

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y  
COMPUTACIÓN

“ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCION  
DE UNA MEDIANA CENTRAL HIDROELECTRICA  
APROVECHANDO LAS AGUAS DEL RÍO TOACHI GRANDE”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACION  
POTENCIA**

Presentado por:

***HENRY VILLAGOMEZ MEJIA***

***EDMUNDO JAVIER MENDOZA ZAMORA***

***ERICK BOWEN FONSECA***

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2008 – 2009**



## **AGRADECIMIENTO**

A mis Padres y mis hermanas, por el amor brindado, su ayuda incondicional y por la confianza depositada en mí para la finalización de mis estudios superiores.

A mis compañeros de tópicos, por la paciencia, perseverancia y ayuda brindada, para el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Juan Saavedra quien supervisó la realización de este trabajo, y todas las personas que directa o indirectamente ayudaron a la realización de este trabajo.

*Edmundo Mendoza Zamora.*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme dado paciencia, fortaleza, y a mis padres por su amor incondicional.

A mis profesores, amigos y compañeros, que en todo momento supieron estar prestos a brindarme su ayuda en mi vida profesional y personal.

*Henry Villagomez Mejia*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser la fuerza que me impulsa a mejorar cada día.

A mis Padres, quienes han apoyado siempre mi desempeño personal y académico.

A mis compañeros de tesis del presente proyecto, que con trabajo y esfuerzo hemos culminado con éxito la realización del presente trabajo.

*Erick Bowen Fonseca*

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis amados Padres, Edmundo y Petita, mis hermanas Vanessa y Norma, y mi novia María de los Angeles quienes con su amor, dedicación y apoyo no me dejaron flaquear ante las dificultades que se presentaron en el transcurso de mi vida universitaria, les debo la perseverancia inculcada en mi para lograr mis objetivos propuestos y nunca darme por vencido.

*Edmundo Mendoza Zamora.*

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a Dios, mis padres, mi hermana, pareja y familia, que con su aliento y su apoyo logre concretar una meta mas en mi vida.

*Henry Villagómez Mejía.*

## **DEDICATORIA**

A mi Esposa y mi hija por su apoyo incondicional a lo largo de la elaboración de este proyecto. A mis Padres por el constante apoyo brindado a lo largo de mis años de estudio.

*Erick Bowen Fonseca*



## **TRIBUNAL DE GRADO**

---

Ing. Jorge Aragundi  
Saavedra  
SUBDECANO DE LA FIEC  
Presidente del Tribunal

MSc. Ing. Juan  
Director de tesis

---

MSc. Ing. Gustavo Bermúdez  
Mera  
Miembro del Tribunal

---

Ph.D. Cristóbal  
Miembro del Tribunal

## **DECLARACION EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto nos corresponde  
exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la  
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL)

---

*HENNRY VILLAGOMEZ MEJIA*

---

*EDMUNDO JAVIER MENDOZA ZAMORA*

---

*ERICK BOWEN FONSECA*



# INDICE

## **Resumen Antecedente**

### **Capitulo 1: Proyecto Hidráulico Toachi Grande**

1.1	Descripción General del sitio del proyecto	
	1	
1.1.1	Acceso	3
1.1.2	Poblaciones	
	5	
1.2	Ubicación Geográfica del proyecto	
	6	
1.3	Característica del lugar del proyecto	
	8	
1.3.1	Área de drenaje	
	8	
1.4	Alcance y Metodología del estudio	
	10	

### **Capitulo 2: Análisis del proyecto mediante el uso de ARC MAP**

2.1	Alternativas para la conducción y descarga	13
2.2	Transposición	17

### **Capitulo 3: Hidrología**

3.1	Características físicas generales de la cuenca de drenaje	
	25	
3.2	Análisis Hidrológico	
	26	
3.2.1	Perímetro de la cuenca	26
3.2.2	Índice de compacidad	27
3.2.3	Longitud del máximo recorrido	29
3.2.4	Factor de forma	30
3.2.5	Coefficiente Orográfico	30
3.2.6	Altitud media de relieve	31
3.2.7	Precipitación media ponderada	32
3.2.8	Climatología general de la cuenca	35
3.3	Meteorología	37
3.4	Red de mediciones meteorológicas	37
3.5	Temperaturas, Húmeda relativa, Viento en las estaciones	40
3.6	Lluvias	42
3.6.1	Lluvias anuales en las estaciones y sitios de obra	42

3.6.2	Periodos Estacionales	43
3.7	Análisis de crecidas	
	45	
3.8	Tablas y curvas de caudales	
	49	

#### **Capítulo 4: Producción Energética**

4.1	Introducción	53
4.2	Conceptos Utilizados	54
4.3	Metodología del cálculo	55
4.4	Generadores	56
4.5	Potencia Remunerable	59

#### **Capítulo 5: Evaluación Económica**

5.1	Introducción	
	60	
5.2	Análisis Económico	
	60	
5.3	Resultados de TIR y VAN	
	66	
	Conclusiones	68
	Recomendaciones	69

