Objetos para el CATÁLOGO DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DEL ECUADOR, utiliza los elementos ya definidos por el IGM, que norma la cartografía base a los que se suma la experiencia en el sector eléctrico para la creación de nuevos temas y grupos que complementen la catalogación de los datos geoespaciales que no se encuentran regidos dentro de los estándares antes mencionados. **Ver Anexo Digital 8. CATÁLOGO DE OBJETOS CENTRALES HIDROELECTRICAS.**

A su vez, este esquema, contiene un diccionario de datos geográficos, simbología para cada capa de información, su geometría, la descripción de los atributos de cada objeto y la definición de sus dominios. Este instrumento promueve la interoperabilidad, es decir posibilita que la información geoespacial fluya entre diferentes sistemas estatales y privados de forma íntegra, consistente y segura.

El esquema de organización de la información se basa en la definición de categorías y subcategorías dentro de las cuales se incluye a cada objeto. El catálogo tiene una estructura jerárquica con los siguientes niveles:

- Categorías:
  - Subcategorías (Dataset):
    - Objeto (feature class):
      - Geometría (línea, punto, polígono), atributos, dominios y simbología.

Este sistema por niveles fue creado para proporcionar un entorno fácil de usar, para permitir a los usuarios navegar a través de los conceptos de clasificación



temática y realizar búsquedas de manera sencilla. Ver Anexo 9. DICCIONARIO DE DATOS.

### **3.3 Catálogo de aprovechamientos hidroeléctricos**

Para la elaboración del Catálogo de aprovechamientos hidroeléctricos se utiliza una geodatabase de Arcgis; una geodatabase de ArcGIS es una colección de datasets geográficos de varios tipos contenida en una carpeta de sistema de archivos común, una base de datos de Microsoft Access o una base de datos relacional multiusuario DBMS (por ejemplo Oracle, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, Informix o IBM DB2). Las geodatabases tienen diversos tamaños, distinto número de usuarios, pueden ir desde pequeñas bases de datos de un solo usuario generadas en archivos hasta geodatabase de grupos de trabajo más grandes, departamentos o geodatabase corporativas a las que acceden muchos usuarios. Existen tres tipos de geodatabase: de archivos, personal y de ArcSDE. La elección de la geodatabase más adecuada dependerá de los requisitos específicos de su proyecto de SIG y de la aplicación. **Fuente. Lecturas básicas acerca de la geodatabase, ArcGIS Resource Center.**

- **Geodatabase de archivos**

Cada geodatabase se guarda en una carpeta de archivos y cada dataset se almacena como un archivo independiente en el disco. Las geodatabase de archivo proporcionan un rendimiento rápido y pueden escalar hasta archivos de gran tamaño (por ejemplo, cada dataset puede tener un tamaño de hasta un terabyte).

- **Geodatabase personales**

Las geodatabase personales se almacenan y administran con Microsoft Access. Están ideadas para un único usuario que trabaje con dataset más pequeños y tienen una limitación de tamaño de 2 GB para la geodatabase completa. Las geodatabase personales solo son compatibles con Microsoft Windows.

- **Geodatabase de ArcSDE**

Las geodatabase de ArcSDE administran datos espaciales en un RDBMS como DB2, Informix, Oracle, SQL Server, PostgreSQL y SQL Server Express. Las geodatabase de ArcSDE admiten entornos de edición multiusuario y pueden administrar dataset de gran tamaño. Además, admiten flujos de trabajo basados en versiones como replicación y archivado de geodatabase.

La geodatabase de ArcSDE resulta adecuada para las organizaciones que requieran el conjunto completo de funcionalidad de la geodatabase, así como una geodatabase con capacidad para dataset SIG continuos de gran tamaño que estén accesibles y puedan ser editados por varios usuarios.

A continuación en la tabla se muestra las comparaciones entre las tres Geodatabase.

Tabla 21. Comparaciones entre Geodatabase. Fuente. Información general sobre las geodatabase

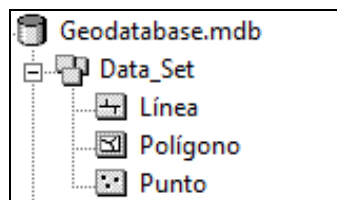
Características principales	Geodatabase de ArcSDE	Geodatabase de archivos	Geodatabase personal
Descripción	Conjunto de varios tipos de datasets SIG alojados como tablas en una base de datos relacional. (Este es el formato de datos nativos almacenados y administrados en una base de datos relacional recomendado para ArcGIS).	Conjunto de varios tipos de datasets SIG alojados en una carpeta de sistema de archivos. (Este es el formato de datos nativos almacenados y administrados en una carpeta de sistema de archivos recomendado para ArcGIS).	Formato de datos original para geodatabases de ArcGIS almacenadas y administradas en archivos de datos de Microsoft Access. (Limitado en tamaño y vinculado al sistema operativo de Windows).
Cantidad de usuarios	Multiusuario: varios lectores y varios escritores	Usuario único y pequeños grupos de trabajo: varios lectores o un escritor por dataset de entidades, clase de entidad independiente o tabla. El uso concurrente de cualquier archivo específico finalmente se degrada para gran cantidad de lectores.	Usuario único y pequeños grupos de trabajo con datasets más pequeños: algunos lectores y un escritor. El uso concurrente finalmente se degrada para gran cantidad de lectores.
Formato de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oracle</li> <li>• Microsoft SQL Server</li> <li>• IBM DB2</li> </ul>	Cada dataset es un archivo individual en el disco. Una geodatabase de archivos es una carpeta de archivos que aloja a los archivos de los	Todo el contenido de cada geodatabase personal se aloja en un único archivo de Microsoft Access (.mdb).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IBM Informix</li> <li>• PostgreSQL</li> </ul>	datasets.	
Límites de tamaño	Hasta los límites del DBMS	Un TB para cada dataset. Cada geodatabase de archivos puede contener muchos datasets. El límite de 1 TB se puede aumentar a 256 TB para los datasets de imagen extremadamente grandes. Cada clase de entidad puede escalar hasta cientos de millones de entidades vectoriales por dataset.	Dos GB por base de datos Access. Comúnmente, el límite efectivo antes de que el rendimiento se degrade es entre 250 y 500 MB por archivo de base de datos Access.
Compatibilidad de versionado	Totalmente compatible en todos los DBMS; incluye replicación de bases de datos cruzadas, actualizaciones con check-out y check-in, y archivado histórico.	Sólo se admite como una geodatabase para clientes que publican actualizaciones con checkout y check-in y como un cliente al que se le pueden enviar actualizaciones con la replicación unidireccional.	Sólo se admite como una geodatabase para clientes que publican actualizaciones con checkout y check-in y como un cliente al que se le pueden enviar actualizaciones con la replicación unidireccional.
Plataformas	Conexiones de Windows, UNIX, Linux y directas a DBMS que pueden ejecutarse potencialmente en cualquier plataforma en la red local del usuario.	Multiplataforma.	Sólo Windows.
Seguridad y permisos	Proporcionados por DBMS	Seguridad del sistema operativo de archivos.	Seguridad del sistema de archivos de Windows.
Herramientas de administración de la base de datos	Funciones de DBMS completas para copias de seguridad, recuperación, replicación, compatibilidad SQL, seguridad, etc.	Administración del sistema de archivos.	Administración del sistema de archivos de Windows.
Notas	<p>Requiere el uso de la tecnología de ArcSDE; ArcSDE para SQL Server Express incluido con</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ArcEditor y ArcInfo</li> <li>• ArcGIS Engine</li> <li>• ArcGIS Server Workgroup</li> </ul> <p>ArcSDE para todos los DBMS, incluido con ArcGIS Server Enterprise</p>	Puede almacenar datos opcionalmente en un formato comprimido de sólo lectura para reducir los requisitos de almacenamiento.	Frecuentemente utilizado como administrador de tabla de atributos (a través de Microsoft Access). Los usuarios prefieren el manejo de cadenas de caracteres para los atributos de texto.

**Fuente: ArcGIS Resource Center.**

Dentro de una geodatabase es posible guardar y organizar información de manera jerárquica. En el caso de la geodatabase del sector eléctrico esta organización está estrechamente vinculada con las categorizaciones establecidas en el catálogo de objetos.

Dentro de una geodatabase pueden existir Feature Data Sets y estos a su vez pueden contener feature class (entidades de tipo línea, punto o polígono). Estas entidades corresponderán a cada uno de los objetos que constan en el catálogo de objetos del sector eléctrico.

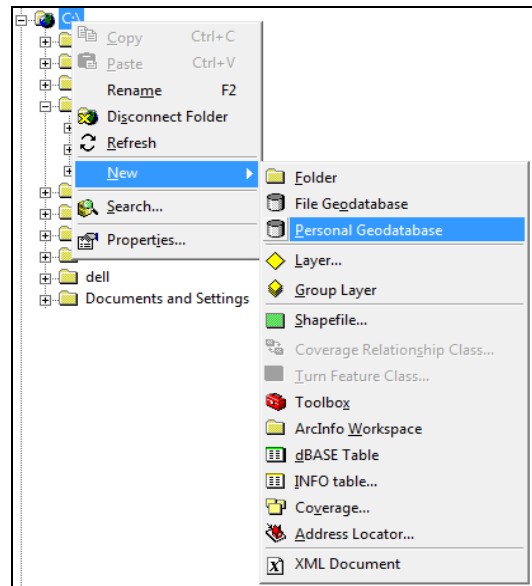


**Gráfico 13. Organización de una Geodatabase**

### 3.3.1 Construcción de la Geodatabase temática

La Geodatabase temática está construida en el módulo de ArcGis, denominado ArcCatalog, es la aplicación que permite manejar y organizar todos los distintos ficheros empleados por ArcGis. Es similar a un explorador de Windows, pero para los archivos propios del SIG. Permite visualizar las distintas capas de información que se puede manejar en este SIG, visualizar e introducir metadatos (datos de los datos), copiar y mover capas de información, cambiar nombres de archivos, etc.

La base de datos geográfica fue elaborada como una Personal Geodatabase.

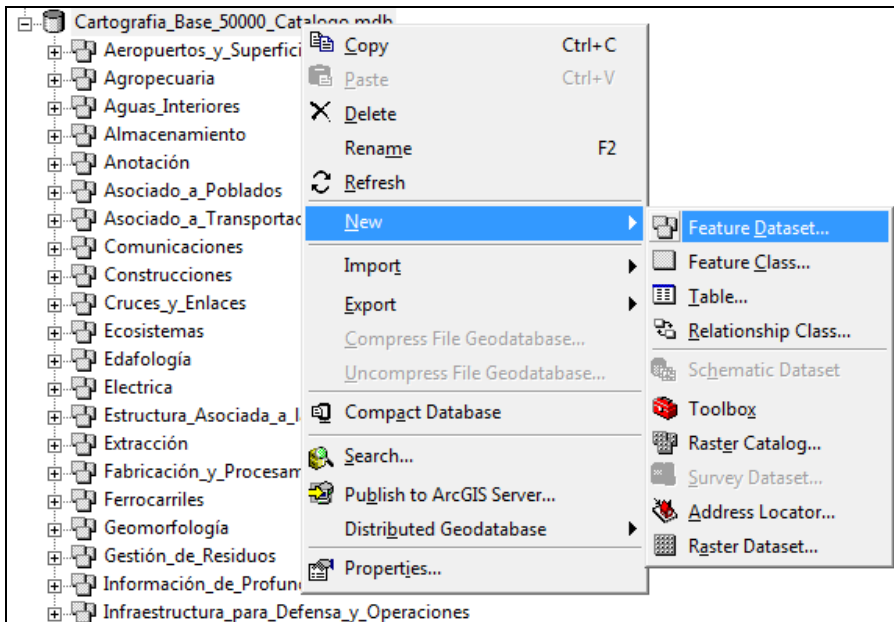


**Gráfico 14. Creación de una Personal Geodatabase**

Una vez creada la Geodatabase, se estructuró de tal forma que cada una de las subcategorías establecidas en el catálogo de objetos geográficos del sector eléctrico corresponda a un Feature Dataset que se nombra la primera letra en mayúsculas, sin usar caracteres especiales y no tildes.

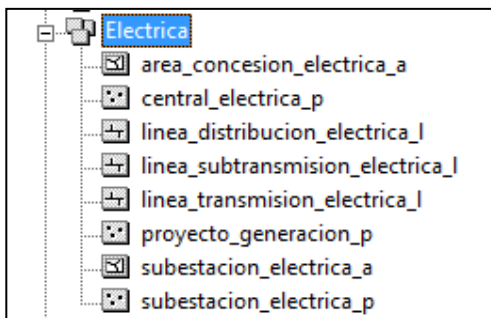
El sistema de coordenadas seleccionado para todos los Dataset será WGS 1984 UTM Zona 17S. No se aplicará un sistema de coordenadas vertical, y la tolerancia xy se dejará con los valores por defecto.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Normalmente se puede simplemente aceptar la tolerancia predeterminada. Esto da buenos resultados en la mayoría de los escenarios. Hay algunas situaciones en las que el usuario puede especificar la tolerancia XY. Es posible establecer un valor de tolerancia mayor para los datos que tiene una menor precisión de coordenadas, o se puede establecer un valor menor para los datos que requiere una precisión extremadamente alta.



**Gráfico 15. Creación de data sets (subcategorías) en la Geodatabase**

Los nombres de los Feature class se escriben como lo establece el catálogo de objetos, sin espacios y sin caracteres especiales. Cada palabra relativa al nombre se separará con un sub guion. En la sección de alias se incluirá el nombre de la cobertura con espacios y podrán utilizarse tildes.



**Gráfico 16. Organización de la información cartográfica relevante en la Geodatabase del sector eléctrico**

A futuro, cuando se genere nueva información, esta deberá integrarse a la Geodatabase en el respectivo data set siguiendo la estructura establecida por el catálogo de objetos del sector eléctrico, según las subcategorías establecidas en el siguiente Gráfico.

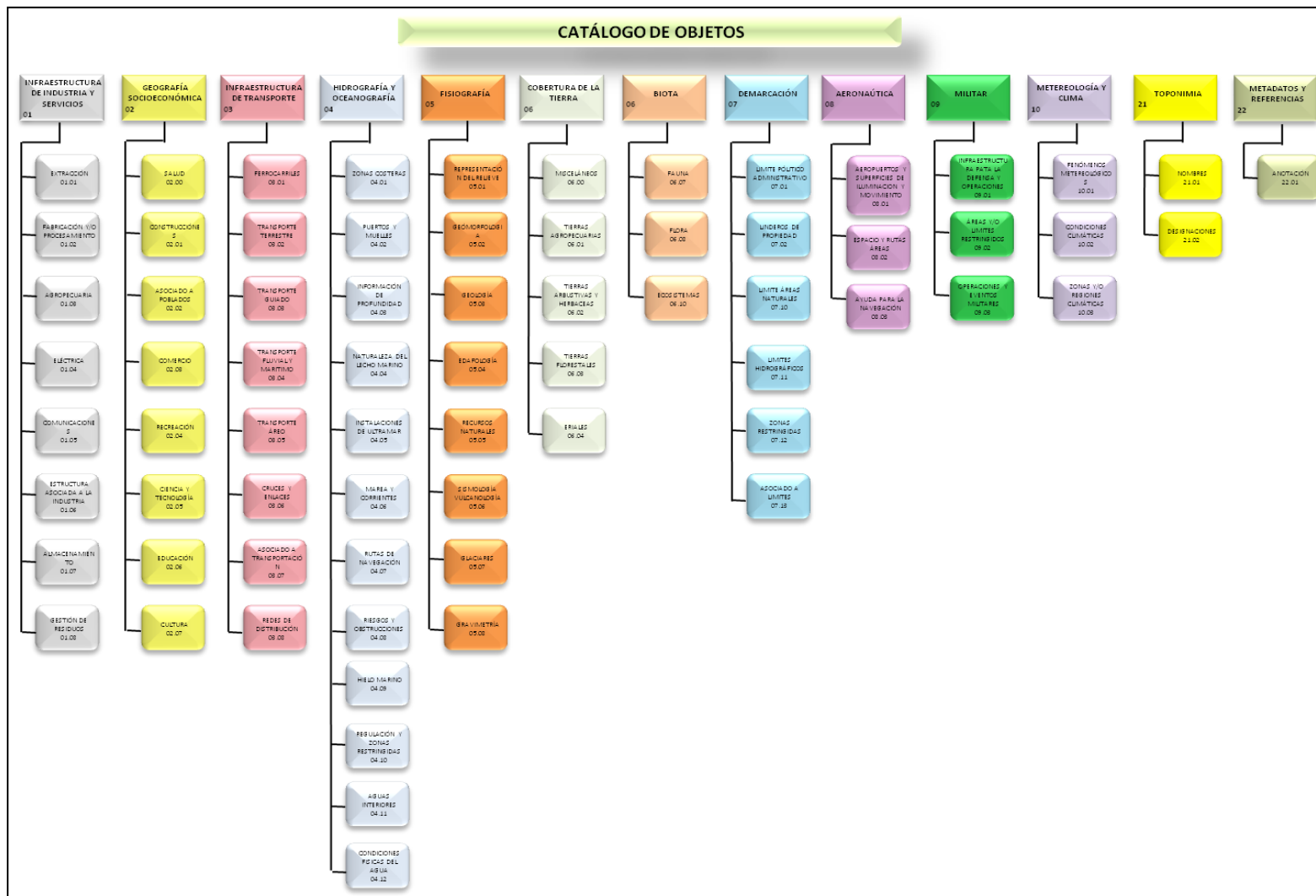
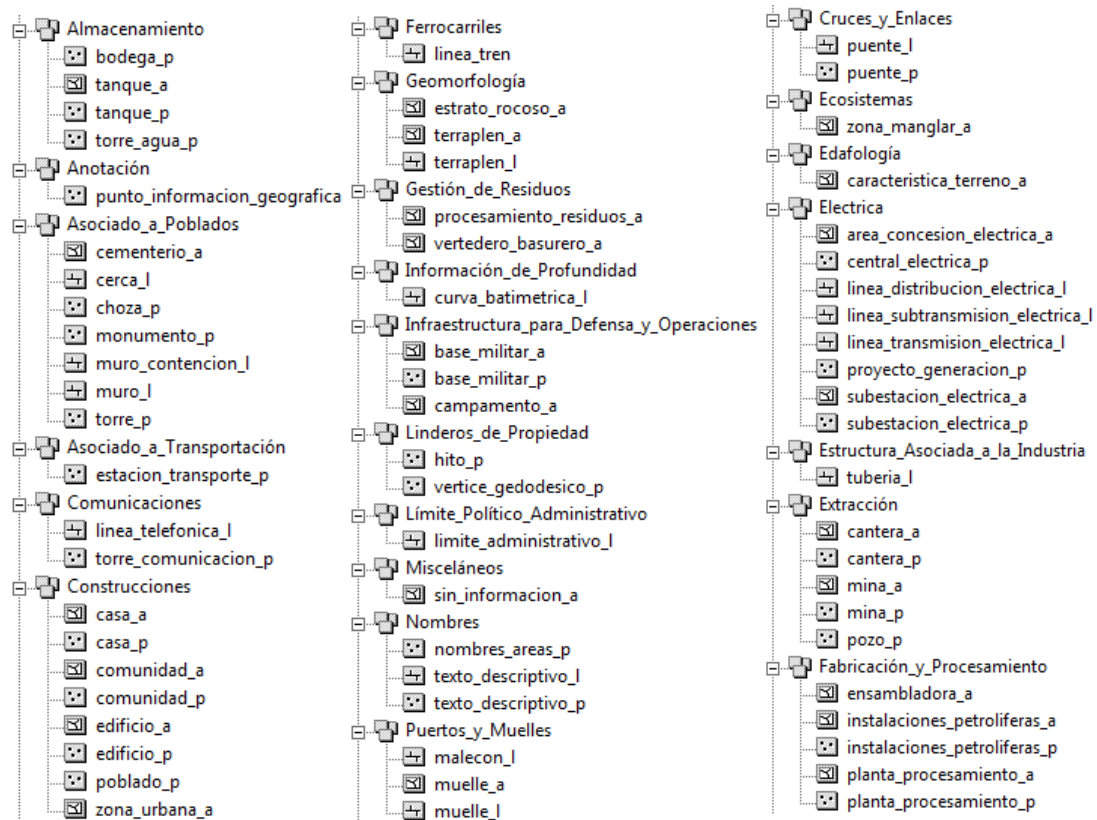


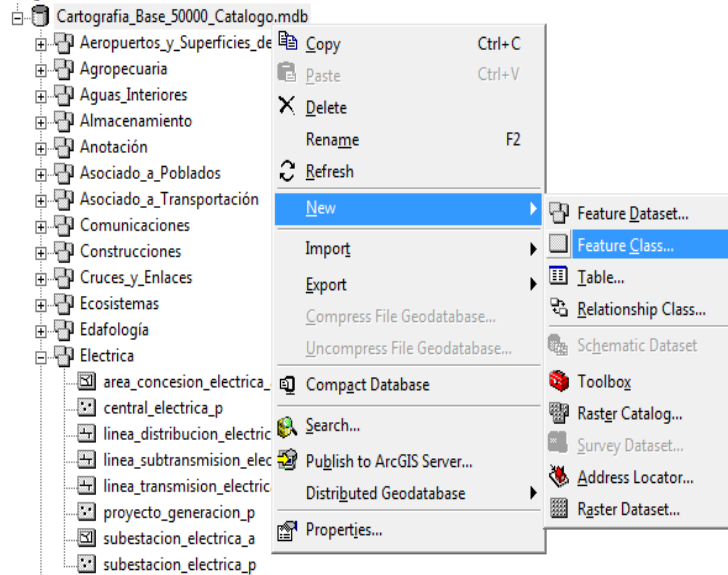
Gráfico 17. Subcategorías del catálogo de objetos geográficos del sector eléctrico, Fuente: IGM



Dentro de cada Dataset deberán ser integrado cada una de las coberturas o Feature class (objetos o entidades) incluidas en el catálogo de objetos del sector eléctrico de las cuales se cuenta información. Las coberturas deberán crearse con la geometría que le corresponda, ya sea línea punto o polígono.