#### **Anexos**

- Anexo de tablas
- Anexo de gráficas
- Anexo fotográfico

## INDICE DE GRAFICOS

**Gráfica 1.1.** Ubicación del Proyecto Toachi.

1

**Gráfica 1.2.** Ubicación del Proyecto Toachi

2

**Gráfica 1.3.** Acceso al sitio del proyecto por carretera.

5

**Gráfica 1.4.** Ubicación del proyecto Toachi.

7

**Gráfica 1.5.** Área de drenaje

9

**Gráfica 1.6.** Área total de drenaje

9

**Gráfica 2.1.** Conducción del lugar de toma (Opción I).

14

**Gráfica 2.2.** Tubería de presión (Opción I).

14

**Gráfica 2.3.** Conducción del lugar de toma (Opción II).

15

**Gráfica 2.4.** Tubería de presión (Opción II).

15

**Gráfica 2.5.** Área de drenaje de la sub-cuenca

18

**Grafica 2.6.** Curvas de Isoyetas I

19

**Grafica 2.7.** Área de captación

22

**Grafica 2.8.** Curvas de Isoyetas II

23

**Gráfica 3.1.** Describe el área del drenaje y perímetro.

27

**Gráfica 3.2.** Longitud de máximo

29

**Gráfica 3.3.** Curvas Isoyetas III

33

**Grafico 3.4.** Pluviometría

41

**Grafico 3.5.** Pluviograma mensual

44

**Grafico 3.6.** Análisis de Crecidas 1943 – 1963

46

**Grafico 3.7.** Análisis de Crecidas 1964 – 1984

47

**Grafico 3.8.** Análisis de Crecidas 1985 – 1997

48

**Grafico 3.9.** Curva de duración de caudales promedio

50

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1.</b> Categoría de las cuencas según su área.	8
<b>Tabla 3.1.</b> Formas de la cuenca	28
<b>Tabla 3.2.</b> Parámetros Hidrológicos	31
<b>Tabla 3.3.</b> Cálculo de la PMP	34
<b>Tabla 3.4</b> Datos de la estaciones meteorológicas	38
<b>Tabla 3.5</b> Caudales de interés del proyecto TOACHI	51
<b>Tabla 3.6</b> Caudales de interés, considerando caudal ecológico	52
<b>Tabla 4.1</b> Parámetros-Cálculo de Potencia y Energía	58
<b>Tabla 4.2</b> Porcentaje de utilización de potencia instalada	59
<b>Tabla 5.1</b> Energía promedio producida	61
<b>Tabla 5.2</b> Remuneración venta de Energía	62
<b>Tabla 5.3</b> Tasas Cálculo del WACC	65
<b>Tabla 5.4</b> Resultado de Análisis económico	66

# RESUMEN

La ESPOL, para cooperar con el país, ha decidido mediante tópicos de graduación, realizar estudios de pre-factibilidad para el aprovechamiento de los recursos hidrológicos de la cuenca del río Guayas mediante la producción de energía eléctrica. El presente proyecto se denomina Toachi, en el cual se pretende aprovechar las aguas del río Toachi Grande.

## ***Capítulo 1: Descripción del proyecto***

En este capítulo, se describirá la posición del proyecto es decir en qué área geográfica del Ecuador se encuentra y los ríos que en ella circulan. El proyecto está ubicado en la parroquia de Alluriquin en la Provincia de los Ríos, las aguas son tomadas del Río Toachi Grande que es producto de la suma de los siguientes afluentes Río Rayo, El Río Victoria.

## ***Capítulo 2: Hidrología***

En el segundo capítulo se presentara datos meteorológicos de interés como temperatura y pluviometría; además datos hidrométricos tabulados y en forma gráfica que describen el comportamiento hidrológico estacional del proyecto. Finalmente se determinan los caudales necesarios para realizar el dimensionamiento de obras y para la preservación del medio ambiente.

Con la ayuda del programa de computación ARGIS ubicaremos nuestro proyecto, tomando en cuenta poblaciones, carreteras, elevación, caída y precipitaciones. Se indica la ubicación exacta del proyecto, características del área de afluencia de las aguas y se describe el tipo de aprovechamiento a realizar.

### ***Capítulo 3: Caudales y Curvas de Caudales***

Para el capítulo tercero se tomara los datos de caudales recogidos por el INHAMI y caudales obtenidos por aproximaciones matemáticas para el cálculo de la curva de caudales, por medio de ello tendremos el caudal firme, el caudal de diseño y su caudal mínimo. Estos caudales serán parte importante en el cálculo de la Producción energética del proyecto estudiado.

### ***Capítulo 4: Producciones Energéticas***

Este capítulo cuarto se determinara la tabla de producciones energéticas, teniendo en cuenta que en el capítulo anterior tenemos las curvas de caudales durante un periodo de 50 años históricos. Con esto se podrá realizar un estudio de evaluación económica, la cual se la realiza a una proyección de 50 años que es el tiempo de “vida útil” de un proyecto de este tipo.

## ***Capítulo 5 Evaluación Económica***

En el capítulo quinto se procederá a realizar el estudio de evaluación económica que consiste en presentar el presupuesto de la construcción del proyecto, tomando como datos precios sugeridos por empresas chinas y americanas. Posteriormente se obtendrá el respectivo análisis de rentabilidad el cual podrá ser medido por medio de los índices económicos obtenidos, tales como: el VAN y el TIR.

## **ANTECEDENTES**

Debido a la necesidad actual de nuestro país de producir energía eléctrica a bajo costo es necesario estudiar y promover el estudio de proyectos a nivel de pre-factibilidad de centrales hidroeléctricas pequeñas, medianas y grandes y de esta manera determinar si es factible tanto técnico como económico su puesta en marcha.

Una de las formas de impulsar la construcción de pequeñas y medianas centrales, sería promover la autogeneración entre los grandes grupos económicos del país, los cuales poseen consumos altos de energía de sus industrias, esto abarataría sus costos, ocasionándoles grandes beneficios económicos y de esta forma incrementando la capacidad instalada de energía hidroeléctrica en el sistema eléctrico nacional.

La regulación 009/06 emitida por el CONELEC en la que se trata de impulsar la generación distribuida y aislada, que se ajusta a nuestro proyecto y expone los siguientes parámetros:

## **Pequeñas Centrales Hidroeléctricas**

Generación a base de centrales hidroeléctricas con capacidad instalada igual o menor a 10 megavatios.

### **Potencia Límite**

Exceptuando a las pequeñas centrales hidroeléctricas cuya capacidad nominal instalada no puede superar 10 MW, para las demás tecnologías renovables no convencionales, la presente Regulación reconoce el precio de la energía y su vigencia de aplicación para centrales de generación con una potencia efectiva instalada de hasta 15 MW.

En el caso que la potencia efectiva de la central supere el límite de los 15 MW, solamente la producción correspondiente a los primeros 15 MW tendrán los precios que contempla esta regulación, mientras que la potencia y energías excedentes deberán ser comercializados como cualquier central convencional.

### **Despacho Preferente**

El CENACE despachará, de manera obligatoria y preferente, toda la energía eléctrica que las centrales que usan recursos renovables no convencionales entreguen al Sistema, hasta el límite de capacidad instalada.