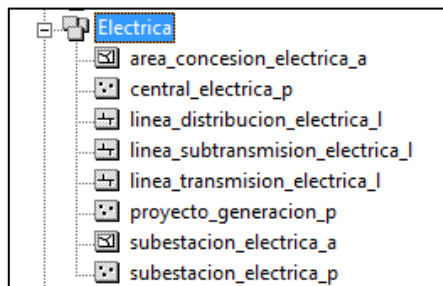
**Gráfico 18. Estructura jerárquica de subcategorías (Dataset) y objetos (Feature class).**  
Fuente: IGM



**Gráfico 19. Creación de Feature class dentro de un data set de la Geodatabase**

Una vez que el Feature class se ha creado en el ArcCatalog es necesario incluir los campos de la tabla de atributos, para realizar esta tarea se usará la herramienta “Add Field” presente en la sección *Data Management Tools* del ArcTool box.

Los campos se crearán uno por uno, apoyando esta tarea de manera permanente con el catálogo de objetos. Se generará el campo considerando el tipo de dato y la extensión. Se incluirá un alias del campo. Al momento en la Geodatabase se encuentra la subcategoría Eléctrica con las siguientes coberturas (objetos) o Feature class.



**Gráfico 20. Subcategoría Eléctrica con sus Feature class**

En el estado actual de la Geodatabase se puede trabajar con las coberturas existentes o de requerirse al generar información adicional referente a otras temáticas se puede crear una cobertura nueva, estas coberturas necesitan una revisión de topología tanto para líneas y polígonos.

### **3.4 Topología**

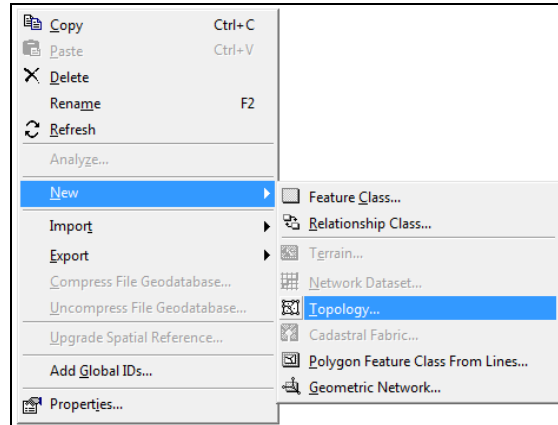
#### **3.4.1 Definición de Topología**

La topología es una colección de reglas que, acopladas a un conjunto de herramientas y técnicas de edición, permite a las Geodatabase modelar relaciones geométricas con mayor precisión. ArcGis implementa una topología a través de un conjunto de reglas que definen cómo las entidades pueden compartir un espacio geográfico y un conjunto de herramientas de edición que trabajan con entidades que comparten geometría de manera integrada. La topología se almacena en una Geodatabase como una o más relaciones que definen cómo las entidades en una o más clases de entidad comparten geometría. Las entidades que participan en una topología siguen siendo clases de entidad simples; en vez de modificar la definición de la clase de entidad, la topología describe cómo las entidades se pueden relacionar espacialmente. La topología se utiliza fundamentalmente para garantizar la calidad de los datos de las relaciones espaciales y para facilitar la compilación de los datos. La topología también se utiliza para analizar relaciones espaciales en muchas situaciones, tales como disolver los límites entre polígonos adyacentes con los mismos valores de atributo o atravesar una red de elementos en un gráfico topológico. **Fuente. Fundamentos de topología, ArcGis Resource Center.**

#### **3.4.2 Creación de la Topología**

La topología examina las relaciones espaciales que existen y ayuda validar la ubicación adecuada de un elemento en relación con la ubicación de los demás elementos.

Existen diferentes reglas topológicas para puntos, líneas o polígonos. Se debe usar el módulo de ArcCatalog para crear una nueva topología. La topología se crea en el nivel del Dataset.

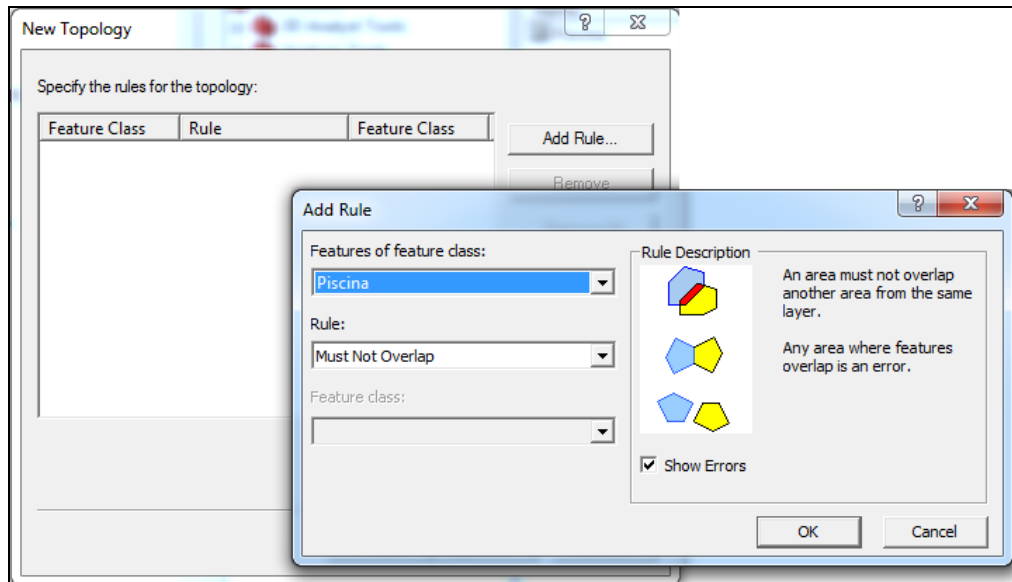


**Gráfico 21. Creación de topología en el ArcCatalog**

Según el tipo de geometría del Feature class se deberán seleccionar las reglas topológicas pertinentes, para esto podrá revisarse el Anexo de reglas topológicas y deberá seleccionarse una o varias reglas para cada Feature class.

La topología se utiliza fundamentalmente para garantizar la calidad de los datos de las relaciones espaciales y para facilitar la compilación de los datos. La topología también se utiliza para analizar relaciones espaciales en muchas situaciones, tales como disolver los límites entre polígonos adyacentes con los mismos valores de atributo o atravesar una red de elementos en un gráfico topológico.

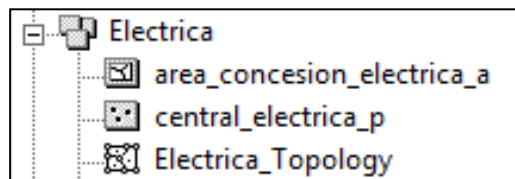
La topología también se puede utilizar para planear cómo se puede integrar la geometría de varias clases de entidad. Algunos llaman a esto *integración vertical* de clases de entidad.




**Gráfico 22. Selección de reglas topológicas**

Una vez que la topología es creada, el sistema solicitará validarla, en este punto ArcGIS realizará un chequeo de las relaciones topológicas *onthe fly*. En tal motivo cada vez que la cobertura sea editada la topología debe ser validada. Fuente. Fundamentos de topología, ArcGIS Resource Center.

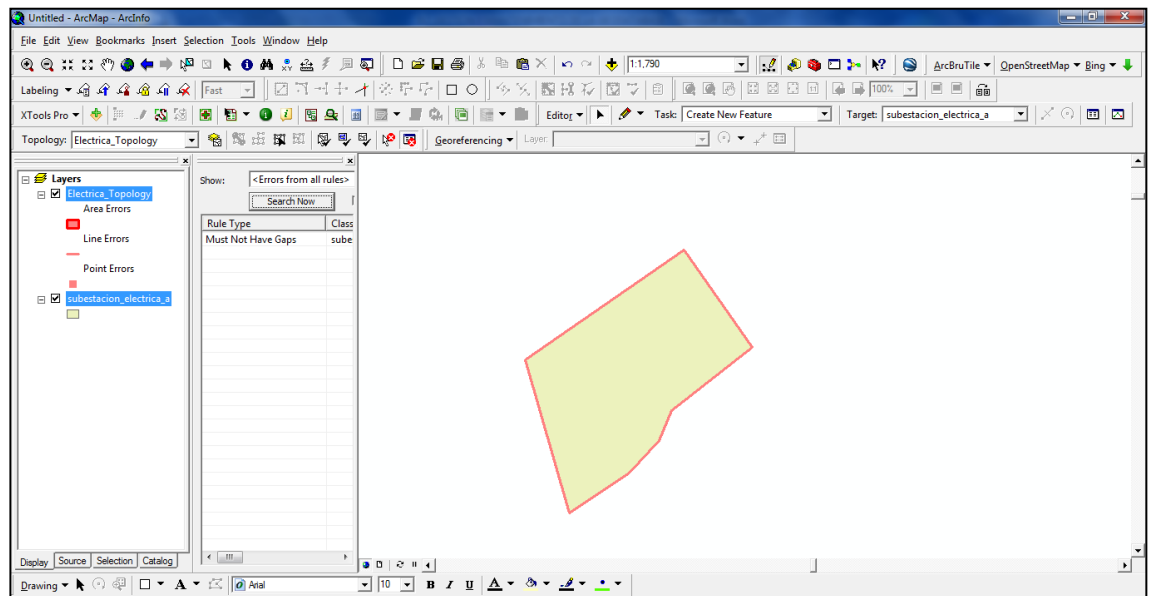
### 3.4.3 Edición de la Topología



**Gráfico 23. Topología en ArcCatalog**

Cuando se crea topología, una nueva cobertura se adiciona al dataset, para editar la topología se deberá abrirla en el módulo de ArcMap. Para editar la topología la cobertura debe permanecer en estado de edición y la extensión *Topology* deberá estar activada y el botón *Inspector Topology*  habilitado.

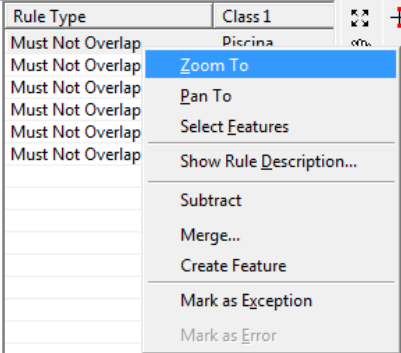
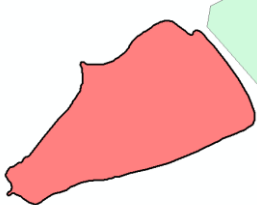
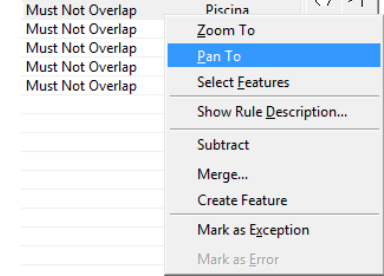

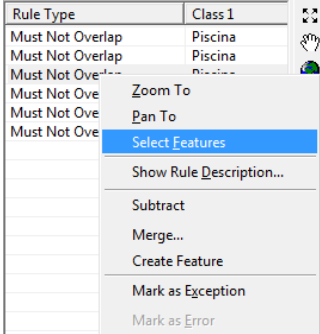
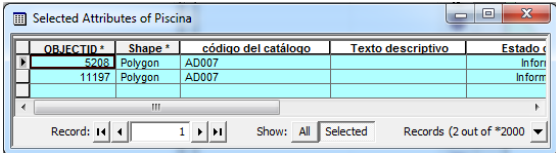
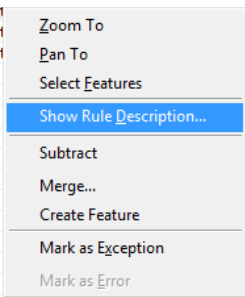
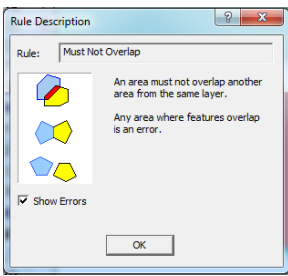
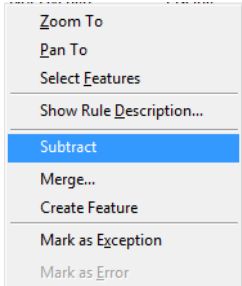
Los errores topológicos se presentarán como errores puntuales, errores lineales o poligonales (área). Todas las reglas topológicas pueden mostrarse a la vez, también es posible restringir la regla topológica que se requiere analizar.



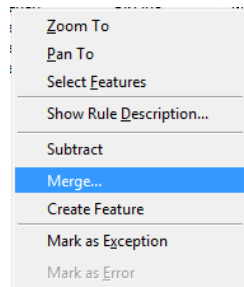
**Gráfico 24. Errores topológicos de overlaps en una cobertura de subestación eléctrica**

En la tabla 22 se muestra en color rojo los errores topológicos de overlaps o polígonos sobrepuestos en una capa de elementos poligonales, en este caso para subestación\_electrica\_a. Para corregir estos errores es necesario trabajar sobre el listado errores que se muestra en el Inspector de topología. Mediante el menú contextual se exponen varias alternativas:

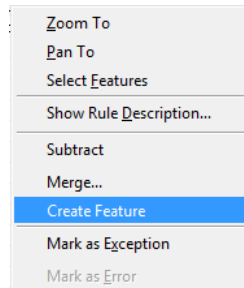
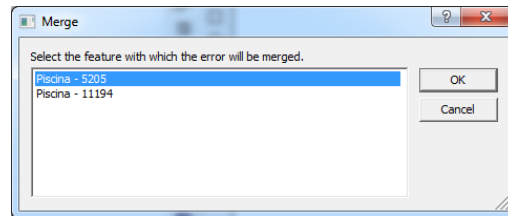
Tabla 22. Herramientas para la edición de topología

Herramienta	Descripción
	 <p>Mueve el view hacia el elemento en estudio</p>
	 <p>Mueve el view hacia el elemento en estudio manteniendo la escala de visualización</p>
	 <p>Selecciona los elementos en estudio en la tabla de atributos y de manera gráfica</p>
	 <p>Muestra el error topológico en estudio</p>
	<p>Sustrae o elimina del feature class el elemento o los elementos seleccionados que poseen errores topológicos</p>

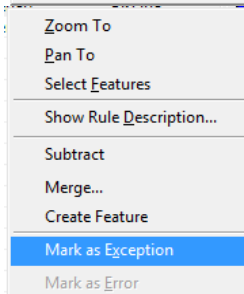
Herramienta	Descripción
-------------	-------------



Para el caso de errores de polígonos superpuestos es posible unir el error a uno de los varios polígonos que marcan el error. En este caso se presentará un menú en el que el usuario deberá seleccionar el polígono objetivo en el cual se realizará la unión.



Crearé un elemento nuevo y eliminaré los elementos con errores. No obstante se perderán los atributos de la tabla.



El error se reconocerá como una excepción a la regla topológica.

Las herramientas que se muestren para la edición de topología serán diferentes según el tipo de geometría del Feature class que se esté analizando.

Una vez que la edición se realice y se guarden los cambios, la topología debe validarse nuevamente. Para esta tarea se pueden utilizar tres herramientas que sirven para validar la topología: en un área específica, el view actual o toda la

cobertura. 



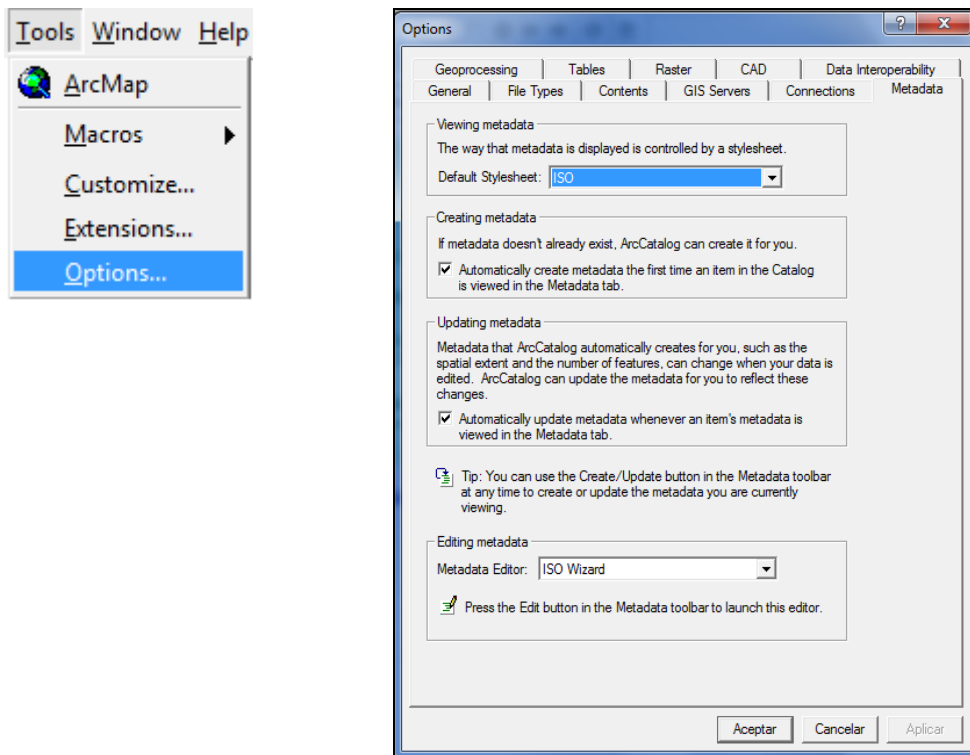
La topología deberá correrse para todos los elementos de la Geodatabase previo su publicación, distribución y uso. La Geodatabase al momento cuenta con control topológico, no obstante cada vez que se añada un nuevo registro a las coberturas la topología deberá validarse y de ser el caso corregirse.

Al finalizar la revisión de la topología a cada cobertura se ingresarán los metadatos.

### **3.5 Elaboración y actualización de Metadatos**

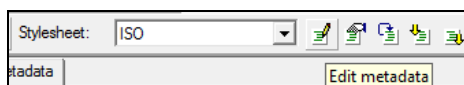
La estructura del Perfil Ecuatoriano de Metadatos se basa en la norma ISO 19115:2003, conformado por varias secciones; que contienen los elementos del metadato para describir y catalogar los datos geográficos.

Para elaborar, editar o actualizar metadatos se utilizará el módulo de ArcGis, denominado ArcCatalog. El Perfil Ecuatoriano de Metadatos “PEM”, se basa en la familia de Normas ISO 19115, en tal motivo en ArcCatalog los metadatos deberán elaborarse siguiendo la plantilla que permita seleccionar las opciones mencionadas en el PEM. Para el efecto en el sistema se configurarán las opciones pertinentes en el menú *Tools / Options*. En este menú, en la pestaña de Metadatos, se configurará la hoja de estilo con la opción ISO ESRI. El editor de metadatos se utilizará la opción ISO Wizard Editor. Fuente. Perfil Ecuatoriano de metadatos PEM.



**Gráfico 25. Configuración para la edición de metadatos**

Una vez que estas opciones sean seleccionadas se verificará que la hoja de estilo sea la configurada en el menú de edición de metadatos. Para empezar con la elaboración o edición de metadatos, se deberá seleccionar la pestaña Metadato, en ese momento las herramientas de edición de metadatos se activarán. Para empezar con el trabajo, se seleccionará el menú Edit metadata.