Si el límite del 2% se supera, con la incorporación de nuevas centrales no convencionales, éstas serán despachadas en orden de mérito económico, en base a su costo variable de producción de igual forma que las centrales convencionales.

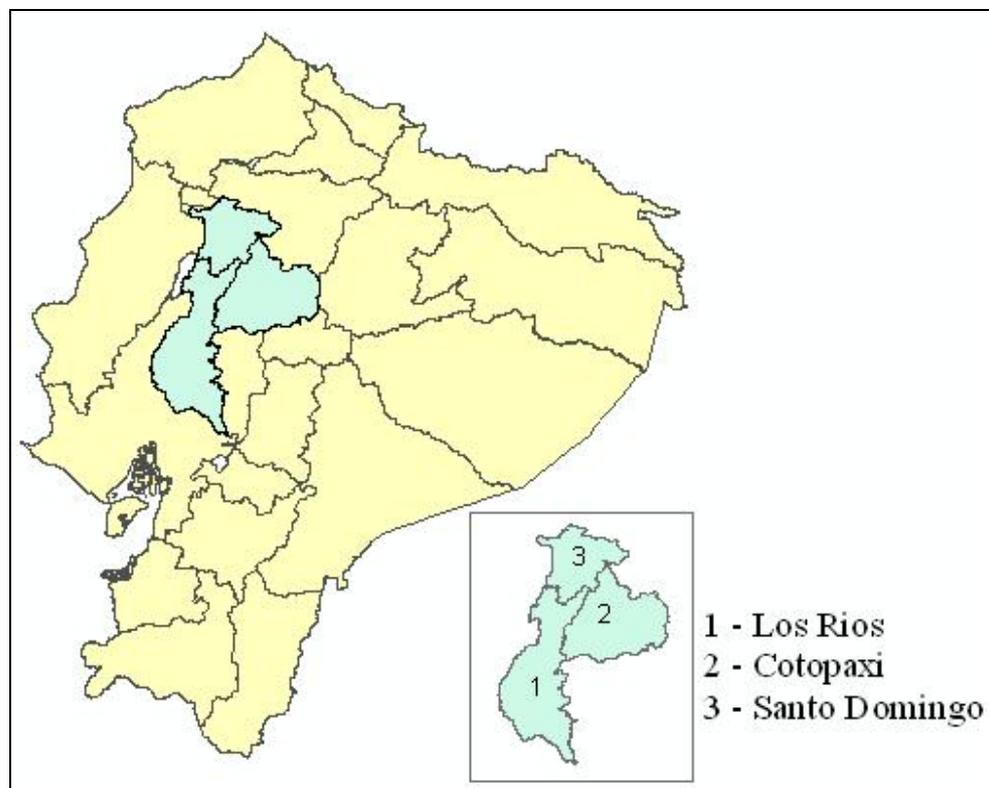
El despacho preferente y obligatorio se efectuará por central; los precios de la energía no serán tomados en cuenta para la determinación del costo marginal.



## CAPÍTULO 1: PROYECTO HIDROELECTRICO TOACHI GRANDE

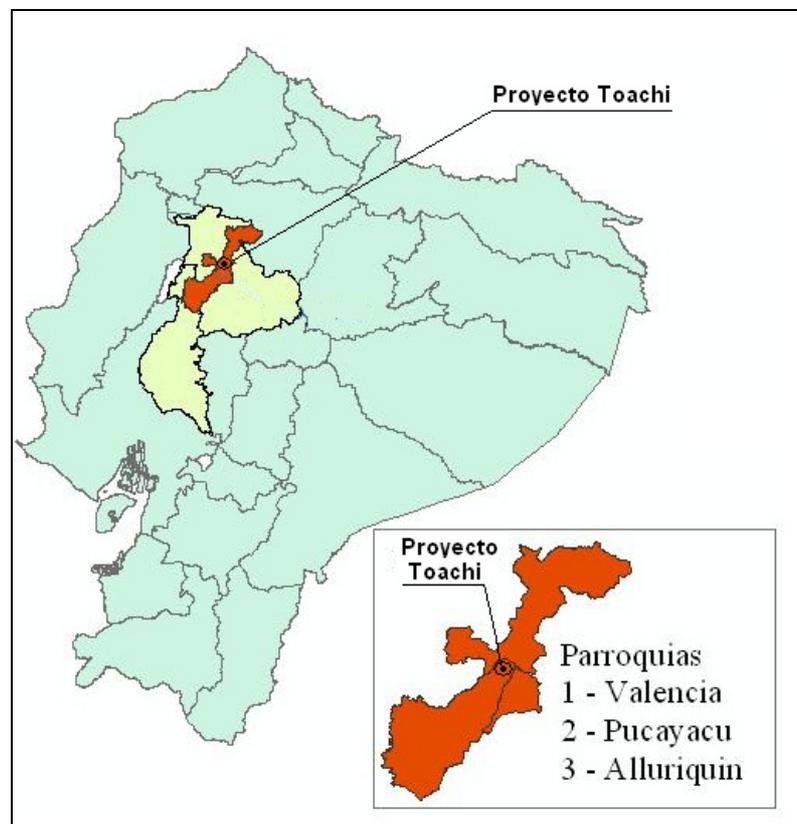
### 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SITIO DEL PROYECTO

El área de implantación del proyecto hidroeléctrico del Río Toachi Grande se encuentra ubicada en la línea divisoria de las provincias de Los Ríos y de Santo Domingo de Tsachilas según el mapa en ArcGIS que limita el territorio ecuatoriano en estas provincias y se muestra en la **gráfica 1.1**.



**Gráfica 1.1.** Ubicación del Proyecto Toachi en el Territorio Nacional.

El proyecto está ubicado en la parroquia de Alluriquin, junto a la parroquia de Valencia en la provincia de Los Ríos y la parroquia Pucayacu en la provincia de Cotopaxi como se muestra en la **Gráfica 1.2.**



**Gráfica 1.2.** Ubicación del Proyecto Toachi en el Territorio Nacional.

El recurso hídrico es tomado del cauce del río Toachi Grande que nace de la conjunción de dos ríos, El río Rayo proveniente de la provincia de Santo Domingo y del río Cochapamba, y que también más adelante

recibe contribuciones del río Victoria y del río Blanco y es en ese punto de convergencia de las aguas donde se va a ubicar la toma de la central y por conducción se mantendrá la misma cota hasta el lugar donde las aguas serán turbinadas.

### **1.1.1 Acceso**

La parroquia rural San José de Alluriquin que es el la población más próximo al lugar del proyecto, fue fundada el 5 de Febrero de 1969 está ubicada a 25 Km. De Santo domingo de los Colorado en la Vía a Quito a 500 metros sobre el nivel del mar. Con un total de 19000 habitantes, y una temperatura que varía entre 19 a 23 grados centígrados.

Podemos acceder al sitio del proyecto siguiendo el carretero de Guayaquil-Santo Domingo hacia el Norte hasta la Parroquia de Patricia pilar, ingresando por camino lastrado a través de las comunas hasta cuando el carretero colinda con el Río Toachi grande hasta la Comuna de Monte Nuevo.

El camino hasta el sitio del proyecto se muestra en la **Gráfica 1.3** mediante un mapa obtenido en Google Map que describe el recorrido partiendo desde la ciudad de Guayaquil hasta el punto accesible en vehículo más cercano del sitio del proyecto.

La población dentro de la parroquia es de clase muy sencilla, no fomenta el comercio entre otras comunas, muchos personeros lavan la ropa en el río. La manera de poder transportarse es por medio de la conocidas “chivas” que por un bajo costo lo transportan, el carretero por un largo tramo solo se observa piedra del río, se denota que el terreno también es muy arcilloso. Pudimos observar en el momento que accedimos al lugar que la red de distribución eléctrica se realiza por medio de un tendido en media tensión a 13,8kv.



**Gráfica 1.3.** Acceso al sitio del proyecto por carretera.

### 1.1.2 Poblaciones

La cuenca de drenaje del río Toachi Grande hasta el sitio de toma, no tiene centros poblacionales grandes dentro de ella (con excepción de los caseríos El Mirador, Monte Negro, La libertad del

Río Blanco. Provincias Unidas) y se estima una densidad poblacional de  $\pm 5$  Habitantes/km<sup>2</sup>, siendo el centro más poblado la parroquia Patricia Pilar en el exterior de la cuenca.

## **1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO HIDROELECTRICO**

El proyecto se encuentra en la Sub -cuenca del Guayas, el Río Toachi Grande es formado por el Río Cochapamba, Rio Rayo, Río Victoria y por el Río Blanco.

El proyecto se encuentra en la desembocadura de estos ríos, a continuación se aprovecha su caudal para la generación de energía.

Al inicio del Proyecto se estudiaron dos alternativas para realizar la conducción del proyecto de la cual se debió escoger la mejor alternativa de acuerdo a los costos del Proyecto esto se detalla en el capítulo 2.



## 1.3 CARACTERISTICAS DEL LUGAR DEL PROYECTO

### 1.3.1 Área de drenaje.

El área de la cuenca es la superficie de la cuenca comprendida dentro de la curva cerrada de divortium aquarum. Corresponde a la proyección horizontal.

En base al valor del área en kilómetros cuadrados se puede clasificar a un sistema hidrológico en categorías de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 1.1.** Categoría de las cuencas según su área.

<b>Unidad Hidrológica</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>
<b>Micro cuenca</b>	10 – 100
<b>Sub cuenca</b>	101 – 700
<b>Cuenca</b>	Más de 700

Para el Proyecto Toachi se determinó el área de drenaje, que es el área comprendida en la superficie horizontal que encierra a todos los ríos que aportan caudal al Río Toachi Grande eje del proyecto.





de las estaciones más cercanas, en la misma vertiente de la cuenca del Toachi–Quevedo–Guayas.

Este informe integra estos aspectos meteorológico-hidrométrico, utilizando la información disponible en los estudios hídricos realizados por INECEL en la misma cuenca del Guayas y en aquellos hechos por otras instituciones y/o compañías como el INAMHI.

Se examina con la información hidrométrica disponible y los datos obtenidos por transposición, en el período 1943-1997 que es necesario para el cálculo del aprovechamiento hidroeléctrico del proyecto Toachi en su actual etapa de estudios.

Los parámetros hidrométricos se refieren a los caudales líquidos medios y máximos con su frecuencia de ocurrencia.

La valoración más crítica es la de los caudales líquidos medios, que para un proyecto de hidro-generación sin reservorio de regulación, debe ser realizada a nivel diario y con la información más confiable y de mayor longitud de registro en el caso del proyecto solo se disponen de datos mensuales promedios de las estaciones meteorológicas.

En este contexto, se ha recopilado y revisado la información de las cuencas circundantes del río Toachi Grande antes de la junta con el río Baba tomados del proyecto “SALTO DEL BIMBE”, para establecer las relaciones de transposición de información desde aquella cuenca y así completar los datos faltantes en la estación cercana al proyecto Toachi.

En este entorno se han aplicado las técnicas estándar de la hidrología determinística y los cálculos probabilísticos.