**Gráfico 26. Inicio de la edición de metadatos**

Inmediatamente se desplegará la ventana de edición de metadatos. Este menú guía al usuario paso a paso en la elaboración de metadatos.

**Gráfico 27. Editor de metadatos**

En el PEM, para cada una de las secciones, indica si un elemento del paquete de metadatos es obligatorio, opcional o condicional. En este caso, para datos vectoriales se considerará que los metadatos deberán contar como mínimo con los datos obligatorios. Una vez que los metadatos hayan sido creados, su información se exportará en formato xml y html, conservando el mismo nombre que la cobertura o entidad a la que pertenece.



**Gráfico 28. Exportando metadatos**

Si los datos cambian, los metadatos tienen que cambiar también. Hay modificaciones que pueden ser manejadas sencilla y automáticamente, pero hay otras donde la intervención de un servidor humano es indispensable. Siempre que se realicen cambios sobre los datos y por lo tanto sobre los metadatos, estos deben ser ingresados en el registro de mantenimiento y actualización de Geodatabase, por consiguiente las coberturas están listas para ser publicadas en el Geoportal.

### **3.6 Aplicativos del sistema**

Un Geoportal es un tipo de portal web que permite encontrar y acceder a información geográfica (información geoespacial) y servicios geográficos asociados (visualización, edición, análisis, etc.) a través de Internet. Los Geoportales son importantes para el uso eficaz de los sistemas de información geográfica (GIS) y un elemento clave de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).

Los Proveedores de información geográfica, incluidas las agencias gubernamentales y fuentes comerciales, utilizan los Geoportales para publicar descripciones (metadatos geoespaciales) de su información geográfica. Los consumidores de información geográfica, profesionales o casuales, utilizan Geoportales para buscar y acceder a la información que necesitan. Así los Geoportales desempeñan un papel cada vez más importante en el intercambio de información geográfica y pueden evitar la duplicación de esfuerzos, inconsistencias, retrasos, confusión y desperdicio de recursos.

Una infraestructura de datos espaciales (IDE) es una infraestructura de datos de la aplicación de un marco de datos geográficos, los metadatos, los usuarios y las herramientas que están conectados interactivamente con el fin de utilizar los datos espaciales de una manera eficiente y flexible. Otra definición es la tecnología, las políticas, normas, recursos humanos, y las actividades unidas necesarias para adquirir, procesar, distribuir, utilizar, mantener y conservar los datos espaciales.

El Geoportal, lejos de ser únicamente una herramienta de consulta y presentación, requiere un conjunto de elementos necesarios para su correcta ejecución. Estos elementos deben permitir:

- La creación, gestión y presentación de datos, alfanuméricas y geoespaciales, con el cual el usuario final (profesionales y público en general) podrá manipular la información generada del proyecto Catalogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador, en herramientas generadas para este respecto.
- La publicación a través de Internet (sitios Web, servicios específicos por la Internet) de la información gestionada por el sistema.
- El uso de las herramientas generadas en el presente proyecto.

Para conseguir éstos objetivos, es necesario contar con las siguientes aplicaciones:

#### 3.6.1 Base de Datos Alfanumérica (No espacial)

- **PostgreSQL:** Es uno de los sistemas gestores de bases de datos gratuitos y de código abierto más usados en el mundo. Tiene la estructura y la orientación de un SGBD profesional y de alto rendimiento. Avalado por sus capacidades como tamaño máximo de base de datos ilimitado, tamaño máximo de tabla de 32 teras, tamaño máximo de registro de 1.6 teras, tamaño máximo de campo de 1 giga, máximo de filas por tabla ilimitadas, estrategias de indexación avanzadas GiST (GeneralizedSearchTree), con algoritmos disponibles B-tree, R-tree, B+-tree y otros muchos más.

Tiene soporte para campos BLOB (BinaryLargeObjects), con lo cual es posible incluir en sus tablas ficheros de imagen, sonido, vídeo, etc. Funciona en prácticamente todos los sistemas operativos y plataformas: Linux, UNIX (versiones AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OS X, Solaris, SunOS y Tru64), BeOS, y por supuesto, en Windows.

### 3.6.2 Base de Datos espacial (Geodatabase)

Se encargará de la administración de los servicios de bases de datos espaciales (Geodatabase), por lo que se necesita contar con una herramienta especializada en la gestión de la información espacial. Al igual que una base de datos para propósitos generales, cumple con las funciones de abstracción de la información, consistencia, seguridad, control de transacciones y tiempos de acceso. El servidor de base de datos espacial añade a estas funciones la posibilidad de manipular datos geométricos (líneas, puntos, polígonos), que es la que posibilita el almacenamiento de esta información especializada.

- **PostGIS:** Para la implementación de la base de datos espacial (Geodatabase) se utilizará el mismo servidor de base de datos PostgreSQL habilitando su motor de base de datos espacial PostGis, lo cual permite convertir al gestor de base de datos en un motor de base de datos espacial, incluyendo componentes geométricos y funciones de cálculo espacial. Es de código abierto y de gran aceptación en el mercado actual.

### 3.6.3 Servicios Web y aplicaciones por Internet

- **Apache:** Es un software de código abierto aplicado al servicio de páginas Web (servidor de HTTP). Su principal función es la de recibir peticiones y enviar páginas Web, sin embargo, su capacidad para añadir funcionalidades a través de componentes (como es el módulo PHP) lo convierte en la plataforma de despliegue para todas las aplicaciones Web. Supera a sus competidores en la rama de Servidores Web por su capacidad multiplataforma (es ejecutable tanto en entornos Windows, Linux o Unix)

- **PHP:** Es un lenguaje interpretado para la generación de páginas web de manera dinámica. Al enviar el cliente una solicitud al servidor, este interpretará los mensajes recibidos, interpretará la petición mediante el código escrito en un archivo de extensión “php” y devolverá los datos pedidos por el cliente, de una manera transparente al usuario, a su vez este podrá observar su petición en un navegador Web.

A la vez que existen datos que son necesarios ejecutar en el servidor como peticiones, en ocasiones es necesario ejecutar servicios en el mismo cliente, para no cargar el rendimiento del servidor por la carga de peticiones que recibiría:

- **FLEX:** Es una tecnología desarrollada por Adobe, que permite la programación de objetos en una aplicación Flash, realiza el mismo tipo de función como es JavaScript (de hecho su lenguaje de programación, ActionScript es muy similar), con el beneficio de ser más atractivo e intuitivo que éste. Actualmente es un componente libre.

#### 3.6.4 Servidor de Mapas y Visores Geográficos

De la misma forma que un servidor de aplicaciones, éste servidor genera información de acuerdo a las peticiones del cliente, con la diferencia de que se enfoca en los servicios de Cartografía y Mapas.

El principio básico de los servicios cartográficos mediante Internet implica la generación de archivos de contenido (la más utilizada es el XML) que permite al navegador Web presentar, a través de una herramienta visor adecuada, la cartografía solicitada y con las opciones de manipulación que la herramienta provea. Es importante mencionar la presentación de información es una presentación no editable, es decir, una visualización únicamente para consulta.

- **GeoServer:** Es un entorno de desarrollo para la generación de servicios SIG por Internet (Web Map Server – WMS). Es de desarrollo libre y de gran aceptación. Una característica importante de este componente es

su amplia compatibilidad con diferentes tecnologías SIG, así como otras características interesantes, como son:

- ✓ Multiplataforma, gracias a que es ejecutable en Tomcat (Linux y Windows)
- ✓ Soporta varios formatos vectoriales: ESRI shapefiles, PostGIS, ESRI ArcSDE, GML y otros muchos vía OGR.
- ✓ Soporte de formatos raster: JPG, PNG, GIF, TIFF/GeoTIFF, EPPL7 y otros vía GDAL.

Finalmente además de ocupar el servicio WMS mencionado anteriormente, se implementa servicios Web Feature Services WFS, para acciones interactivas sobre la cartografía.



### 3.7 Metodología

A continuación se muestra un modelo conceptual donde se explica brevemente la estructura de los datos de interés.

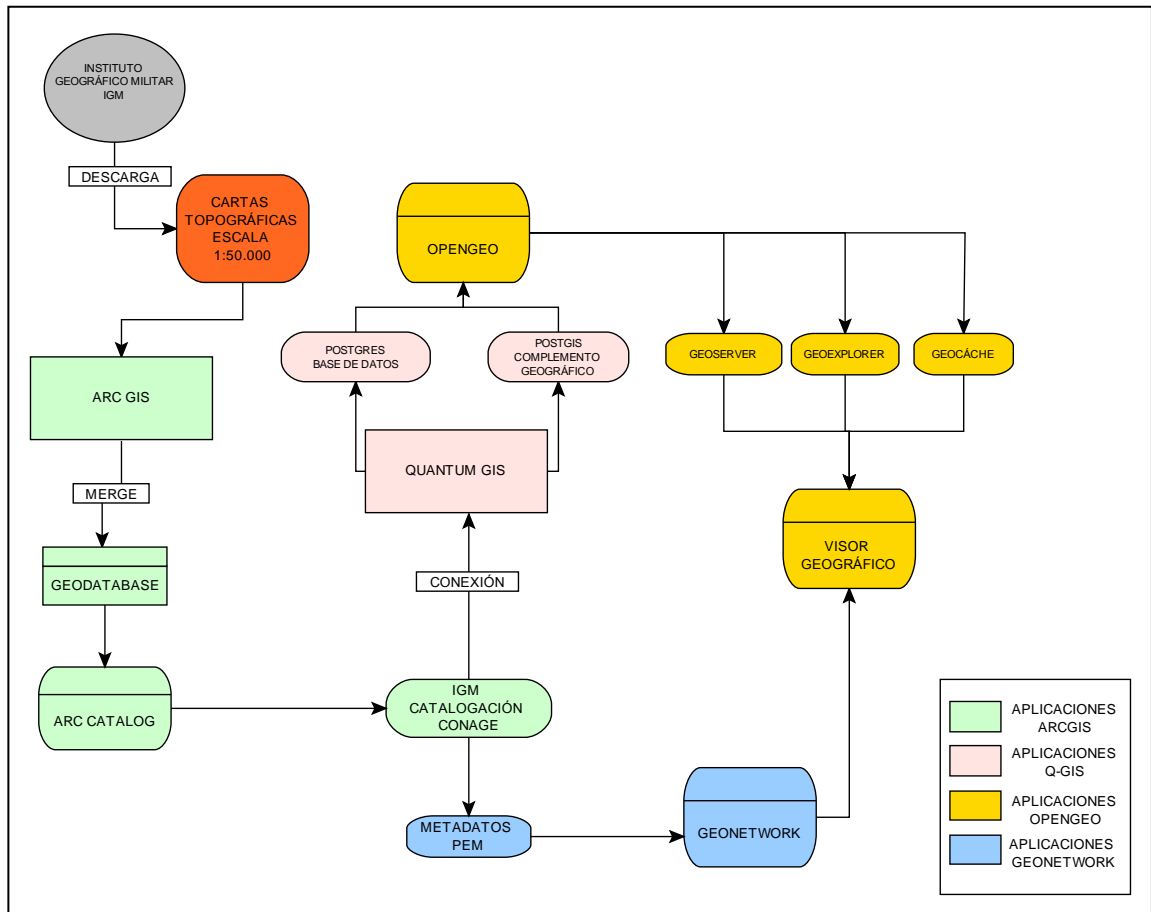


Gráfico 29. Modelo Conceptual

### 3.7.1 Evaluación y diagnóstico de información secundaria

Se realizó una evaluación de la información secundaria manejada por diferentes instituciones ligadas con la actividad del sector eléctrico. En esta oportunidad se pudo apreciar que, a la presente fecha, la mayoría de las instituciones que proporcionaron información no cuentan con protocolos establecidos para asegurar el intercambio de información de manera homogénea, íntegra y segura.

Con el apoyo del Consejo Nacional de Electricidad – CONELEC se recopiló información relevante para el proyecto. Toda la información digital compilada fue sometida a un proceso de diagnóstico y evaluación a través de una matriz. Este proceso contempló la aplicación de seis principios generales establecidos en las **Políticas Nacionales de Información Geoespacial y datos Geográficos CONAGE**, que permiten calificar la información para su posterior selección. Estos criterios son:

1. **Relevancia:** Generar información geoespacial necesaria y útil para el país en todos los ámbitos jurisdiccionales.
2. **Calidad:** Producir información con metodologías, estándares, especificaciones y normas utilizadas de manera nacional e internacional, debidamente reconocidas.
3. **Publicidad y accesibilidad:** La información geoespacial que goce del principio de publicidad debe estar disponible para todo tipo de usuario.
4. **Transparencia:** Debe reflejarse en el manejo y organización y organización de los datos, para acceder con facilidad a los mismos
5. **Interoperabilidad:** posibilita que la información geoespacial fluya entre diferentes sistemas estatales y privados de forma íntegra, consistente y segura.
6. **Independencia:** La producción de información geoespacial, se desarrolla bajo fundamentos técnicos, libre de factores que afecten la credibilidad y confianza de los usuarios de la información.

A través de la aplicación de los criterios de calificación se realizó mediante el uso de una matriz. Con esta herramienta se juzgó la suficiencia de la información recopilada (calidades, deficiencias y limitaciones de la misma), lo que posteriormente, permitió seleccionar aquella información útil para ser integrada en el sistema en el futuro como una característica de interoperabilidad.

Tabla 23. Criterios de calificación de información secundaria

PRINCIPIOS	CAMPO DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CAMPO
<b>Relevancia</b>	Nombre_información_entregada	Nombre del archivo
	Descripción	Breve descripción del contenido
	Path de la información	Ruta de acceso de la información entregada
	Temática información	Palabras claves sobre el contenido de la información
<b>Calidad</b>	Tipo_dato	Para información cartográfica son posibles dos contenidos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Raster</li> <li>• Vector</li> </ul> Para datos tipo vector se tiene:
	Geometría_elemento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea</li> <li>• Punto</li> <li>• Polígono</li> </ul>
	Proyección	Modelo matemático para convertir coordenadas geográficas a coordenadas planas.
	Zona	Zona UTM cuando la proyección corresponda a la Universal Transversa de Mercator.
	Datum	Origen del Sistema de coordenadas
	Escala/resolución	Para datos tipo vector se define como la relación matemática que existe entre las dimensiones reales en el terreno y las del dibujo que se representan sobre un plano o un mapa. Para datos tipo raster se

PRINCIPIOS	CAMPO DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CAMPO
<b>Independencia</b>	Formato	define como el tamaño del pixel.
	Metadatos	Extensión del archivo
<b>Publicidad y accesibilidad</b>	Año de generación	Se evalúa la presencia o ausencia de metadatos
	Actualización	Año de generación de la información
	Generadora_Información	Año de actualización de la información en sus diferentes versiones
	Publicación	Institución que genera la información
<b>Evaluación de la Calidad</b>	Limitaciones	Año de publicación del dato
	Complementos	Evaluación general de las limitaciones presentes en la cobertura en cuanto a parámetros de calidad, relevancia, independencia y accesibilidad.
<b>Evaluación de la Transparencia</b>	Institución que Proporciona Información	Acciones a tomar sobre la información para superar las limitaciones identificadas
<b>Evaluación de la Interoperabilidad</b>	Apta para usarse en un sistema de información	Institución que proporciona la información como indicador de transparencia.
		Se determina si los datos son aptos para fluir entre diferentes sistemas estatales y privados de forma íntegra, consistente y segura.

Fuente. Políticas Nacionales de Información Geoespacial y datos Geográficos. CONAGE.

La información secundaria que cumple con los estándares mínimos de calidad ha sido integrada a la Geodatabase según la estructura organizada del catálogo de objetos geográficos del sector eléctrico.

### 3.7.2 Elaboración del mapa base

Para la estructuración de información correspondiente a la cartografía base se partió de información oficial elaborada por el IGM a escala 1:50.000. En esta fase se compiló información de libre acceso disponible en el Geoportal dispuesto por el instituto.

Es necesario indicar que no toda la información a escala 1:50.000 está disponible para ser descargada por cualquier usuario, existen zonas restringidas las cuales por seguridad nacional no la han publicado en el Geoportal, o de igual forma existen zonas a nivel nacional donde no se cuenta con cartografía. **Ver Anexo 11.INDICE DE CARTAS TOGRÁFICAS IGM.**

A continuación se indica el listado de cartas topográficas escala 1:50.000 de libre acceso descargadas del Geoportal del Instituto Geográfico Militar “IGM”.

10_DE_AGOSTO_8417S	CANGAIME_8417S	CHONE_8417S	EL_CARMEN_8417S
ALAUSSI_8417S	CANOA_8417S	CHONGON_8417S	EL_CARMEN_DE_PUJILI_8417S
ALLURIQUIN_8417S	CAPAHUARI_8417S	CHONTADURO_8417S	EL_CORAZON_8417S
ALTO_TAMBO_8417S	CAPITAN_RIVADENEIRA_8417S	CHONTAPUNTA_8417S	EL_DORADO_DE_CASCALES_8417S
AMAZONAS_8417S	CARIAMANGA_8417S	CINCO_DE_JUNIO_8417S	EL_MAMEY_8417S
AMBATO_8417S	CATACOCHA_8417S	COJIMES_8417S	EL_MIRADOR_8417S
ANGAMARCA_8417S	CATAMAYO_8417S	COLIMES_8417S	EL_PARAISO_8417S
APUELA_8417S	CATARAMA_8417S	COLON_8417S	EL_PUEBLITO_8417S
ARAJUNO_8417S	CAYAMBE_8417S	COLOPE_8417S	EL_QUINCHE_8417S
ATACAMES_8417S	CENTRO_AUCAYACU_8417S	CONAMBO_8417S	EL_TRIUNFO_8417S
ATAHUALPA_8417S	CENTRO_OCAYA_(JOSE_MARIA)_8417S	CONONACO_8417S	ESTERO_SALADO_8417S
AVILA_VIEJO_8417S	CERECITA_8417S	CONONACO_CHICO_8417	ESTRIBACIONES_DE_LACHAS_8417S
AZOGUEZ_8417S	CERRO_AYAPUNGO_8417S	CONTRAFUERTE_CAYAPAS_8417S	FLAVIO_ALFARO_8417S
BABAHOYO_8417S	CERRO_PAN_DE_AZUCAR_8417S	CONVENTO_8417S	GALERA_8417S
BAEZA_8417S	CERRO_SARAURCU_8417S	CORDILLERA_DE_TZUNANTZA_8417S	GIMA_8417S
BAHIA_DE_CARAUQUEZ_8417S	CHAGUARPAMBA_(BUENAVISTA)_8417S	CORDILLERA_EL_CHONGON_8417S	GIRON_8417S
BAJO_HUINO_(EL_HUINO)_8417S	CHAPETON_(PACAYACU)_8417S	COSANGA_8417S	GONZANAMA_8417S
BALSAS_8417S	CHAPINTZA_8417S	COTOPAXI_8417S	GUALACEO_8417S
BALZAR_8417S	CHAUCHA_8417S	CRISTOBAL_COLON_8417S	GUALAQUIZA_8417S
BOCANA_DE_BUA_8417S	CHEBE_8417S	CUENCA_8417S	GUALPI_8417S
BORBON_8417S	CHIGUAZA_8417S	CUMANDA_8417S	GUAMOTE_8417S
BUFEO_8417S	CHILLA_8417S	CUSHUIMI_8417S	GUANO_8417S
CALACALI_8417S	CHILLANES_8417S	CUYAVENO_8417S	GUARANDA_8417S
CAMPANA_COCHA_8417S	CHIMBORAZO_8417S	DATA_DE_POSORJA_8417S	GUARANDA_OESTE_8417S
CANAL_DE_JAMBELI_8417S	CHINCA_8417S	DAULE_8417S	GUARUMALES_8417S
CANGAHUA_8417S	CHIQUINTAD_8417S	DELICIAS_8417S	HUANGRA_8417S

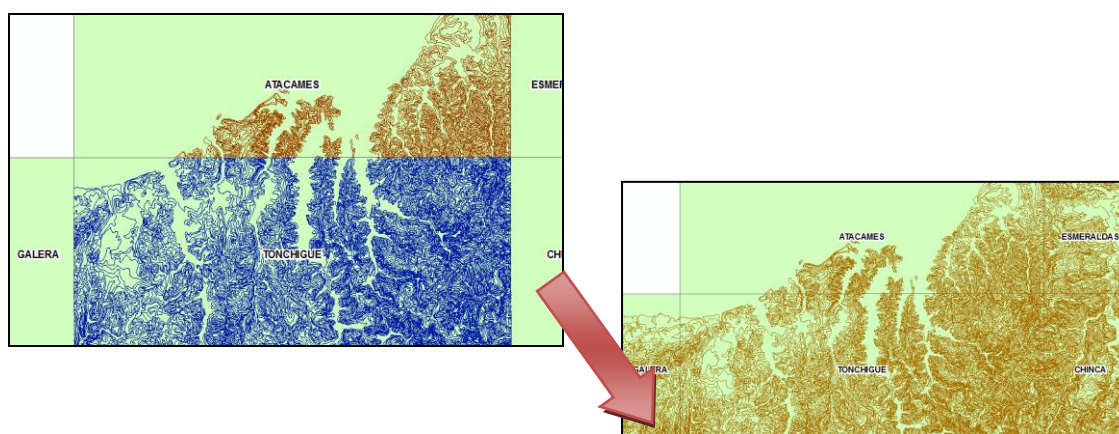
IBARRA_8417S	LAGUNA_EL_CANCLON_8417S	MANUEL_CORNEJO_ASTORGA_8417S	OLMEDO_8417S
IMANTAG_8417S	LAGUNA_HUASCAYACU_8417S	MARCABELI_8417S	OLON_8417S
INDANZA_8417S	LAGUNA_YUTURI_(ZAMONA_YUTURI)_8417S	MARIANO_ACOSTA_8417S	OTAVALO_8417S
IPIAK_8417S	LAS_GOLONDRINAS_8417S	MARIANO_MORENO_8417S	OYACACHI_8417S
ISHPINGO_8417S	LAS_JUNTAS_8417S	MATILDE_ESTHER_8417S	PABLO_VI_8417S
ISIDRO_AYORA_8417S	LAS_MINAS_8417S	MEMBRILLAL_8417S	PACAYACU_8417S
ISLA_MONDRAGON_8417S	LAS_PIEDRAS_8417S	MERA_8417S	PACCHA_8417S
JAMA_8417S	LAURO_GUERRERO_8417S	MILAGRO_8417S	PAJAN_8417S
JATUN_LOMA_8417S	LAZARO_8417S	MINDO_8417S	PALESTINA_8417S
JIPIAPA_8417S	LIMON_8417S	MIRA_8417S	PALICTAGUA_8417S
JUAN_MONTALVO_8417S	LIMONCOCHA_8417S	MOCACHE_8417S	PALIZADA_8417S
JUNCAL_8417S	LITA_8417S	MOJANDA_8417S	PALLATANGA_8417S
LA_ALIANZA_8417S	LLACTAPAMBA_8417S	MONTALVO_8417S	PALMIRA_8417S
LA_AVANZADA_8417S	LOJA_NORTE_8417S	MONTERREY_8417S	PALORA_8417S
LA_BRAMADORA_8417S	LOJA_SUR_8417S	MORASPUNGO_8417S	PANCHO_NEGRO_8417S
LA_CONCORDIA_8417S	LORETO_8417S	MUISNE_8417S	PANGUI_8417S
LA_ESMERALDA_8417S	LOS_ENCUENTROS_8417S	MULALO_8417S	PAPALLACTA_8417S
LA_ESTACADA_8417S	LOS_VERGELES_8417S	NABON_8417S	PASCUALES_8417S
LA_JOYA_DE_LOS_SACHAS_8417S	LUSHANTA_8417S	NAMBACOLA_8417S	PATRICIA_PILAR_8417S
LA_MANA_8417S	LUZ_DE_AMERICA_8417S	NARANJAL_8417S	PEDERNALES_8417S
LA_MERCED_DE_BUENOS_AIRES_8417S	MACAS_8417S	NARANJITO_8417S	PEDRO_CARBO_8417S
LA_RESERVA_8417S	MACHACHI_8417S	NEVADO_CAYAMBE_8417S	PEDRO_PABLO_GOMEZ_8417S
LA_TOLA_8417S	MACHALLILLA_8417S	NOBOA_8417S	PEDRO_VICENTE_MALDONADO_8417S
LA_TRONCAL_8417S	MACUMA_8417S	NONO_8417S	PICHINCHA_8417S
LAGUNA_DE_ANTEOJOS_8417S	MANGLAR_ALTO_8417S	NUEVA_HUAMBOYA_8417S	PILALO_8417S
LAGUNA_DE_MICA_8417S	MANU_8417S	NUMBAIME_8417S	PIMAMPIRO_8417S

PINTAYACU_8417S	RIO_AGUARICO_8417S	RIO_MARATYACU_8417S	RIOBAMBA_8417S
PLAYA_DE_ORO_8417S	RIO_AGUAS_NEGRAS_8417S	RIO_MULATOS_8417S	ROCAFUERTE_8417S
PLAYON_8417S	RIO_ANTISANA_8417S	RIO_NAMOYACU_8417S	ROSA_ZARATE_8417S
PORTOVIEJO_8417S	RIO_ASHMAHUAYACU_8417S	RIO_NAPO_8417S	ROSA_ZARATE_NORTE_8417S
POSORJA_8417S	RIO_AURINO_8417S	RIO_NEGRO_8417S	SABANA_GRANDE_8417S
PUCAYACU_8417S	RIO_BAHAMENO_8417S	RIO_PASTAZA_8417S	SALCEDO_8417S
PUEBLO_VIEJO_8417S	RIO_CHALUPAS_8417S	RIO_PAUSHYACU_8417S	SAMBORONDON_8417S
PUERTO_GRANDE_8417S	RIO_CHINGANA_8417S	RIO_PINDOYACU_8417S	SAN_FELIPE_DE_MOLLEURO_8417S
PUERTO_LIBRE_8417S	RIO_COFANES_8417S	RIO_PINTOYACU_8417S	SAN_FERNANDO_8417S
PUERTO_LOPEZ_8417S	RIO_CONAMBO_8417S	RIO_PUCAYACU_8417S	SAN_FRANCISCO_DE_GUALLEURO_8417S
PUERTO_MISAHUALLI_8417S	RIO_COPOTAZA_8417S	RIO_PUMAYACU_8417S	SAN_FRANCISCO_DEL_VERGEL_8417S
PUERTO_MURIALDO_8417S	RIO_CORRIENTES_8417S	RIO_RUMIYACU_8417S	SAN_FRANCISCO_ONZOLOTE_8417S
PUERTO_NAPO_8417S	RIO_CUNCHYACU_8417S	RIO_SABALO_8417S	SAN_GABRIEL_8417S
PUERTO_NUEVO_8417S	RIO_CURARAY_8417S	RIO_SARDINAS_8417S	SAN_ISIDRO_8417S
PUERTO_PECHICHE_8417S	RIO_CURYACU_8417S	RIO_SHIONAYACU_8417S	SAN_JACINTO_8417S
PUMPUENTZA_8417S	RIO_CUYABENO_8417S	RIO_SHIRIPUNO_8417S	SAN_JOSE_CHAMANGA_8417S
PUNTA_ARENAS_8417S	RIO_DUE_GRANDE_8417S	RIO_TIPUTINI_8417S	SAN_JOSE_DE_YACUAMBI_(28_DE_MAYO)_8417S
PUNTA_BRAVA_8417S	RIO_GUAYAS_8417S	RIO_TIPUTINI_ESTE_8417S	SAN_JOSE_DEL_CURARAY_8417S
PUNTA_SALINA_8417S	RIO_GUAYLLABAMBA_8417S	RIO_TIVACUNO_8417S	SAN_JOSE_NUEVO_8417S
PUTUIMI_8417S	RIO_HUASAGA_8417S	RIO_TIVACUNO_OESTE_8417S	SAN_JUAN_BOSCO_8417S
PUYO_8417S	RIO_ILLINEGRO_8417S	RIO_VERDE_8417S	SAN_MATEO_8417S
QUERO_8417S	RIO_ILLINEGRO_GRANDE_8417S	RIO_VILLANO_8417S	SAN_MIGUEL_DE_BOLIVAR_8417S
QUEVEDO_8417S	RIO_ISHPINGO_8417S	RIO_YAMINO_8417S	SAN_MIGUEL_DE_LOS_BANCOS_8417S
QUINSALOMA_8417S	RIO_JANDIAYACU_8417S	RIO_YANAYACU_8418S	SAN_PABLO_DE_KANTESIYA_8417S
QUITO_8417S	RIO_LLIQUINO_8417S	RIO_YASUNI_8417S	SAN_PABLO_DE_PUEBLO_NUEVO_8417S
RICAUARTE_8417S	RIO_MANDEROYACU_8417S	RIO_YASUNI_ESTE_8417S	SAN_PABLO_DEL_LAGO_8417S

📁 SAN_PEDRO_DE_LOS_COFANES_8417S	📁 SHUSHUFINDI_8417S	📁 VALLE_DEL_SADE_8417S
📁 SAN_PEDRO_DE_SUMA_8417S	📁 SIGCHOS_8417S	📁 VALLE_HERMOSO_8417S
📁 SAN_ROQUE_ARENANGA_8417S	📁 SIGSIG_8417S	📁 VELASCO_IBARRA_8417S
📁 SAN_SEBASTIAN_DEL_COCA_8417S	📁 SIMIATUG_8417S	📁 VENTANAS_8417S
📁 SAN_SIMON_IPIAKUIM_8417S	📁 SIMON_BOLIVAR_8417S	📁 VERACRUZ_8417S
📁 SAN_VICENTE_8417S	📁 SINAI_8417S	📁 VICHE_8417S
📁 SAN_VICENTE_DE_AQUEPI_8417S	📁 SINCHOLAGUA_8417S	📁 VILCABAMBA_8417S
📁 SANDOVAL_8417S	📁 SUCRE_8417S	📁 VILLA_LA_UNION_8417S
📁 SANGOLQUI_8417S	📁 SUCUA_8417S	📁 VOLCAN_EL_ALTAR_8417S
📁 SANTA_ANA_8417S	📁 TAISHA_8417S	📁 VOLCAN_EL_REVENTADOR_8417S
📁 SANTA_CLARA_8417S	📁 TARAPOA_8417S	📁 VOLCAN_SANGAY_8417S
📁 SANTA_ISABEL_8417S	📁 TARAPUY_8417S	📁 VOLCAN_SUMACO_8417S
📁 SANTA_LUCIA_8417S	📁 TAYUZA_8417S	📁 WEE_8417S
📁 SANTA_MARIA_DEL_TOACHI_8417S	📁 TELEMBI_8417S	📁 YANGANA_8417S
📁 SANTA_ROSA_DE_EL_ORO_8417S	📁 TENA_8417S	📁 YANTZAZA_8417S
📁 SANTA_ROSA_DE_FLANDES_8417S	📁 TENDALES_8417S	📁 YARITZAGUA_8417S
📁 SANTA_ROSA_DE_QUIJOS_8417S	📁 TENGUEL_8417S	📁 YATAPI_8417S
📁 SANTIAGO_8417S	📁 TIPUTINI_8417S	📁 ZAPALLO_8417S
📁 SANTIAGO_DE_MENDEZ_8417S	📁 TIXAN_8417S	📁 ZAPOTAL_8417S
📁 SANTO_TOMAS_8417S	📁 TONCHIGUE_8417S	📁 ZARUMA_8417S
📁 SARAGURO_8417S	📁 TOTORAS_8417S	📁 ZUMBI_8417S
📁 SARAYACU_8417S	📁 TUMPAIN_8417S	
📁 SARDINAS_8417S	📁 UZHCURRUMI_8417S	
📁 SELVA_ALEGRE_8417S	📁 VACAS_GALINDO_8417S	
📁 SHELL_8417S	📁 VALENCIA_8417S	
📁 SHIRAMENTZA_8417S	📁 VALLADOLID_8417S	

**Tabla 24. Cartas descargadas escala 1:50.000**

Una vez que toda la información estuvo disponible se procedió a estructurar cada una de las capas de las cartas individuales en archivos únicos en formato shapefile. Posteriormente las coberturas shapefile fueron integradas en una base de datos espacial.



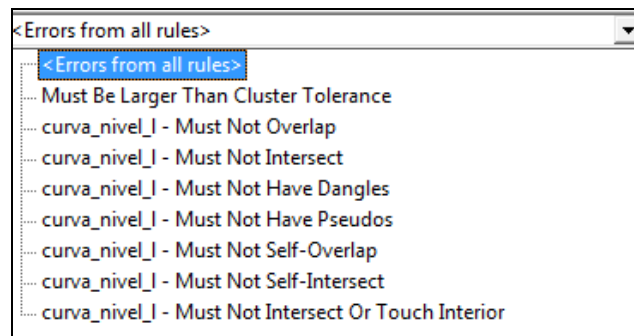
**Gráfico 30. Estructuración de información de las cartas topográficas en archivos únicos (Se aprecia el elemento “curvas de nivel”)**

La estructuración de los elementos de las cartas topográficas en la Geodatabase se basó en la definición de Subcategorías o Data Sets y Objetos o Feature class según la organización propuesta por el Catálogo de Objetos del IGM.

El siguiente paso consistió en el desarrollo del control de calidad sobre los datos y la edición de los elementos gráficos como alfanuméricos (tabla de atributos) de los objetos o coberturas.

Para la edición gráfica se usaron filtros de topología para identificar entre otros posibles errores: overshoots, undershoots, pseudo nodos y “dangles” para líneas; y, gaps y overlaps para polígonos.

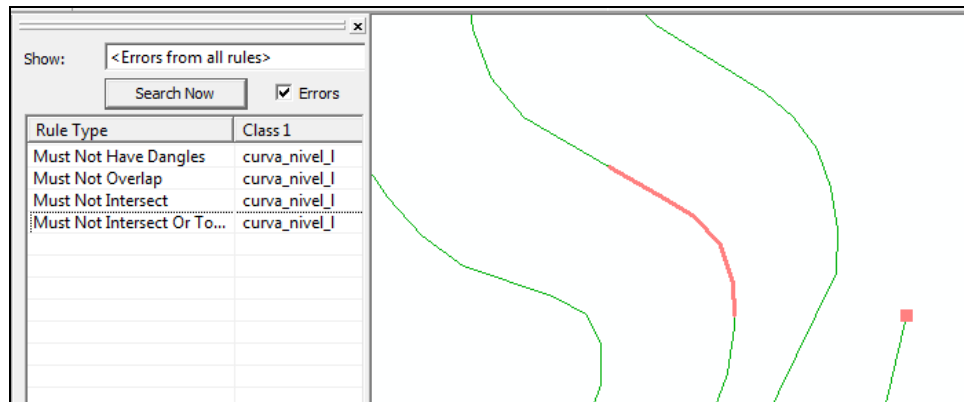
Se aplicaron las reglas topológicas requeridas según la característica del elemento analizado. Así para las curvas de nivel se realizaron las reglas que se especifican en el siguiente gráfico.



**Gráfico 31. Reglas topológicas aplicadas al elemento curvas de nivel**

Una vez que se obtuvo la capa de topología se identificaron todos los errores de manera gráfica, procediendo posteriormente a realizar la corrección respectiva.





**Gráfico 32. Corrección de errores topológicos en el elemento curvas de nivel**

Adicionalmente se realizó un control de calidad sobre los atributos de las tablas, donde se identificó algunos errores en la asignación de atributos. En el siguiente gráfico se visualiza un error en la asignación del tipo de curva de nivel. A escala 1:50.000 las curvas de nivel intermedias se presentan cada 40 metros, por lo que la cota 20 corresponde a una curva de nivel suplementaria.

hqc_desc	ela	ela_desc	cvt
INTERMEDIA	1	EXACTA	20
SUPLEMENTARIA (1/2)	1	EXACTA	20
INTERMEDIA	1	EXACTA	20
INTERMEDIA	1	EXACTA	20
INTERMEDIA	1	EXACTA	20
INTERMEDIA	1	EXACTA	20
INTERMEDIA	1	EXACTA	20
INTERMEDIA	2	APROXIMAD	20
INTERMEDIA	1	EXACTA	20
INTERMEDIA	1	EXACTA	20
INTERMEDIA	1	EXACTA	20
INTERMEDIA	2	APROXIMAD	20
INTERMEDIA	1	EXACTA	20
INTERMEDIA	1	EXACTA	20
INTERMEDIA	1	EXACTA	20

**Gráfico 33. Incorrecta asignación de atributos**

Estos errores fueron validados y corregidos donde fue posible con la información disponible para cada capa. Para cada elemento existente en la Geodatabase se realizó la topología, como se menciona anteriormente existen objetos con su respectiva geometría línea, polígono o punto.

Las reglas topológicas aplicadas para los objetos de geometría línea son:

- **Must Not Overlap**, Requiere que las líneas no se superpongan con las líneas en la misma clase (o subtipo) de entidad.
- **Must Be Larger Than Cluster Tolerance**, Es necesario que una entidad no se colapse durante el proceso de validación.
- **Must Not Intersect**, Requiere que las entidades de línea desde la misma clase (o subtipo) de entidad no se crucen ni se superpongan entre sí.
- **Must Not Have Dangles**, Requiere que una entidad de línea deba tocar las líneas desde la misma clase (o subtipo) de entidad en ambos extremos.
- **Must Not Have Pseudo Nodes**, Requiere que una línea se conecte, por lo menos, con otras dos líneas en cada extremo.
- **Must Not Overlap With**, Requiere que una línea desde una clase (o subtipo) de entidad no se superpongan con las líneas de entidad en otra clase (o subtipo) de entidad.
- **Must Not Self-Overlap**, Requiere que las entidades de línea no se superpongan entre sí.
- **Must Not Self-Intersect**, Requiere que las entidades de línea no se crucen ni se superpongan entre sí.
- **Must Be Single Part**, Requiere que las línea tengan una única parte. Esta regla es útil allí donde las entidades de línea, como carreteras, no deben tener múltiples partes.

Las reglas topológicas aplicadas para los objetos de geometría polígono son:

- **Must Not Overlap**, Requiere que el interior de los polígonos no se superponga.
- **Must Not Have Gaps**, Esta regla precisa que no haya vacíos dentro de un polígono simple o entre polígonos adyacentes.

Y por último para los objetos de geometría puntos no se aplicó topología, en este caso lo único que se realizó fue revisar si no existían duplicados. **Fuente.** ArcGIS Resource Center, **Lecturas básicas acerca de las geodatabase en la ayuda de ArcGIS Desktop.**

### 3.7.3 Elaboración del catálogo de objetos geográficos del sector eléctrico

Con el fin de estandarizar los nombres de los objetos (coberturas de información) y los atributos de las tablas de cada objeto, así como su simbología, se ha preparado un catálogo de objetos geográficos del sector eléctrico. El catálogo se basa en la estructura propuesta por el Instituto Geográfico Militar, que a su vez se fundamenta en la norma ISO 19126 (**Diccionario de conceptos de fenómenos y registros**) que, especifica un esquema para los diccionarios con el fin de establecer y administrar cada objeto o fenómeno. El campo de aplicación de este catálogo deberá extenderse a todas las instituciones que elaboren, actualicen y gestionen información relativa al sector eléctrico. Los objetos incluidos fueron considerados en base a los elementos geográficos identificados en la fase de evaluación de información secundaria. Las categorías establecidas son:

<b>CÓDIGO</b>	<b>CATEGORIAS</b>
<b>01</b>	Industrias y Servicios
<b>02</b>	Geografía socio-económica
<b>03</b>	Infraestructura de Transporte
<b>04</b>	Hidrografía y Oceanografía
<b>05</b>	Fisiografía
<b>06</b>	Cobertura de la Tierra
<b>06</b>	Biota
<b>07</b>	Demarcaciones
<b>08</b>	Aeronáutica
<b>09</b>	Militar
<b>10</b>	Metereología y Clima
<b>21</b>	Nombres y Designaciones
<b>22</b>	Metadata y Referencias

**Tabla 25. Categorías establecidas en el catálogo de objetos geográficos**

Cada categoría puede contener una o más subcategorías, las subcategorías se codifican con dos números, dónde el primer número hace referencia a la categoría a la cual pertenecen, el segundo número se asigna de forma secuencial dentro de cada subcategoría:

CÓDIGO	SUBCATEGORIAS	CÓDIGO	SUBCATEGORIAS
01.01	Extracción	04.12	Condiciones Físicas del Agua
01.02	Fabricación y/o Procesamiento	05.01	Representación del Relieve
01.03	Agropecuaria	05.02	Geomorfología
01.04	Eléctrica	05.03	Geología
01.05	Comunicaciones	05.04	Edafología
01.06	Estructura Asociada a la Industria	05.05	Recursos Naturales
01.07	Almacenamiento	05.06	Sismología/Vulcanología
01.08	Gestión de Residuos	05.07	Glaciares
02.00	Salud	05.08	Gravimetría
02.01	Construcciones	06.00	Misceláneos
02.02	Asociado a Poblados	06.01	Tierras Agropecuarias
02.03	Comercio	06.02	Tierras Arbustivas y Herbáceas
02.04	Recreación	06.03	Tierras Forestales
02.06	Ciencia y Tecnología	06.05	Eriales
02.06	Educación	06.07	Fauna
02.07	Cultura	06.08	Flora
03.01	Ferrocarriles	06.10	Ecosistemas
03.02	Transporte Terrestre	07.01	Límite Político Administrativo
03.03	Transporte Guiado	07.02	Linderos de Propiedad
03.04	Transporte Fluvial y Marítimo	07.10	Límite de Áreas Naturales
03.05	Transporte Aéreo	07.11	Límites Hidrográficos
03.07	Cruces y Enlaces	07.12	Zonas Restringidas
03.08	Asociado a Transportación	07.13	Asociado a Límites
04.01	Zonas Costeras	08.01	Aeropuertos y Superficies de Iluminación y/o Movimiento Espacio y Rutas Aéreas
04.02	Puertos y Muelles	08.02	Espacio y Rutas Aéreas
04.03	Información de Profundidad	08.03	Ayudas para la navegación
04.04	Naturaleza del Lecho Marino	09.01	Infraestructura para Defensa y Operaciones
04.05	Instalaciones de Ultramar	09.02	Áreas y/o Límites Restringidos
04.06	Marea y/o Corrientes	09.03	Operaciones y/o Eventos Militares
04.07	Rutas y/o Navegación	10.01	Fenómenos Climáticos
04.08	Riesgos y Obstrucciones	10.02	Condiciones Climáticas
04.09	Hielo Marino	10.03	Zonas y/o Regiones Climáticas
04.10	Regulación y/o Zonas Restringidas	21.01	Nombres
04.11	Aguas Interiores	21.02	Designaciones
		22.01	Anotación

**Tabla 26. Subcategorías establecidas en el catálogo de objetos geográficos del sector eléctrico**

Cada subcategoría puede contener uno o más objetos.