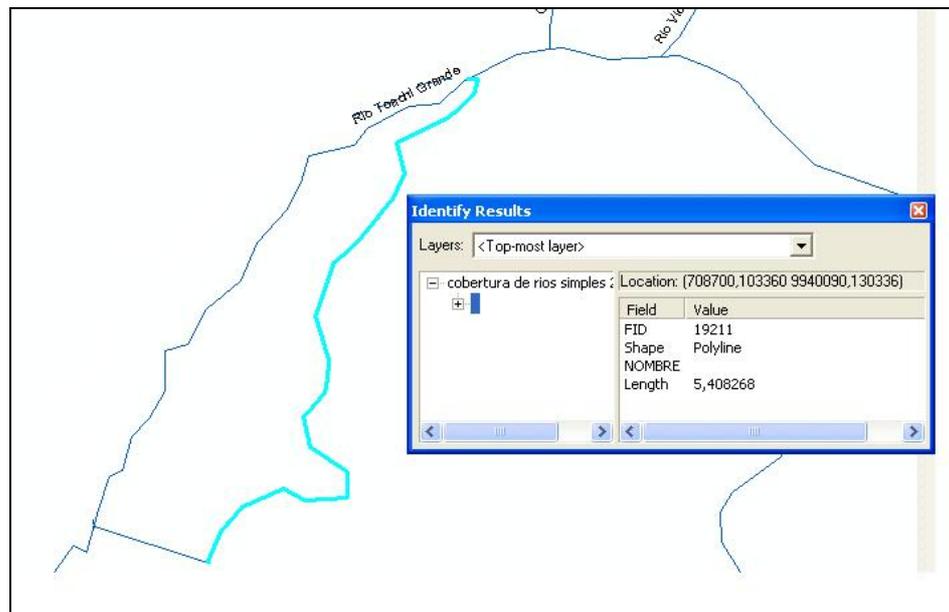
En este informe, se analiza la información dentro del período 1943 -1977, para datos en el sitio del proyecto y de 1978 – 1997 para los datos transpuestos lo que no quiere decir que toda la información está uniformizada a esos 55 años, pues la longitud de registro para cada estación es variable, incluso algunas de ellas ya no están funcionando desde 1992. Finalmente, para caudales se han definido los parámetros para el período 1943-1997. Vale enfatizar sin embargo, que el período histórico de registro 1943-1997 es suficientemente representativo, pues involucra, al menos, dos períodos secos (años 1967-1968 y 1985-1986) y otros tantos fenómenos “El Niño” (1972-1973, 1982-1983, 1997).

## **CAPÍTULO II: ANÁLISIS DEL PROYECTO MEDIANTE EL USO DE ARC MAP.**

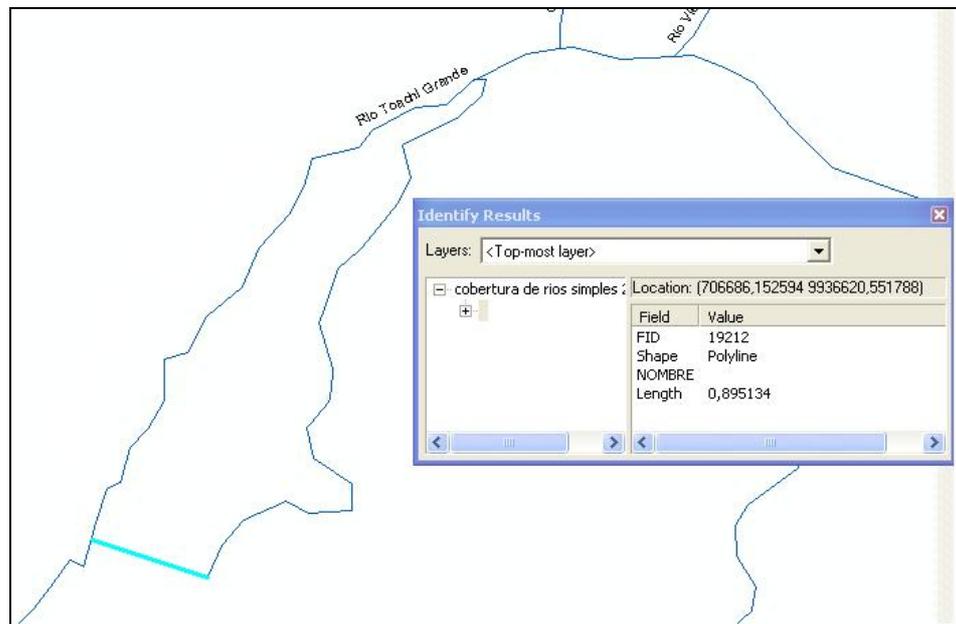
El proyecto se encuentra ubicado al sur de la provincia de Santo Domingo de Tsachilas en el límite con la provincia de Los Ríos, a continuación se detalla mediante el uso del ARC MAP la ubicación geográfica del proyecto y sus correspondientes alternativas de conducción.

### **2.1 ALTERNATIVAS PARA LA CONDUCCION Y DESCARGA**

Para la primera alternativa observamos la longitud de su conducción manteniendo la misma cota de la toma y su respectiva tubería de presión indicada a continuación en la **Gráfica 2.1** y la **Gráfica 2.2**.