Los objetos son los temas, capas o coberturas de información espacial georeferenciada. Se codifican con un identificador de cinco caracteres (dos letras correspondientes a la categoría a la que pertenecen es un valor alfabético desde la A a la Z, y un número secuencias de tres dígitos).

Dentro de una base de datos georeferenciada los objetos corresponden a los Feature Class. Para cada objeto se define:

- Geometría: Hace referencia a la geometría de la cobertura de información, siendo los valores posibles punto, línea o polígono.
- Atributos: son las propiedades o características que se asocian al objeto
- Dominios: definen los valores pueden ser almacenado en los atributos.
- Simbología: Referente a símbolos cartográficos a usar para cada objeto.

#### 3.7.4 Uso del catálogo de objetos

El catálogo de objetos se ha diseñado como un archivo de Excel que contiene varias hojas. En la primera hoja se muestra los metadatos del catálogo, datos relativos a sus diferentes versiones y fechas de modificación.<sup>2</sup> Adicionalmente se incluye un esquema de las categorías y subcategorías presentes en el catálogo. La segunda hoja contiene un índice del catálogo, donde se muestra una estructura del catálogo. La tercera hoja despliega información de las categorías la cual posee un hipervínculo hacia la cuarta hoja del archivo, denominada “Categorías”. En esta hoja se podrá encontrar cada una de las definiciones de las categorías, a manera de diccionario. Las categorías a su vez posibilitan acceder a través de un link hacia la quinta hoja “Subcategorías”.

---

<sup>2</sup> Datos que deberán ser modificados cada vez que se realice un cambio en el catálogo.

		
ESTRUCTURA DEL CATÁLOGO DE OBJETOS ESCALA 1:50.000		
CODIGO	NOMBRE (HIPERVÍNCULO A SUBCATEGORÍAS)	DEFINICIÓN
01	Infraestructura de Industria y Servicios	Esta categoría está formada por conceptos relacionados a la extracción y/o excavación de recursos naturales, procesamiento, fabricación o manufacturación de diferentes insumos, de dispositivos y estructuras utilizados en la agricultura, los servicios públicos y sus redes que incluyen el servicio eléctrico, comunicaciones o cualquier tipo gestión de residuos y todo lo asociado a industrias y conceptos de servicios.
02	Geografía Socioeconómica	Esta categoría se refiere a conceptos relacionados en el sentido más amplio con la vivienda de la gente y los aspectos de la población, a este grupo pertenecen los dominios de administración, comercio, educación y ciencia.
03	Infraestructura de Transporte	Esta categoría se refiere a conceptos relacionados a transporte incluye: los ferrocarriles, carreteras y autopistas, cuerpos de agua, redes de distribución, tuberías, restricciones, cruces y todos los conceptos asociados a transporte.
04	Hidrografía y Oceanografía	Esta categoría clasifica los conceptos relativos a navegación, cuerpos de agua de cualquier forma u otros conceptos relevantes.
05	Fisiografía	Esta categoría se refiere a conceptos que describen la forma de la superficie de la tierra y describe partes especiales bajo la superficie.
06	Cobertura de la Tierra	Esta categoría clasifica los objetos que describen la cobertura de la superficie desde una perspectiva global.
	Biota	Esta categoría se refiere a conceptos relacionados a las funciones orgánicas.
07	Demarcación	Esta categoría se refiere a conceptos que describen las fronteras y zonas con limitaciones especiales y lo relacionado con levantamientos y catastro.

**Gráfico 34. Definición de las categorías presentes en el catálogo de objetos**

Al igual que el caso anterior, en la hoja de “Subcategorías” se encuentran una breve definición de los conceptos a los cuales hace referencia la subcategoría. Cada una tiene asociado un hipervínculo hacia los objetos que pertenecer a la subcategoría.

En la hoja “Objetos” se enlistan los objetos considerados en el catálogo. En esta hoja se encontrará una descripción o definición del objeto así como la geometría con la cual debe representarse. En esta sección cada objeto posee un link hacia sus atributos y dominios.

En la hoja “Atributos” se encontrarán cada uno de los objetos o elementos geográficos, adicionalmente se incluyen los nombres de cada uno de los campos que deberán formar parte de la respectiva tabla de atributos con su definición. Se indica el tipo de dato con el cual deberán crearse los campos y los dominios pertinentes.


### 3.7.5 Elaboración de la simbología en la plataforma ArcGis 9.x

La simbología es la representación gráfica de los elementos en un mapa. Para cada uno de los objetos que constan en el catálogo se define su simbología.

Los símbolos propuestos en el catálogo están optimizados para su representación a escala 1:50.000, ya sea de en formato digital o analógico, procurando usar los símbolos que se encuentran por defecto en la programa ArcGis 9.x.


Para cada cobertura se determina uno de los dos tipos de representación cartográfica: "Single symbol", si la representación es igual para todos los elementos de una cobertura; y, "Uniquevalues", si la representación de los elementos de una cobertura es diferente según sus atributos. En el caso de una representación con valores únicos se menciona el campo y los dominios con los cuales se debe elaborar la simbología.

Las capas de información se presentan como puntos, líneas o polígonos. En el caso de los elementos puntuales en la simbología se expresa por el nombre del símbolo a utilizar, el color expresado en RGB,<sup>3</sup> y el tamaño del elemento. En el caso de que el color asignado en la simbología corresponda al que el símbolo coloca por defecto, se indicará que los colores deberán permanecer sin cambios como en el ejemplo que se muestra en la siguiente tabla.

Estación de Bombeo	Single Symbol	
	Símbolo: Punto - Default	
	Color: Por defecto	
	Size: 7	

**Tabla 27. Simbología asignada al objeto puntual "Estación de bombeo"**


En el caso de las líneas, la simbología se expresa con el nombre del símbolo a usar, su color y el ancho de la línea.

Canal	Single Symbol	
	Símbolo: Canal	
	Color: 0,112,255	
	line width: 2	

**Tabla 28. Simbología asignada al objeto lineal "Canal"**

<sup>3</sup> Modelo aditivo de colores: Rojo, Verde y Azul (Red, Green, Blue en inglés)

Para los elementos representados como polígonos la simbología consta del nombre del símbolo a usar, su color, y el ancho de la línea de contorno; en algunos casos además se define el color de la línea de contorno.

	Single Symbol	
	Símbolo:Lt Orange	
Campamento	outline symbol: Dashed with 2 Dots	
	Outlinewidth: 1	
	Outline color: 168,0,230	

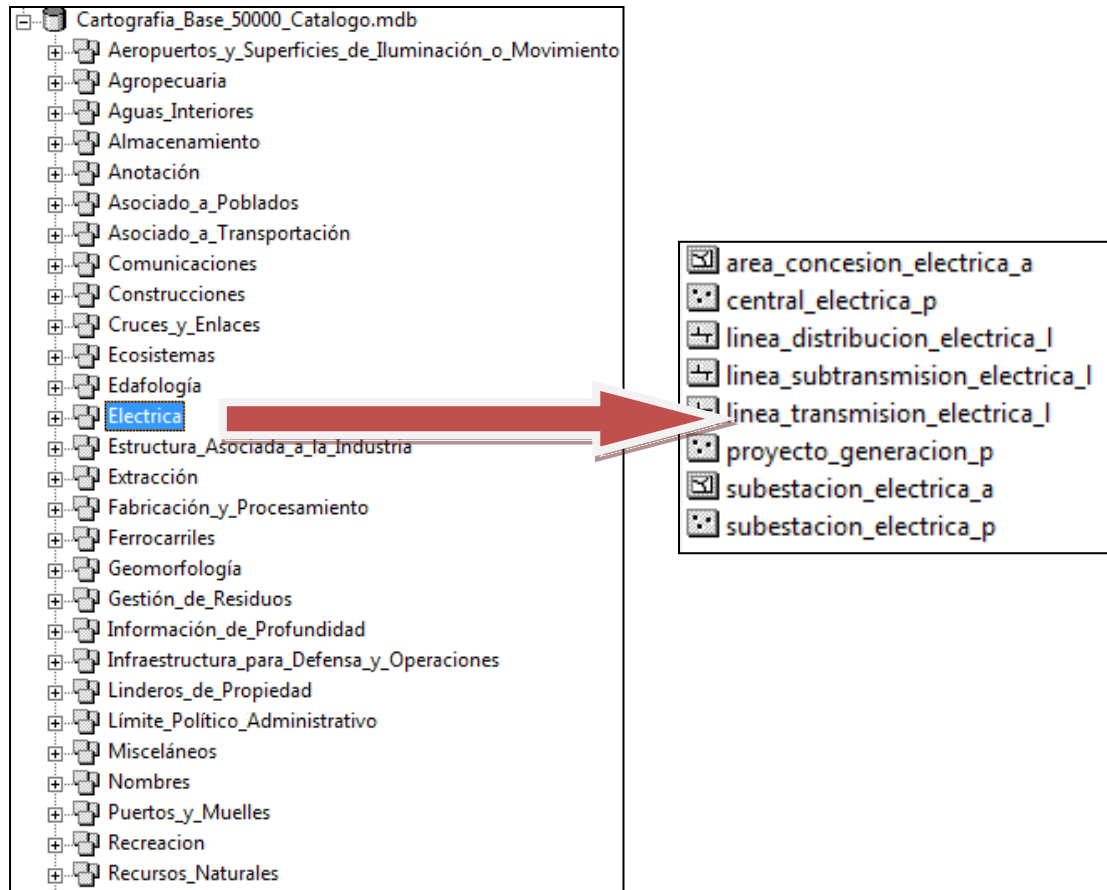
**Tabla 29. Simbología asignada al objeto con geometría de polígono "Circunscripciones cantonales"**

El catálogo cuenta, para cada elemento, con un ejemplo gráfico de la representación cartográfica de la simbología escalado a 1:50.000.

### 3.7.6 Geodatabase de cartografía base

Geodatabase de cartografía base con estructura organizacional propuesta por el catálogo de objetos del Instituto geográfico Militar. (Ver Anexo digital Geodatabase: Cartografía\_Base\_50000\_Catalogo.mdb y metadatos).





**Gráfico 35. Feature data set Eléctrica**

Dentro de la Geodatabase generada existe un Feature data set llamado Eléctrica en el cual se despliegan ocho Feature class, los cuales son los más relevantes para el proyecto.

Como se menciona anteriormente para los ocho Feature class se realizó todo un proceso de verificación de topología, se revisó también sus tablas de atributos para que posteriormente no existan incoherencias al momento de desplegar su información.

OBJECTID_1*	Shape*	OBJECTID	EMPRESA	TIPO_EMPRE	CENTRAL	TIPO_CENTR	TIPO_ENERG	TIPO_SERVI	SISTEMA	UBICACION
1	Point	32	Cotopaxi	Distribuidora	Iluchi No. 1	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	Pusuchisi
2	Point	29	Bolivar	Distribuidora	Chimbo	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	La Playa
3	Point	24	Periabi	Autogeneradora	Periabi	Hidráulica Pasada	Renovable	Privado	S.N.I.	Jatunpamba
4	Point	20	La Internacional	Autogeneradora	Vindobona	Hidráulica Pasada	Renovable	Privado	S.N.I.	Hda Vindobon
5	Point	13	Norte	Distribuidora	La Playa	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	Sector cuatro esquinas
6	Point	12	Norte	Distribuidora	San Miguel de Car	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	Sector Tuffio
7	Point	11	Norte	Distribuidora	Ambi	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	Imbaya
8	Point	83	HidroPaute	Generadora	Paute Molino	Hidráulica Embalse	Renovable	Público	S.N.I.	Guarumales
9	Point	81	Hidronación	Generadora	Marcel Laniado	Hidráulica Embalse	Renovable	Público	S.N.I.	Daule-Peripa
10	Point	80	Hidroagoyán	Generadora	Pucará	Hidráulica Embalse	Renovable	Público	S.N.I.	Poaño
11	Point	68	Elecaustro	Generadora	Saymirín	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	Saymirín
12	Point	67	Ecoluz	Autogeneradora	Papallacta	Hidráulica Pasada	Renovable	Privado	S.N.I.	Papallacta
13	Point	62	Sur	Distribuidora	Carlos Mora	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	El Tambo
14	Point	57	Riobamba	Distribuidora	Río Blanco	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	Toldo
15	Point	56	Riobamba	Distribuidora	Alao	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	Pungala
16	Point	55	Quito	Distribuidora	Pasochoa	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	Tambillo
17	Point	53	Quito	Distribuidora	Nayón	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	Nayón
18	Point	51	Quito	Distribuidora	Los Chillos	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	Sector Laguna Santa Rosa
19	Point	50	Quito	Distribuidora	Guangopolo	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	Sector Armenia
20	Point	48	Quito	Distribuidora	Cumbayá	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	Vía al Complejo deportivo EEQ
21	Point	34	Cotopaxi	Distribuidora	El Estado	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	No Inc.	Negrillo
22	Point	33	Cotopaxi	Distribuidora	Iluchi No. 2	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	Saragoshin
23	Point	100	I.M.Mejía	Autogeneradora	La Calera	Hidráulica Pasada	Renovable	Público	S.N.I.	

**Gráfico 36. Tabla de atributos del feature class central\_eléctrica\_p**

Con dicha información se realizó un mapa base con todas las Centrales Hidroeléctricas en funcionamiento en el país, todos los productos generados durante el desarrollo del proyecto como mapas, documentos, etc. se manejarán en archivo digital, lo que permitirá un buen uso de la misma. En este contexto, con la cartografía base oficial del Instituto Geográfico Militar se ha elaborado un ArcMapDocument que servirá de archivo de salida para la impresión de mapas del sector eléctrico.

Con la información obtenida y recopilada de centrales\_electricas\_p, se realizó tres mapas ya que existen tres tipos de empresas:

- ✓ Empresas Generadoras
- ✓ Empresas Distribuidoras
- ✓ Empresas Autogeneradoras

Por consiguiente existen tres mapas de Centrales Hidroeléctricas tanto de empresas Generadoras, Distribuidoras y Autogeneradoras con sus respectivas potencias efectivas.

Para optimizar su presentación se ha utilizado la extensión Maplex para el etiquetado, por lo que se recomienda tenerla activa al momento de abrir los archivos mxd.

Las etiquetas que están bien colocadas, permiten que el mapa resulte más comprensible y útil. Maplex para ArcGis ofrece un conjunto especial de herramientas que permite mejorar la calidad de las etiquetas del mapa. Con Maplex para ArcGis puede definir parámetros para controlar el posicionamiento y tamaño de las etiquetas; así, Maplex para ArcGis utiliza estos parámetros para calcular la mejor ubicación de todas las etiquetas del mapa. Puede asignar también distintos niveles de importancia a las entidades con el fin de asegurarse de que las entidades más importantes se etiquetan antes que las menos importantes. **Fuente. Extensiones, Maplex, ArcGis Resource Center.**

### 3.7.7 Metadatos

#### 3.7.7.1 Vinculación del metadato al feature class

Para vincular la información al feature class se utilizó la estructura del PM-IGM que incluye las siguientes secciones, de acuerdo con la norma ISO19115:19139; y contienen los elementos del metadato que se deben usar para describir y catalogar los datos geográficos y productos elaborados en el Instituto.

Las primeras ocho secciones son consideradas como principales y las tres últimas son de soporte o apoyo como se ve en el siguiente gráfico. **Fuente. Instructivo Técnico para la generación de Metadatos del Instituto Geográfico Militar IGM.**

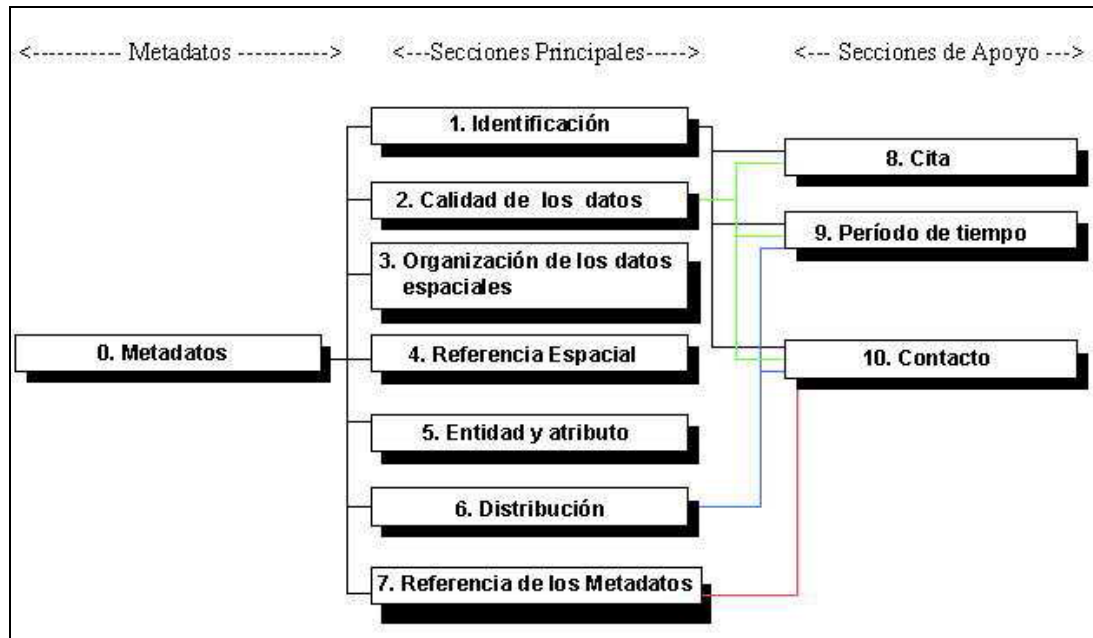


Gráfico 37. Esquema de la Norma 19115:19139. Fuente: IGM

Para elaborar, editar o actualizar metadatos se utilizó el módulo de ArcGis, denominado ArcCatalog, en el cual se hace clic en Metadata para iniciar la vinculación de los metadatos al feature class.

Contents   Preview   <b>Metadata</b>	
Name	Type
area_concesion_electrica_a	Personal Geodatabase Feature Class
central_electrica_p	Personal Geodatabase Feature Class
linea_distribucion_electrica_l	Personal Geodatabase Feature Class
linea_subtransmision_electrica_l	Personal Geodatabase Feature Class
linea_transmision_electrica_l	Personal Geodatabase Feature Class
proyecto_generacion_p	Personal Geodatabase Feature Class
subestacion_electrica_a	Personal Geodatabase Feature Class
subestacion_electrica_p	Personal Geodatabase Feature Class

Gráfico 38. Vinculación de metadatos al feature class

A continuación se detalla de mejor manera las características de los metadatos, así:

### 0. Información del Metadato

Entidad raíz que define el metadato sobre uno o más recursos. Esta sección debe estar siempre presente, es obligatoria.



**Gráfico 39. Información del Metadato**

### 1. Identificación

Información básica para identificar de modo único los datos o producto terminado. Esta sección debe estar siempre presente, es obligatoria.

**Resource Identification Information:**

**Citation:**  
**Title:** Área de conseción eléctrica

**Reference date:**  
**Date:** 20120622  
**Type of date:** creation

**Edition:** 2011  
**Edition date:** 20120622  
**\*Presentation format:** digital map

**Party responsible for the resource:**  
**Individual's name:** RICARDO AGUILERA  
**Organization's name:** ESPE  
**Contact's role:** processor

**Contact information:**  
**Phone:**  
**Voice:** 2646353

**Address:**  
**Delivery point:**  
 DIEGO DE TORRES OE218 Y PEDRO DE ALFARO  
**City:** QUITO  
**e-mail address:** ricardoaguilera15@hotmail.com

**Themes or categories of the resource:** economy

**Theme keywords:**

**Gráfico 40. Identificación del Metadato**

## 2. Calidad de los datos

Información sobre la calidad de los datos especificados o producto terminado. Esta sección debe estar siempre presente, es obligatoria.

**Themes or categories of the resource:** economy

**Theme keywords:**  
**Keywords:** Eléctrica

**Place keywords:**  
**Keywords:** CATALOGO DE LAS CENTRALES HIDROELECTRICAS DEL ECUADOR

**Abstract:**  
 ÁREA CONSECIONADA PARA EMPRESAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA.

**Dataset language:** Spanish

**Resource maintenance:**  
**Update frequency:** as needed

**Resource constraints:**  
**Legal constraints:**  
**Access constraints:** copyright, intellectual property rights, other restrictions  
**Use constraints:** copyright, intellectual property rights, other restrictions  
**Other constraints:**  
 SE DEBE TENER EN CUENTA QUE NO TODA LA INFORMACION ESTA LIBERADA EXISTE CAROGRAFIA RESTRINGIDA

**\*Spatial representation type:** vector

**\*Processing environment:** Microsoft Windows Vista Version 6.1 (Build 7600) ; ESRI ArcCatalog 9.3.0.1770

**Spatial resolution:**  
**Dataset's scale:**  
**Scale denominator:** 50000

**Gráfico 41. Calidad de los datos**

### 3. Representación Espacial

Información sobre la representación digital de la información espacial en el conjunto de datos o producto terminado. Esta sección es condicional.



Gráfico 42. Representación Espacial

### 4. Sistema de Referencia

Descripción del sistema de referencia espacial y temporal usado en el conjunto de datos o producto terminado. Esta sección es condicional.

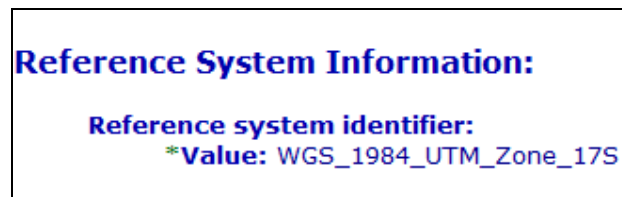


Gráfico 43. Sistema de Referencia

### 5. Contenido de Información

Información sobre el catálogo de características de los datos y descripción de las características de datos de cobertura e imagen. Esta sección es condicional.

<p><b>Data Quality Information:</b></p> <p><b>Scope of quality information:</b>  <b>Level of the data:</b> dataset</p> <p><b>Lineage:</b>  <b>Lineage statement:</b>  Datos obtenidos a partir de la integración y edición de cartografía base disponible en el Geoportal del Instituto Geográfico Militar y cartas reservadas. Información adecuada al catálogo de objetos del IGM. Filtros de topología.</p>
--

**Gráfico 44. Contenido de Información**

## 6. Distribución

Información sobre el distribuidor y las opciones para obtener los recursos o producto terminado. Esta sección es condicional.

<p><b>Distribution Information:</b></p> <p><b>Distributor:</b>  <b>Contact information:</b>  <b>Individual's name:</b> DEPARTAMENTO DE MARKETING Y GEOPORTAL  <b>Organization's name:</b> INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR  <b>Contact's role:</b> distributor</p> <p><b>Contact information:</b>  <b>Address:</b>  <b>City:</b> QUITO</p> <p><b>Available format:</b>  *<b>Format name:</b> Personal GeoDatabase Feature Class</p> <p><b>Ordering process:</b>  <b>Instructions:</b>  INFORMACION LIBERADA EN EL GEOPORTAL EXCEPTO CARTOGRAFIA RESERVADA</p> <p><b>Transfer options:</b>  *<b>Transfer size:</b> 0.000</p> <p><b>Online source:</b>  *<b>Online location (URL):</b> file://\\USUARIO-THINK\F\TESIS RICARDO CATALOGO HIDROELECTRICAS\GEODATABASE CENTRALES\Cartografia_Base_50000_Catalogo.mdb  *<b>Connection protocol:</b> Local Area Network  <b>Function performed:</b> information  <b>Description:</b> Downloadable Data</p> <p><b>Medium of distribution:</b>  <b>Medium name:</b> CD-ROM</p>
--

**Gráfico 45. Distribución de la Información**



### 7. Extensión de Metadato

Contiene información acerca de la especificación de extensiones. Esta sección es condicional.

```

Geoprocessing History:

Process:
  *Process name: Merge_27
  *Date: 20090506
  *Time: 122455
  *Tool location: C:\Archivos de programa\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Data Management Tools.tbx\Merge
  *Command issued: Merge E:\TERMINADOS\50000
\ECUADOR_WGS84_GEO.mdb\D_MATERIALES_EXPUESTOS_SUPERFICIE\CARACTERISTICAS_TERRENO_A;E:\TERMINADOS\50000
\HIDROGRAFIA_IVD\CATALOGO_WGS84GEO.mdb\D_MATERIALES_EXPUESTOS_SUPERFICIE\CARACTERISTICAS_TERRENO_A
E:\TERMINADOS\50000
\ECUADOR_WGS84_GEO.mdb\D_MATERIALES_EXPUESTOS_SUPERFICIE\CARACTERISTICAS_TERRENO_A_Me "fcode fcode true
false false 5 Text 0 0 ,First,#,E:\TERMINADOS\50000
\ECUADOR_WGS84_GEO.mdb\D_MATERIALES_EXPUESTOS_SUPERFICIE\CARACTERISTICAS_TERRENO_A,fcode,-1,-
1,E:\TERMINADOS\50000
\HIDROGRAFIA_IVD\CATALOGO_WGS84GEO.mdb\D_MATERIALES_EXPUESTOS_SUPERFICIE\CARACTERISTICAS_TERRENO_A,fcode
-1,-1;descripcion descripcion true true false 250 Text 0 0 ,First,#,E:\TERMINADOS\50000
\ECUADOR_WGS84_GEO.mdb\D_MATERIALES_EXPUESTOS_SUPERFICIE\CARACTERISTICAS_TERRENO_A,descripcion,-1,-
1,E:\TERMINADOS\50000
\HIDROGRAFIA_IVD\CATALOGO_WGS84GEO.mdb\D_MATERIALES_EXPUESTOS_SUPERFICIE\CARACTERISTICAS_TERRENO_A,desc
-1,-1;smc smc true false false 2 Short 0 0 ,First,#,E:\TERMINADOS\50000
\ECUADOR_WGS84_GEO.mdb\D_MATERIALES_EXPUESTOS_SUPERFICIE\CARACTERISTICAS_TERRENO_A,smc,-1,-
1,E:\TERMINADOS\50000
\HIDROGRAFIA_IVD\CATALOGO_WGS84GEO.mdb\D_MATERIALES_EXPUESTOS_SUPERFICIE\CARACTERISTICAS_TERRENO_A,smc,
-1,-1;smc_desc smc_desc true true false 80 Text 0 0 ,First,#,E:\TERMINADOS\50000
\ECUADOR_WGS84_GEO.mdb\D_MATERIALES_EXPUESTOS_SUPERFICIE\CARACTERISTICAS_TERRENO_A,smc_desc,-1,-
1,E:\TERMINADOS\50000
\HIDROGRAFIA_IVD\CATALOGO_WGS84GEO.mdb\D_MATERIALES_EXPUESTOS_SUPERFICIE\CARACTERISTICAS_TERRENO_A,smc_
-1,-1;txt txt true true false 250 Text 0 0 ,First,#,E:\TERMINADOS\50000
\ECUADOR_WGS84_GEO.mdb\D_MATERIALES_EXPUESTOS_SUPERFICIE\CARACTERISTICAS_TERRENO_A,txt,-1,-
    
```

**Gráfico 46. Extensión de Metadato**

### 8. Citación

Contiene información sobre la referencia citada en el conjunto de datos. Esta sección nunca se usa sola es parte de otras secciones, y es obligatoria.

Indicate if any of these legal restrictions apply to the dataset:

Data access restrictions	Data use restrictions
<input checked="" type="checkbox"/> Copyright	<input checked="" type="checkbox"/> Copyright
<input type="checkbox"/> Patent	<input type="checkbox"/> Patent
<input type="checkbox"/> Patent pending	<input type="checkbox"/> Patent pending
<input type="checkbox"/> Trademark	<input type="checkbox"/> Trademark
<input type="checkbox"/> License	<input type="checkbox"/> License
<input checked="" type="checkbox"/> Intellectual property rights	<input checked="" type="checkbox"/> Intellectual property rights
<input type="checkbox"/> Restricted	<input type="checkbox"/> Restricted

Do any other legal restrictions apply? If so, then list these here:

SE DEBE TENER EN CUENTA QUE NO TODA LA INFORMACION ESTA

---

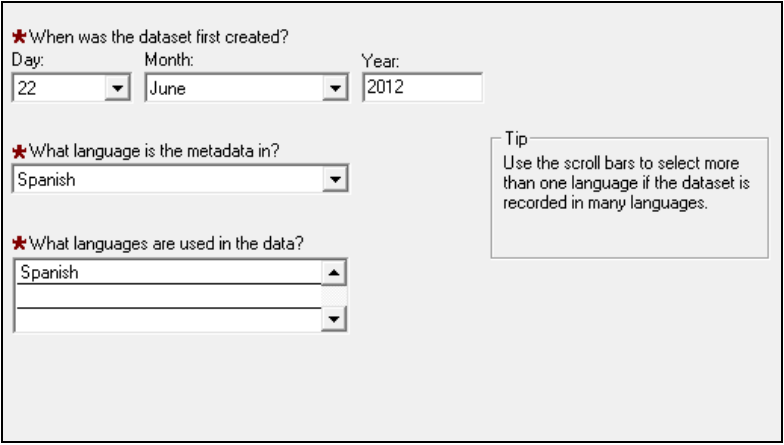


---

**Gráfico 47. Citación**

### 9. Información de la Fecha

Contiene información sobre de las fechas de referencia y de los eventos usados para describirlas. Esta sección no se usa sola es parte de otras secciones, y es obligatoria según sea el caso.



The screenshot shows a form with three main sections:

- When was the dataset first created?** This section has three input fields: "Day:" with a dropdown menu showing "22", "Month:" with a dropdown menu showing "June", and "Year:" with a text input field showing "2012".
- What language is the metadata in?** This section has a dropdown menu showing "Spanish".
- What languages are used in the data?** This section has a scrollable list box showing "Spanish" at the top, with an upward arrow above it and a downward arrow below it.

To the right of the form is a "Tip" box with the text: "Use the scroll bars to select more than one language if the dataset is recorded in many languages."

**Gráfico 48. Información de la Fecha**

### 10. Contacto

Contiene identificación de los medios para comunicarse con personas y organizaciones asociadas con el conjunto de datos, y los mecanismos para comunicarse con ellos. Esta sección no se usa sola además es parte de otras secciones, y es obligatoria.

Point of contact 1	
* Point of contact's name:	RICARDO AGUILERA
* Point of contact's organization name:	ESPE
* Point of contact's position or role in the organization:	
* Function in relation to the dataset:	processor
Point of contact's address	
Delivery point:	DIEGO DE TORRES OE218 Y PEDRO DE ALFA
City:	QUITO
State or admin area:	
Postal code and country:	<none>
e-mail address:	ricardoaguilera15@hotmail.com
Telephone number:	2646353
Facsimile number:	
Do you wish to enter another point of contact?	
<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No	

Gráfico 49. Contacto

Para este caso se utilizó como ejemplo la capa area\_concecion\_electrica\_a.

Área de conceción eléctrica	
<b>Data format:</b>	Personal GeoDatabase Feature Class
<b>Coordinate system:</b>	WGS_1984_UTM_Zone_17S
<b>Theme keywords:</b>	Eléctrica
<b>Location:</b>	file://\USUARIO-THINK\F\TESIS RICARDO CATALOGO HIDROELECTRICAS\GEODATABASE CENTRALES\Cartografia_Base_50000_Catalogo.mdb
<b>Abstract:</b>	ÁREA CONSECIONADA PARA EMPRESAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA.
<b>ISO and ESRI Metadata:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Metadata Information</a></li> <li>• <a href="#">Resource Identification Information</a></li> <li>• <a href="#">Spatial Representation Information</a></li> <li>• <a href="#">Reference System Information</a></li> <li>• <a href="#">Data Quality Information</a></li> <li>• <a href="#">Distribution Information</a></li> <li>• <a href="#">Geoprocessing History</a></li> </ul>	
<small>Metadata elements shown with blue text are defined in the International Organization for Standardization's (ISO) document 19115 <i>Geographic Information - Metadata</i>. Elements shown with green text are defined by ESRI and will be documented as extensions to the ISO 19115. Elements shown with a green asterisk (*) will be automatically updated by ArcCatalog.</small>	

Gráfico 50. Ejemplo area\_concecion\_electrica\_a

Para cada Feature class se debe seguir los mismos pasos antes detallados en la sección Elaboración y actualización de metadatos y así cada Feature class de la Geodatabase contara con su respectiva información de metadatos.

Por consiguiente la Geodatabase creada esta lista para generar mapas con todos los atributos necesarios y además los Feature class están listos para continuar con los siguientes procesos para la creación del visor geográfico. A continuación se despliega un mapa de las centrales hidroeléctricas del Ecuador con su respectiva potencia efectiva.

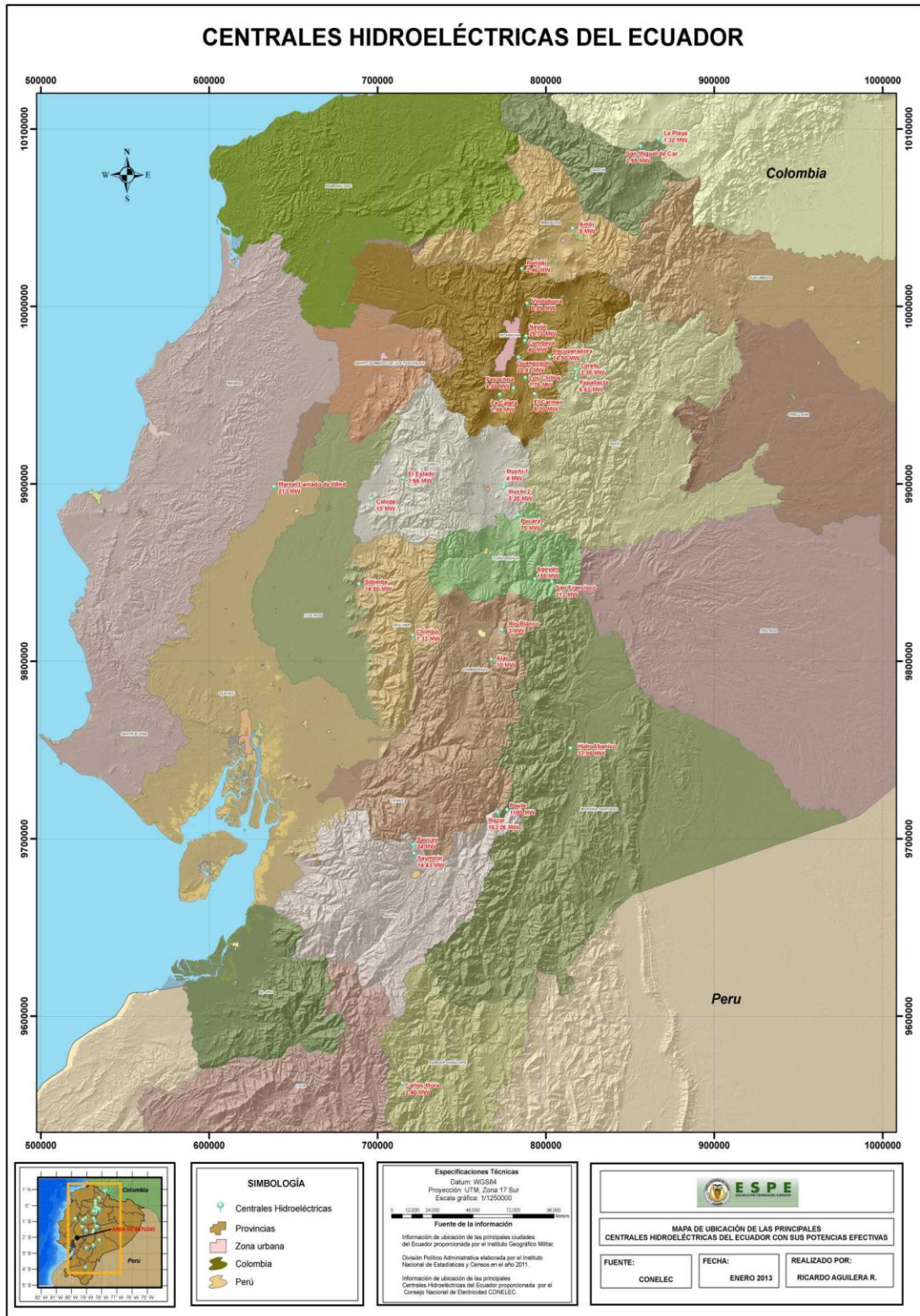
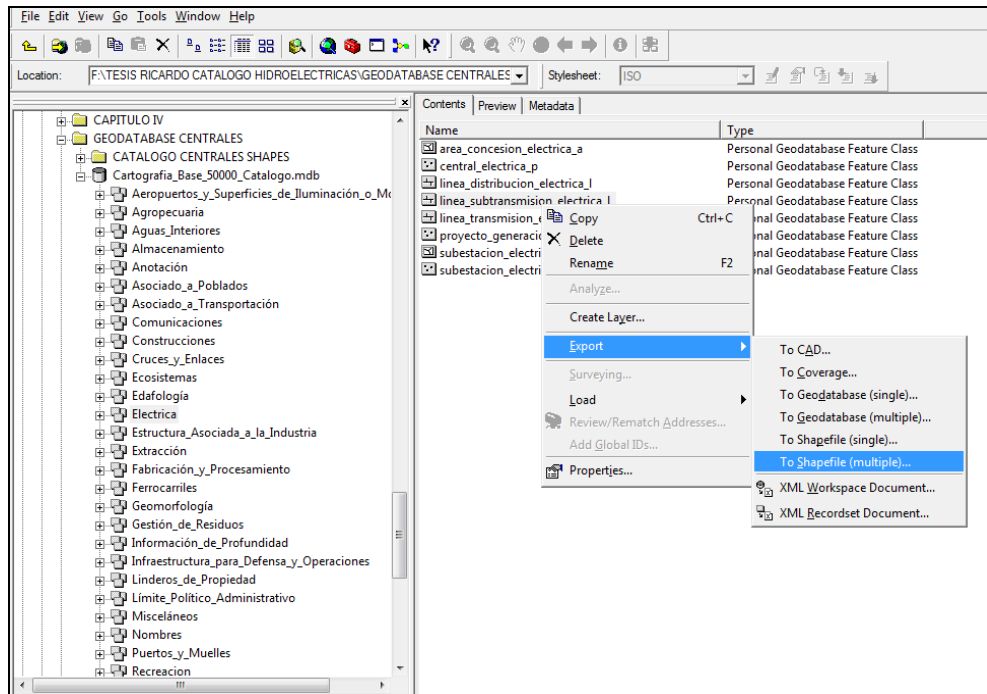


Gráfico 51. Mapa Centrales Hidroeléctricas del Ecuador

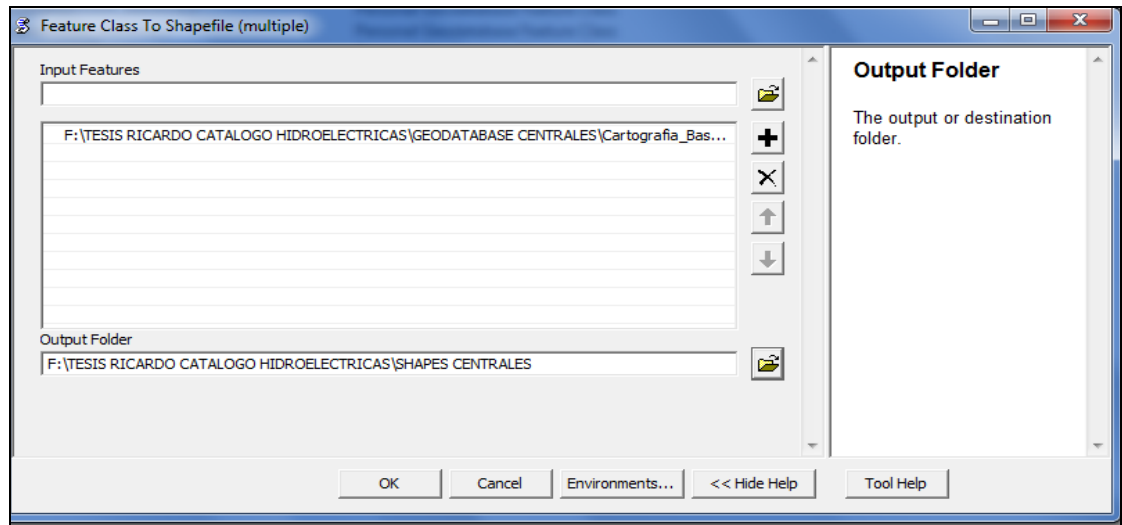
### 3.7.8 Aplicación Quantum Gis

Una vez terminada la Geodatabase con todos los requerimientos necesarios, se exportó los Feature class a una carpeta nueva como shapefile, para posteriormente hacer la conexión al software libre Quantum Gis.