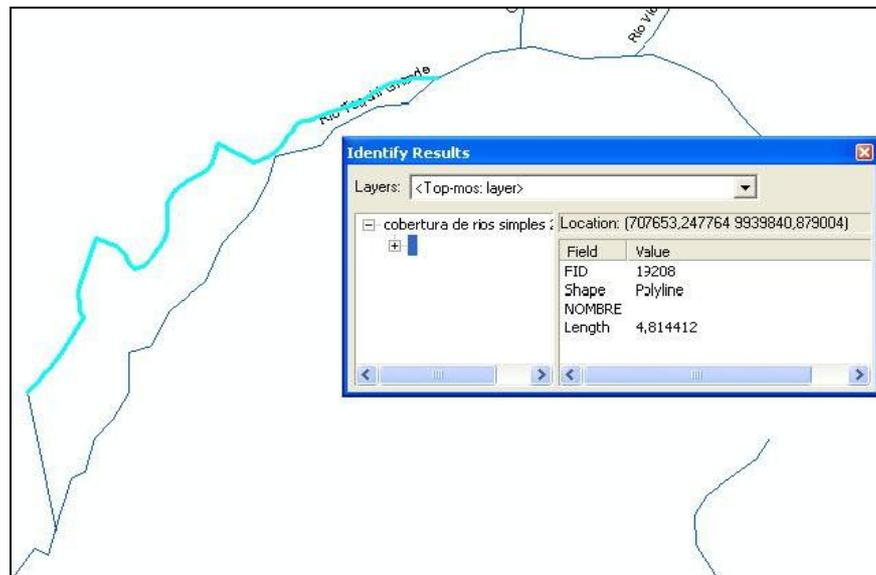


**Gráfica 2.1** Conducción del lugar de toma a la tubería de presión.

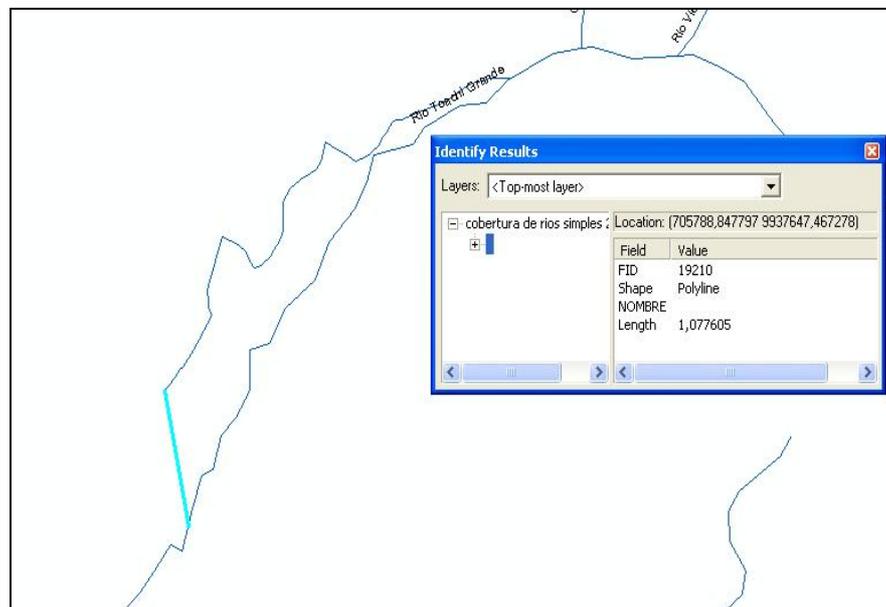


**Gráfica 2.2** Tubería de presión hasta la casa de maquinas.

Para la segunda alternativa se observa la longitud de su conducción y su respectiva tubería de presión que muestra la **Gráfica 2.3** y **Gráfica 2.4**.



**Gráfica 2.3** Conducción del lugar de toma a la tubería de presión.



**Gráfica 2.4** Tubería de presión hasta la casa de maquinas.

Como pudimos observar en las Gráficas anteriores en la alternativa 1 la conducción es de 5408 metros de distancia, con una tubería de presión de 895 metros de distancia desde la conducción hasta la casa de maquinas en línea recta y con una caída desde la cota 600 msnm hasta 500 msnm lo que da una caída bruta de 100 mts.

Para la alternativa 2 la conducción es de 4814 metros de distancia con una tubería de presión de 1077 metros de distancia en línea recta hasta la casa de maquinas y con una caída desde la cota 600 msnm hasta 500 msnm lo que resulta en una caída bruta de 100 mts.

Por lo tanto se decidió escoger la alternativa 2 como la opción más económica para el proyecto ya que nos ahorra 594 metros de conducción, pese a que significa 183 metros más tubería de presión que en la alternativa 1. Cabe señalar que estas distancias fueron medidas mediante cartas existentes.

La conducción es de 4.8 km aproximadamente, según lo calculado por el programa Arc MAP y la herramienta XTools Pro

La tubería de presión consta de 1 Km. aproximadamente, aprovechando una caída bruta de 100 metros, esperando que por todas las perdidas

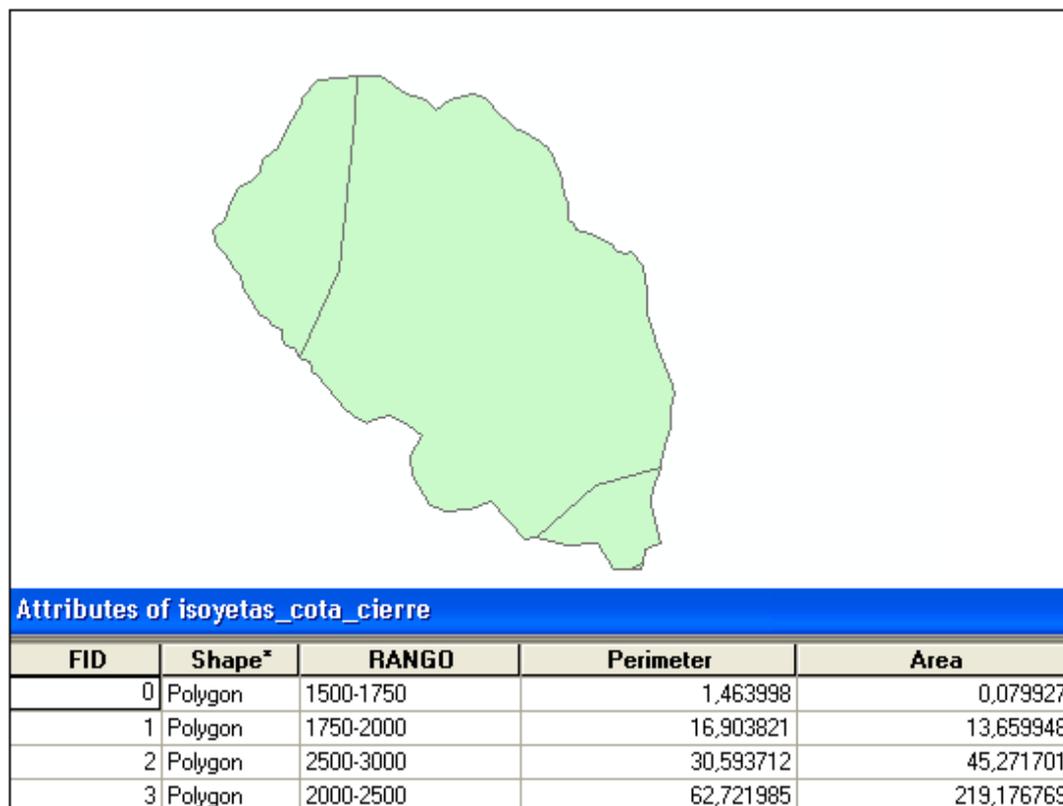
hidráulicas se reduzca la altura neta en un 7% que es un valor usado como estándar para estos tipos de proyecto, de esta manera obtenemos que la altura neta para el proyecto Toachi será de aproximadamente 93 metros.

## 2.2 TRANSPOSICION

Se determinó el área de drenaje, con lo cual sabemos cuáles son los ríos que aportan al caudal del río Toachi Grande eje de nuestro proyecto. Nuestra área de drenaje consta de alrededor de 278,188345 Km<sup>2</sup>. (datos tomados del ARC MAP).

A continuación en la **Gráfica 2.5** mostramos el área de drenaje total de la sub-cuenca que va a contribuir con el caudal de los ríos de nuestro estudio, dato necesario para calcular el área Total de la sub-cuenca, su precipitación media ponderada para finalmente llegar al cálculo del factor de transposición, el cual nos ayudara a transponer los datos existentes de la estación meteorológica del Río Toachi Grande, que se encuentra ubicada antes de Junta con el río Baba eso es rio abajo de la ubicación de la toma del proyecto Toachi al punto de captación de las aguas del rio Toachi grande del proyecto Toachi.





**Grafica 2.6** Curvas de Isoyetas que atraviesa la sub-cuenca del proyecto Toachi.

Tenemos que los datos conseguidos sobre los caudales de años anteriores se consiguieron en la Facultad de Minas de la universidad Politécnica de Quito, pero estos datos solo correspondía desde 1943 hasta el año de 1978 estos valores de caudales se muestran en el **anexo 1**, para conseguir más datos de caudales se tomo en consideración los caudales de estudio del Río Toachi grande antes de la junta con el BABA (tomado del estudio del Salto del Río Bimbe).

Para realizar el cálculo de la transposición, que nos permita recoger los datos de los caudales, e implementarlos en aquel río pertinente para nuestro estudio.

Por consiguiente tenemos que considerar la formación del área de drenaje. Un área de drenaje es aquella que toma todos los ríos que aportan con su caudal a un afluente principal.

Para formar un área de drenaje se establece un punto de inicio conocido como toma, desde aquí de acuerdo con la orografía del lugar se toman los picos de las montañas o divisiones llamada **divorsium aquarium (la división entre pico y pico que permite que el agua se almacene en un reservorio)**.

Se establece dos áreas para el respectivo estudio, Área 1 es aquella que se encuentra en la parte superior en donde se forma el afluente del Río Toachi, Área 2 es aquella toma antes de la junta del río Toachi.

Una vez dibujado con la herramienta XTOOLS que nos permite el ARGIS, se incluye el Layer (capa) de la precipitación, correspondiente a esa área.

Con la ayuda del GEOPROCESING WIZARD se conforma el corte de las Áreas 1 y 2, utilizando la tabla de propiedades que brinda el ARGIS se obtiene el área, el perímetro y las precipitaciones que ocurren para cada una mostrada en la **Grafica 2.6**.

Mediante las áreas obtenidas se procede a desarrollar la formula de la PMP, para cada área:

$$PMP = \frac{\sum (A_i * P_{mpi})}{\sum A_i}$$

De acuerdo a la formula, se multiplica Área por Precipitación de cada una, y se la divide para su área total.

Área 1 => 2438,832507

Área 2 => 2312,775511

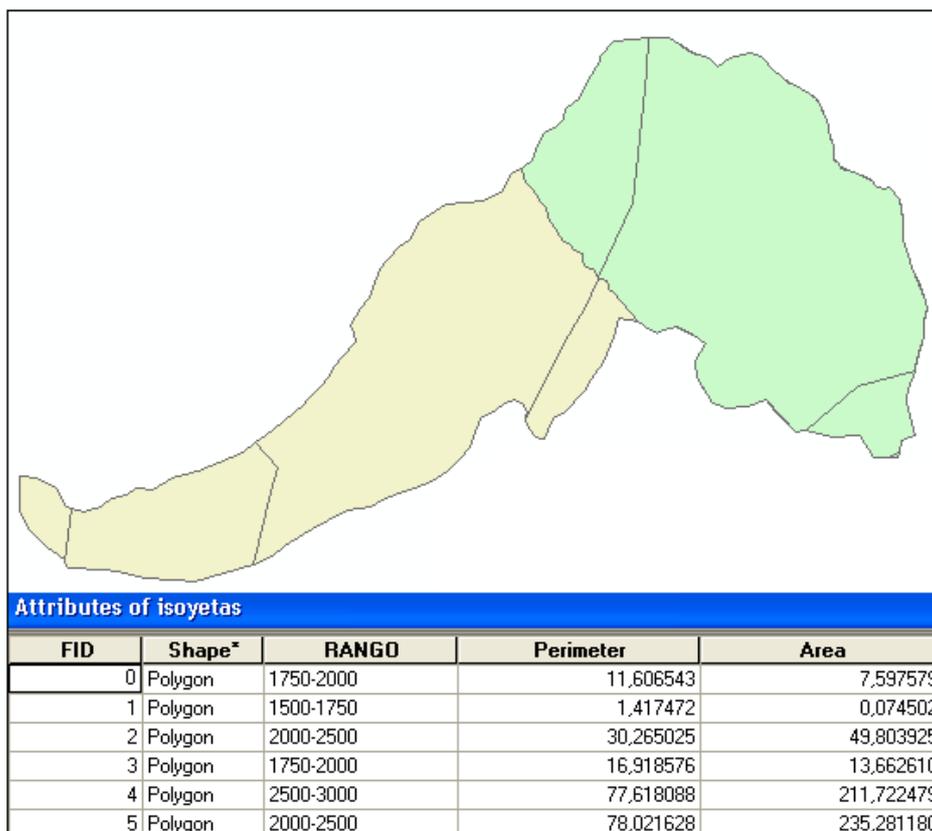
Por consiguiente se tiene el coeficiente de Transposición

Se procede a obtener la constante de transposición-Kt:

$$Kt = \frac{Q1 * A1}{Q2 * A2}$$

Kt => 0,509144912





**Grafica 2.8** Curvas de Isoyetas que atraviesa la cuenca del rio Toachi Grande.

Finalmente procedemos a realizar el cálculo del coeficiente de transposición el cual nos servirá de mucho mas adelante en los cálculos de la hidrología. El coeficiente transposición tiene un valor de 0.5091 para nuestro estudio.