**Gráfico 52. Exportar feature class a shape file**

El siguiente paso se seleccionó la opción Export to shapefile (multiple), con el propósito de que todos los feature class que se encuentran en el feature data set Eléctrica se exporten todos y no uno por uno.



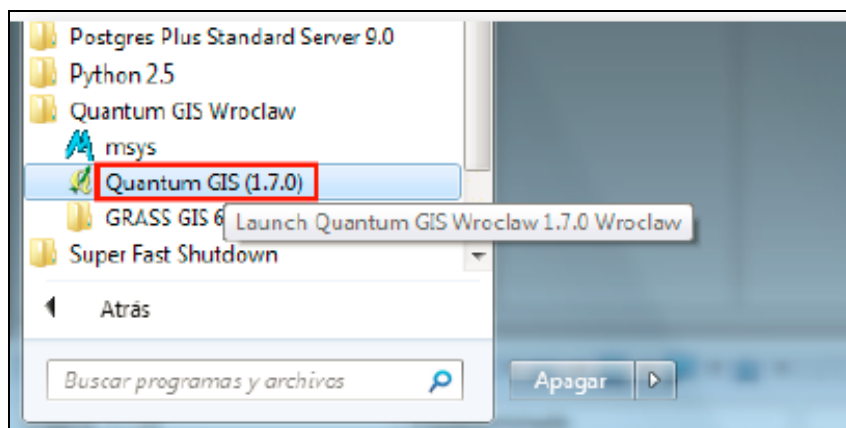
**Gráfico 53. Opción feature class to shapefile (multiple)**

Luego de exportar los Feature class de todos los Feature data set a una nueva carpeta, se procede a cargar los 113 Shape files de la Geodatabase en el Quantum Gis.

Name	Type
acequia_l.shp	Shapefile
acueducto_l.shp	Shapefile
aeropuerto_a.shp	Shapefile
area_concesion_electrica_a.shp	Shapefile
area_inundacion_a.shp	Shapefile
arrecife_a.shp	Shapefile
base_militar_a.shp	Shapefile
base_militar_p.shp	Shapefile
bodega_p.shp	Shapefile
campamento_a.shp	Shapefile
cancha_a.shp	Shapefile
cantera_a.shp	Shapefile
cantera_p.shp	Shapefile
caracteristica_terreno_a.shp	Shapefile
casa_a.shp	Shapefile
casa_p.shp	Shapefile
cementerio_a.shp	Shapefile
central_electrica_p.shp	Shapefile
cerca_l.shp	Shapefile
choza_p.shp	Shapefile
cienaga_a.shp	Shapefile
compuerta_p.shp	Shapefile
comunidad_a.shp	Shapefile
comunidad_p.shp	Shapefile
corral_a.shp	Shapefile
curva_batimetrica_l.shp	Shapefile
curva_nivel_l.shp	Shapefile
edificio_a.shp	Shapefile
edificio_p.shp	Shapefile
embalse_a.shp	Shapefile
ensambladora_a.shp	Shapefile
estacion_bombeo_a.shp	Shapefile

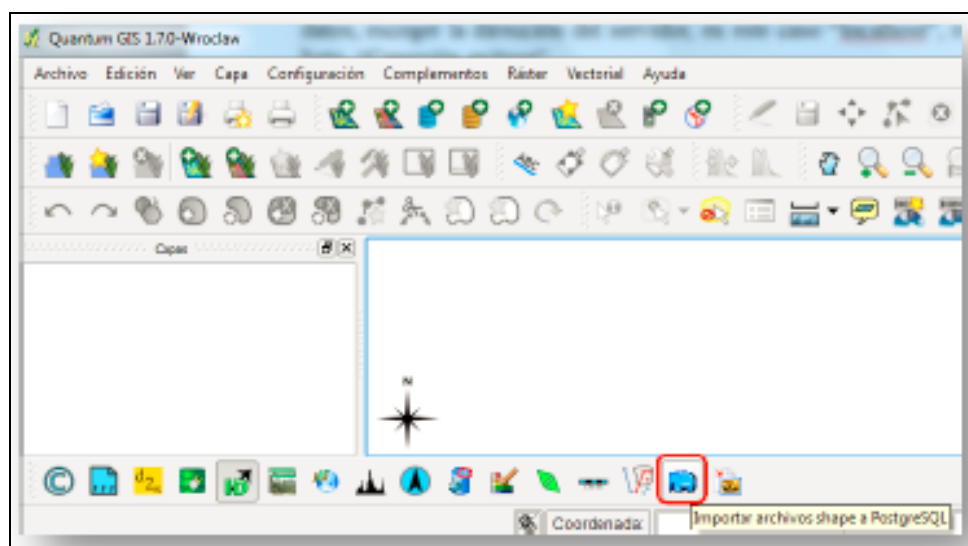
**Gráfico 54. Shape files exportados**

A continuación se realiza la conexión a la base de datos a través de un SIG libre (Quantum Gis).



**Gráfico 55. Conexión vía Quantum Gis**

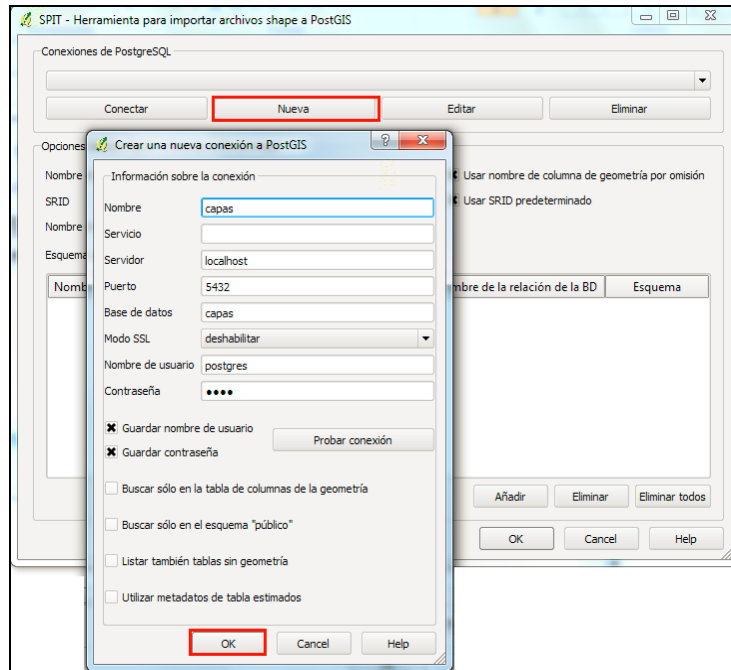
En Quantum Gis seleccionar el icono para importar archivos shapes a PostgreSQL, el mismo que se indica en el siguiente gráfico.



**Gráfico 56. Importar archivos Shape**



Seleccionar la opción Nueva, para crear la conexión y llenar los campos según el servidor que se esté utilizando, revisar usuario y contraseña, hacer clic y se obtendrá una “Conexión exitosa”.



**Gráfico 57. Conexión PostGIS**

Una vez realizada la conexión, hacer clic sobre el botón “Añadir”, en la ventana Añadir archivos shape, ubicar el archivo que se va a utilizar y hacer clic en el botón “Open”.

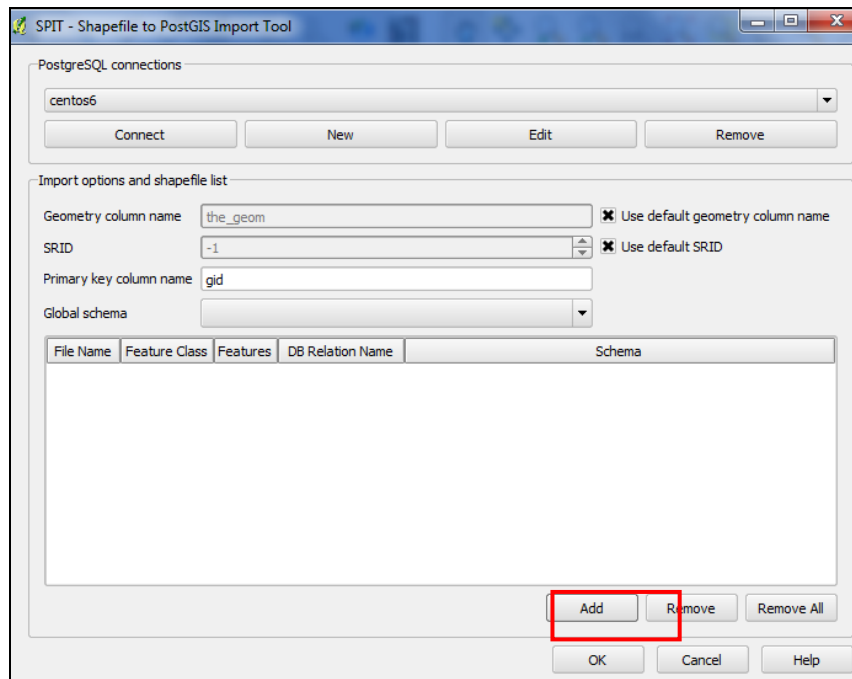


Gráfico 58. Añadir shapefile

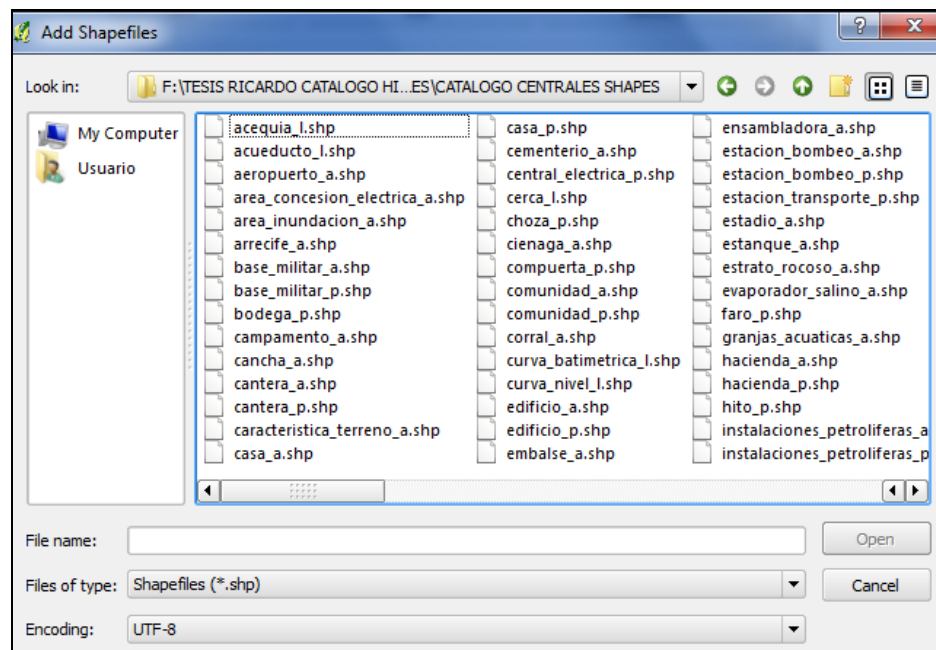
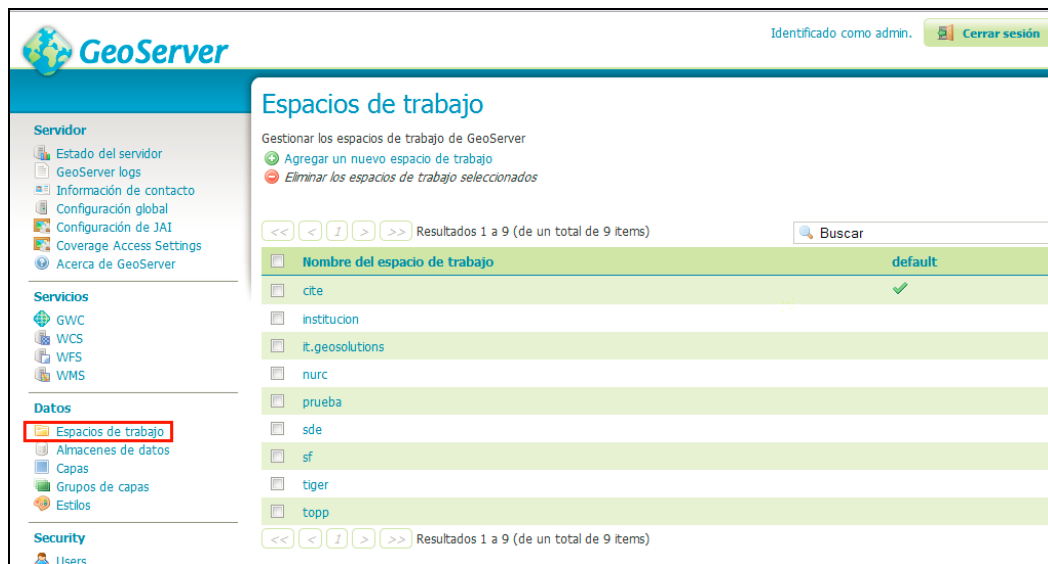


Gráfico 59. Ubicación shape files

Subir la información de la capa con la que se va a trabajar, para lo cual se procederá a crear un espacio de trabajo, indicando que tipo de información se va a publicar, para ello en la sección Datos se debe elegir la opción “Espacios de Trabajo” y hacer clic sobre esta. Abierta la ventana se debe hacer clic en el cuadrado que se encuentra ubicado antes del nombre.



**Gráfico 60. Espacios de trabajo en GeoServer**

Crear un almacén de datos en donde se configura la información de los layers, en la sección Datos se debe elegir la opción “Almacenes de Datos” y hacer clic sobre esta. Abierta la ventana se debe hacer clic en el cuadrado que se encuentra ubicado antes del Tipo para seleccionar los almacenes de datos.

**Almacenes de datos**

Gestionar los almacenes que proveen datos a GeoServer

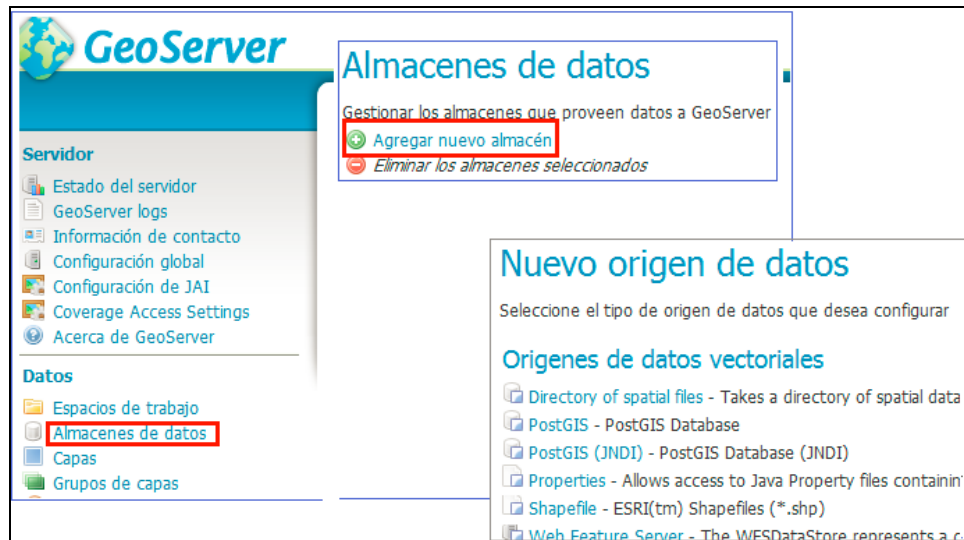
<< < | > >> Resultados 1 a 10 (de un total de 10 items)

<input type="checkbox"/>	Tipo	Espacio de trabajo	Nombre del almacén	¿Habilitado?
<input type="checkbox"/>		sf	sf	✓
<input checked="" type="checkbox"/>		tiger	nyc	✓
<input type="checkbox"/>		topp	states_shapefile	✓
<input type="checkbox"/>		topp	taz_shapes	✓
<input type="checkbox"/>		cite	capashp	✓
<input type="checkbox"/>		nurc	arcGridSample	✓
<input type="checkbox"/>		nurc	img_sample2	✓

**Gráfico 61. Almacenes de datos**

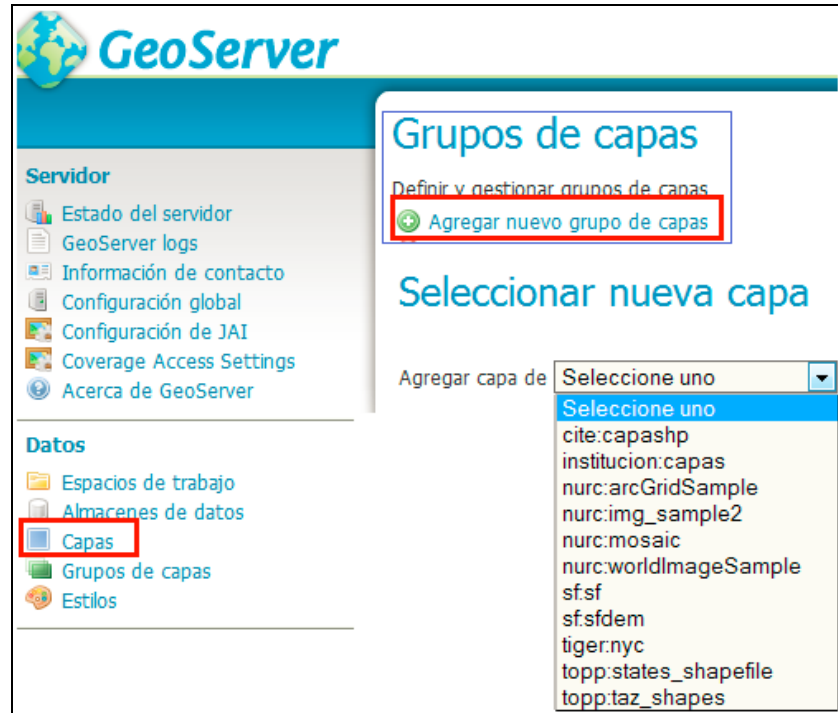
Determinar los datos con los que se va a trabajar, existen dos opciones, el origen de datos puede ser a través de la base de datos (postgis) o en su lugar a través de una capa shapefile.

Hacer clic sobre “Almacenes de datos” ubicados en Datos, una vez abierta la página “Almacenes de datos” hacer clic sobre el icono “Agregar nuevo almacén” y finalmente en la página Nuevo origen de datos seleccionar el origen de los datos, según sea el caso haciendo clic en el cuadrado que se encuentra ubicado antes de cada opción.



**Gráfico 62. Almacenes de datos**

Hacer clic sobre “Capas” ubicados en Datos, hacer clic sobre el icono Agregar nuevo grupo de capas una vez abierta la página “Grupos de capas” desplegar las opciones de la capa haciendo clic sobre la flecha negra.



**Gráfico 63. Nueva capa**

Verificar que los datos de configuración vuelvan a ser los mismos de la base de datos, para ello en la página Nuevo origen de datos seleccionar el origen de los datos, según sea el caso haciendo clic en el cuadrado que se encuentra ubicado antes de cada opción.

**GeoServer**

## Nuevo origen de datos vectoriales

PostGIS  
PostGIS Database

### Información básica del almacén

**Espacio de trabajo \***  
instit Centralh

**Nombre \*** capas

**Descripción**

Habilitado

### Parámetros de conexión

**dbtype \*** postgis

**host \*** localhost

**port \*** 5432

**database** capas

**schema** public

**user \*** admin

**passwd** ●●●●●

**Namespace \***

**Servidor**

- Estado del servidor
- GeoServer logs
- Información de contacto
- Configuración global
- Configuración de JAI
- Coverage Access Settings
- Acerca de GeoServer

**Servicios**

- GWC
- WCS
- WFS
- WMS

**Datos**

- Espacios de trabajo
- Almacenes de datos
- Capas
- Grupos de capas
- Estilos

**Security**

- Users
- Data security
- Service security
- Catalog security

**Demos**

**Previsualización de capas**

**Gráfico 64. Nuevo origen de datos vectoriales**

Pre visualizar la capa, una vez que se haya verificado la información tanto en los espacios de trabajo como en los almacenes de datos, hacer clic sobre la opción “Pre visualizar”.

**GeoServer**

**Previsualización de capas**

Despliega todas las capas configuradas en GeoServer y provee visualización previa en varios formatos.

Resultados 1 a 23 (de un total de 23 items)

Tipo	Nombre	Título	Formatos comunes	Todos los formatos
	nurc:Arc_Sample	A sample ArcGrid file	OpenLayers KML	Seleccionar uno
	nurc:Pk50095	Pk50095 is a A raster file ac	OpenLayers KML	Seleccionar uno
	nurc:mosaic	Sample PNG mosaic	OpenLayers KML	Seleccionar uno
	nurc:Img_Sample	North America sample image	OpenLayers KML	Seleccionar uno
	sf:archsites	Spearfish archeological sites	OpenLayers KML GML	Seleccionar uno

**Servidor**

- Estado del servidor
- GeoServer logs
- Información de contacto
- Configuración global
- Configuración de JAI
- Coverage Access Settings
- Acerca de GeoServer

**Security**

- Users
- Data security
- Service security
- Catalog security

**Demos**

**Previsualización de capas**

**Gráfico 65. Pre visualización de capas**

La capa seleccionada se pre visualizará de la siguiente forma, antes de ser visualizada en el visor geográfico.

GeoServer: Previsualización de capas × OpenLayers map preview × OpenLayers map preview

localhost:8080/geoserver/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=institucion:ECUA\_CANTO

Scale = 1 : 13M  
Click on the map to get feature info

136252.69998, 9226137.00789

**Gráfico 66. Visualización de capa seleccionada**



### 3.7.9 Visor Geográfico de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador

#### 3.7.9.1 Ingreso al Módulo

Al ingresar aparecerá la pantalla con el navegador geográfico, la visualización de las coberturas en el mismo dependerá de los privilegios que tenga el usuario, así habrán usuarios que tengan acceso limitado y otros que tengan acceso a todas las coberturas.



**Gráfico 67. Pantalla Principal**

A continuación se presenta la iconografía de la barra de herramientas y su respectiva funcionalidad.



**Alcance inicial:** Regresa al navegador a su estado inicial.

Extensión a la cobertura seleccionada

Acercar a la selección



**Capas:** Abre la ventana que controla la presentación de las capas.



**Ubicación referencial:** Muestra la ubicación en la que se encuentran dentro del mapa del mundo.



**Capacidades WMS:** Abre la ventana desde la cual se puede acceder a servicios WMS externos a la institución.



**Identificar:** Abre la ventana donde se puede escoger la cobertura de la cual se necesita la información.

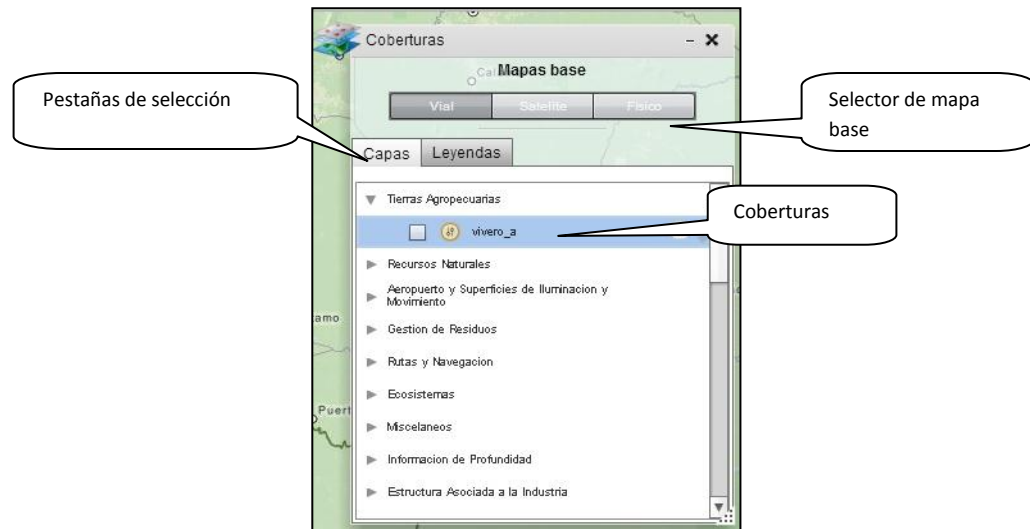


**Dibujar:** Abre la ventana de herramientas para dibujar en el mapa (los cambios que se hagan no se guardaran)

**Tabla 30. Iconos**

### 3.7.9.2 Coberturas

Para el manejo de las coberturas existe la ventana que se muestra a continuación:



**Gráfico 68. Ventana de Coberturas**

### 3.7.9.3 Selector de mapa base

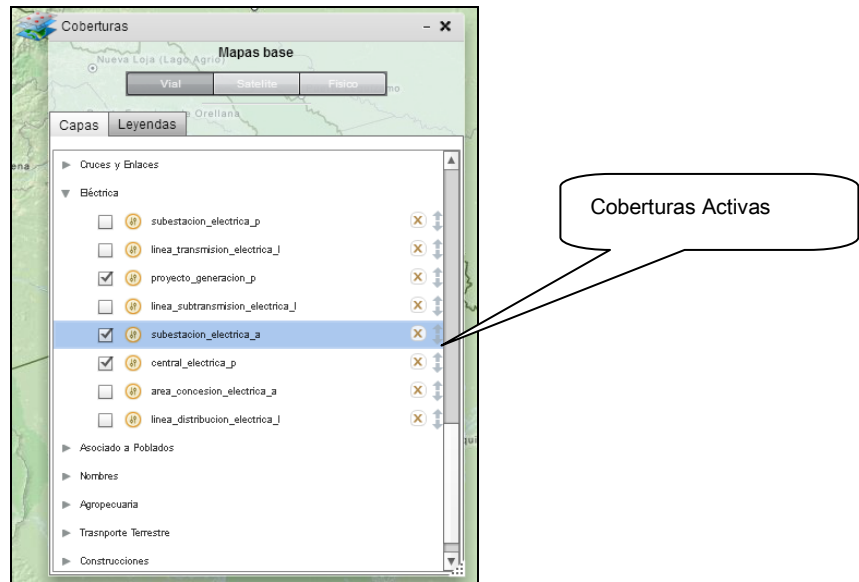
Se dispone de tres opciones para seleccionar el mapa base que se va a mostrar, las opciones disponibles son: Vial, Satélite y Físico.



**Gráfico 69. Selector de mapa base**

### 3.7.9.4 Capas

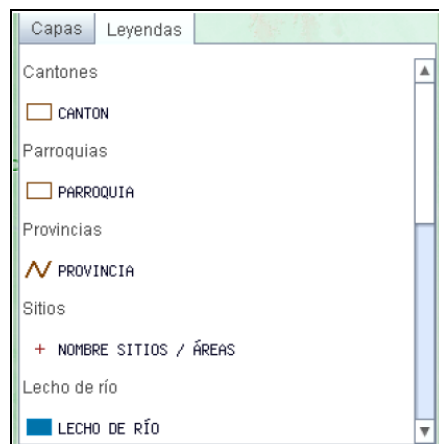
Esta pestaña muestra el selector de coberturas que van a estar visibles en ese momento (las coberturas se mostraran dependiendo de la escala a la cual se ha configurado para que se puedan ver).



**Gráfico 70. Coberturas**

### 3.7.9.5 Leyendas

Muestra una tabla que contiene la simbología con la que se están mostrando los objetos en la pantalla.



**Gráfico 71. Leyendas**

### 3.7.9.6 Ubicación referencial

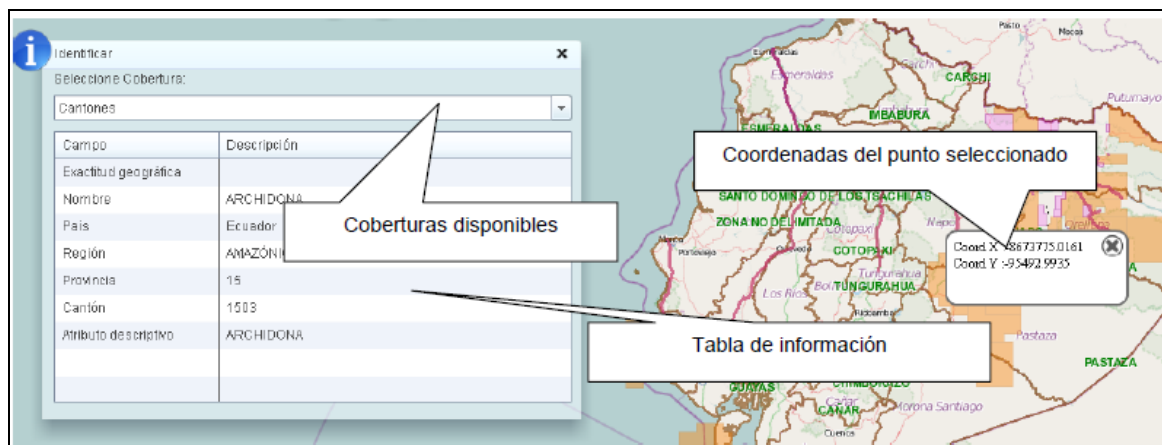
Muestra en una ventana la ubicación donde en el mapa del mundo. Esta dependerá del área que se esté mostrando en pantalla en el momento.



**Gráfico 72. Ubicación referencial**

### 3.7.9.7 Identificar

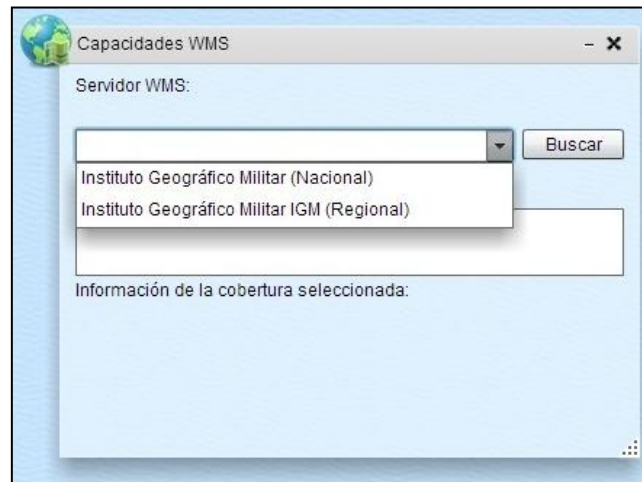
En esta ventana se despliega una lista de opciones donde se muestra las coberturas de las cuales se puede hacer la consulta geográfica, dar Clic en la parte del mapa de donde se requiera obtener la información, una vez que hecho el Clic se observar en la ventana la tabla que muestra la información disponible como se muestra a continuación.



**Gráfico 73. Ventana Icono identificar**

### 3.7.9.8 Capacidades WMS

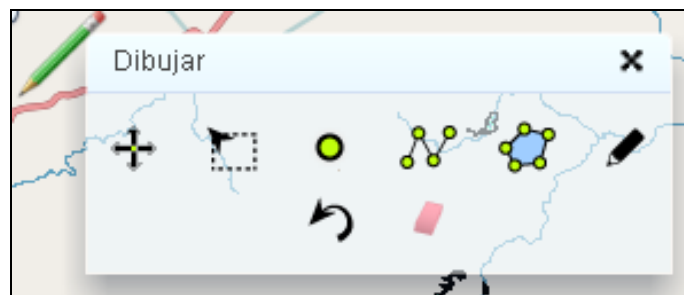
La ventana de capacidades WMS ha sido diseñada para acceder a servicios WMS externos a la institución, los servicios WMS son un conjunto de capas que se encuentran colgadas en un servidor para poder ser accedidas desde cualquier navegador geográfico, como se muestra en la siguiente pantalla para acceder a dichos servicios.



**Gráfico 74. Capacidades WMS**









### 3.7.9.9 Dibujar

Dispone de una barra de dibujo la misma que se permite dibujar sin altera la información de las capas.



**Gráfico 75. Barra de dibujo**

Esta ventana muestra las opciones disponibles para dibujar dentro del navegador, para esto se van a detallar las opciones disponibles.

	Paneo del mapa(regresa a la herramienta de paneo luego de haber seleccionado otra de la barra de dibujo)
	Seleccionar (Selecciona los cambios que se han hecho, por ejemplo puntos, líneas, etc.)
	Dibujar un punto
	Dibujar una línea
	Dibujar un polígono
	Editar(un objeto que ya se dibujó)
	Deshacer
	Borrar todo

**Tabla 30. Iconos de barra de dibujo**

## CAPÍTULO IV

### “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”

#### 4.1 Conclusiones

- Para la construcción del Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador es altamente imprescindible que toda la información recogida y que se desea presentar sea de alta veracidad, pues la misma será entregada a un sector que requiere información actual, al igual que el sistema que se estructuró sea altamente amigable con el usuario final.
- La base de datos alfanumérica se desarrolló plenamente para que los datos de la misma sea información que evitará en gran medida la pérdida de tiempo en consultas innecesarias y para el usuario final dará a conocer los datos relevantes de cada proyecto a presentarse dentro del Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador.
- Para la generación de la base de datos tanto gráfica como alfanumérica, se vio que el uso de la plataforma académica de la Espe ArcGis 9.x, es muy amigable, esto permite que la vinculación de información se vuelva sencilla y coherente, y las extensiones que se generan son altamente compatibles con el software de despliegue de información misma que es “GeoServer”.
- La topología ha sido durante mucho tiempo un requisito clave SIG para la administración y la integridad de los datos. En general, un modelo de datos topológico administra relaciones espaciales representando objetos espaciales (entidades de punto, línea y área); por consiguiente la topología garantizó la calidad de los datos de las relaciones espaciales y facilitó la compilación de los datos. La topología también se utilizó para analizar relaciones espaciales en muchas situaciones, tales como disolver los límites entre polígonos



adyacentes con los mismos valores de atributo o atravesar una red de elementos en un gráfico topológico.

- El uso de plataformas de código abierto facilitan altamente el desarrollo de herramientas de consulta, toma de decisiones, presentación de datos y visualización de los mismos, con esto se logra un mayor conocimiento y mejoramiento de las mismas, así se brinda la posibilidad del desarrollo tanto de nuevos programas o herramientas y software de código abierto.
- El desarrollo del Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador brinda la característica de ser visualizado en cualquier navegador disponible, la característica de ser de fácil uso y altamente amigable con el usuario final, esto lo vuelve altamente atractivo pues no presenta ningún inconveniente al momento de su acceso y despliegue de información.
- El empleo de software de libre acceso permite que los costos de desarrollo de este proyecto hayan sido altamente económicos, ya que la creación del mismo fue generado bajo la plataforma de “GeoServer” misma que es de libre acceso y que busca la publicación de información geoespacial de alta calidad y gratuita para los usuarios finales.
- El Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador cumple con su finalidad principal, la cual es la entrega de información actualizada, veraz y adecuada para las necesidades de los usuarios, mismos que buscan información puntual de cada Central Hidroeléctrica del Ecuador.
- La mayor producción de energía eléctrica a nivel nacional en el 2011, también resultó en una mayor oferta de energía para Servicio Público, que comparado con el 2010, tuvo un incremento del 5,92 % equivalente a 1111,22 GWh.
- La energía generada no disponible para servicio público, corresponde a la energía utilizada internamente para procesos productivos y de explotación (es el total de la energía producida por las empresas Autogeneradoras).

- Con la construcción de varias centrales de generación hidroeléctrica para incrementar la capacidad instalada en 3.000 MW aproximadamente, se mejorará la distribución y sus indicadores, entre ellos: disminución de pérdidas, eficiencia energética y calidad del servicio. Se concibe la incorporación de la red 500 kV en el sistema de transmisión y se vislumbra la integración eléctrica regional de toda la región andina.
- El 86,3% de la capacidad instalada en centrales hidroeléctricas está concentrada en seis grandes centrales: Paute (1.100 MW); San Francisco (230 MW); Marcel Laniado (213 MW); Mazar (160 MW); Agoyán (156 MW); y, Pucará (73 MW).

## 4.2 Recomendaciones

- Para la generación de una adecuada base de datos se debe revisar la información recolectada, y realizar varios análisis a la misma como calidad de información, que tan actual es la misma, que contiene dicha información y el alcance que tiene, para ser adjuntada o retirada, pues esto aumenta el interés del usuario y reduce tiempo de búsqueda y análisis de dicha información.
- Dar a conocer una mayor cantidad de elementos y herramientas dentro de ArcGis, tanto en edición como modelamiento, así el momento de entregar la imagen del proyecto, esta contendrá excelente características y se podrá visualizar mayores y mejores detalles, al igual que la base de datos alfanumérica, se podrá contener todos los datos necesarios y puntuales.
- Este tipo de herramientas de diseño y presentación geográfica no se hallan del todo conocido en el Ecuador, es altamente aconsejable indicar que se deberían generar espacios para la enseñanza de la utilidad y manejo de estos programas, así el desarrollo de los mismos tendrá un mejor alcance, prestando mayores soluciones a usuarios finales.
- Generar aplicaciones adicionales dentro del Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador, según necesidades que se puedan presentar para brindar mejores y mayores facilidades a un usuario final.
- Crear espacios a nivel nacional que permitan ampliar el conocimiento del uso de herramientas como Software libre, incluyendo en los mismos a personas capacitadas que conozcan los alcances que se puede tener con dichos instrumentos y la enseñanza del uso de los mismos para tener un número mayor de profesionales con conocimiento en este campo.
- Reducir en la medida de lo posible, la incorporación al sistema eléctrico de generadores térmicos que pueden producir gas de efecto

invernadero y no depender del abastecimiento por las interconexiones internacionales. Las transferencias se establecerán para optimizar la producción.

- Impulsar el desarrollo efectivo de las energías renovables con miras a promover la sustitución de combustibles fósiles.

## BIBLIOGRAFIA

ADAMES, A.J. 2000. Hacia un manejo integrado de los recursos hídricos en Panamá. Panamá: Banco Interamericano de Desarrollo y centro del agua del Trópico húmedo para América Latina y el Caribe. P.17-56.

Mora, Darwin, 2007. Estudio para la Automatización de las compuertas de la Bocatoma para la Central Hidrosibimbe.

CENACE, Centro Nacional de control de energía. Informe anual 2011.

CONELEC, Plan Maestro de Electrificación, 2002-2011.

CONELEC, Plan Maestro de Electrificación, 2009-2020.

BARRIGA, ALFREDO DR., 2004. Aplicaciones de Biomasa. Quito: FIMCP ESPOL.

CENER, 2007. Las energías renovables en España. Diagnóstico y perspectivas. Barcelona: Fundación Gas Natural.

Centrales Hidroeléctricas, 2006. Disponible en Web:  
<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo3.html>,

CORPORACIÓN INTERAMERICANA DE INVERSIONES (CII), 2004. Comunicados de Prensa. Disponible en la Web:  
<http://spanish.iic.int/newsrelease/view.asp?id=324>.

ECUADOR, 2001. Disponibilidad del Recurso Hídrico. Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), Quito.

ECUADOR, Noviembre de 2007. Catálogo Resumen de la Generación Eléctrica en el Ecuador. Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).

ECUADOR, 20 de Octubre 2008. Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial.

ECUADOR. Informe sobre las denuncias efectuadas a la Construcción de los Proyectos Hidroeléctricos. Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).

ECUADOR, Enero de 2005. Manual de Procedimientos para la Evaluación Ambiental de Proyectos y Actividades Eléctricas. Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).

ECUADOR, Noviembre de 2007. Plan Maestro de Electrificación 2007-2016. Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC).

ECUADOR, Agosto 2004. Tríptico sobre el "Sector Energético Ecuatoriano", Ministerio de Energía y Minas, Edición No. 14.

HANSEN ET AL., 2005. Earth Energy Balance: confirmation and Implications. Science DOI.

HARDY, T.B., 1998. The future of habitats modeling an in-stream flow assessment techniques in Regulated Rivers. Washington State. 405- 420

HEINKE, GARY W.; GLYNN, HENRY J., 1999. Ingeniería Ambiental. 2da edición. México: Pearson.

PRODUASTRO C.A., 2006. Resumen ejecutivo del Proyecto Hidroeléctrico Angamarca.