Los datos a transponer son los obtenidos del proyecto “Salto del Bimbe” cuyos valores de caudales naturales se muestran en la tabla existente en el **anexo 2**.

Se toman los datos correspondientes al Río Toachi que se encontraron en el estudio de Salto del Río Bimbe, los datos de caudales fueron obtenidos de la estación meteorológica que se encuentra antes de la junta del río Toachi Grande con el río baba para formar el río Quevedo.

Estos caudales los utilizaremos para completar los datos faltantes en el proyecto Toachi que corresponden a los años desde 1979 a 1997 mediante la transposición.

Estos caudales los podemos encontrar en el **anexo 3**, los caudales del Proyecto "SALTO DEL BIMBE" ya multiplicado con la constante de transposición que a su vez se utilizara en el Proyecto Toachi.

## **CAPÍTULO III: HIDROLOGIA**

### **3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS GENERALES DE LA CUENCA DE DRENAJE**

La cuenca de drenaje del Toachi Grande es 278 km<sup>2</sup>, tiene una altura en el lugar de la toma de 600 msnm, y la altura en nivel de descarga es de 500 msnm. Se encuentra conformada por: Río Victoria, Estero Blanco, Río Rayo, Río Mudadero, y Río Juntas. Los cuales entregan un caudal medio de 17 m<sup>3</sup>/s en el punto de la toma.

El Toachi Grande fluye en la zona más baja de las estribaciones occidentales de los Andes como parte del drenaje Norte del sistema fluvial Toachi–Quevedo–Guayas que desagua al Océano Pacífico y tiene sus nacimientos en alturas cercanas a los 1200 msnm.

Geográficamente está comprendida entre las longitudes 9940506 N 109336,401 E y entre las latitudes 70738,58 N 9938757,35 E (incluyendo los sitios de obra).

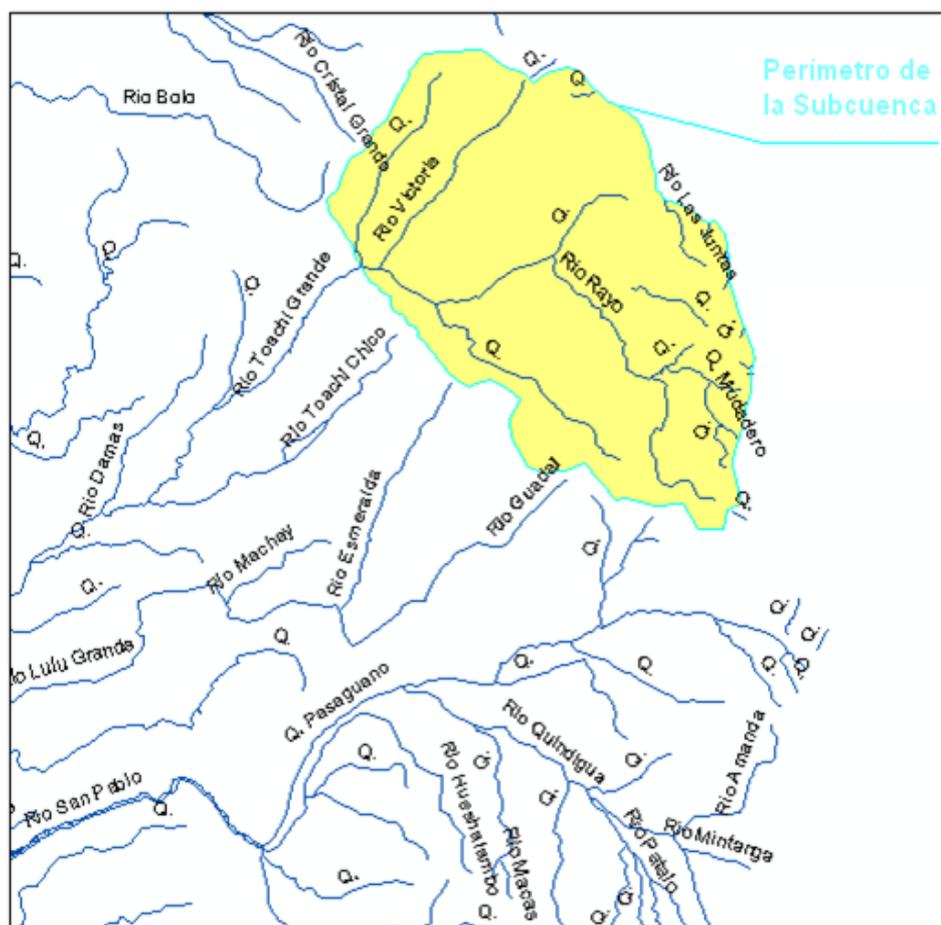
## 3.2. ANALISIS HIDROLOGICO

Habiendo revisado las estaciones hidrométricas de las cuales contamos con un historial de caudales, se encontró que la más conveniente para realizar el análisis hidrológico es aquella que contiene la estación Toachi antes de la junta con Baba que forman al río Quevedo.

Se han calculado varios parámetros para definir las características geométricas de la cuenca, y también para comparar y decidir en base a ellos si es conveniente o no los estudios.

### 3.2.1 Perímetro de la cuenca

El perímetro de la cuenca es la longitud de la línea divisoria de aguas, es decir el perímetro de toda el área de drenaje del proyecto desde el punto en donde nacen hasta el punto de captación de la misma y se describe en la **Gráfica3.1**.



**Gráfica 3.1** Describe el área de drenaje del proyecto y su perímetro.

### 3.2.2 Índice de Compacidad

El índice de compacidad ( $K_c$ ) denominado también Coeficiente de Gravelius, es un parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área que el de la cuenca. Al igual que el factor de forma definido más

adelante, este parámetro describe la geometría de la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico.

Las cuencas redondeadas tienen tiempos de concentración cortos con picos muy pronunciados y recesiones rápidas, mientras que las alargadas tienen picos más atenuados y recesiones más prolongadas.

El índice de compacidad se lo determino mediante la siguiente fórmula:

$$K_c = 0. \frac{28P}{\sqrt{A}}$$

De acuerdo al índice de compacidad, se clasifica la forma de una cuenca de acuerdo a la **tabla 3.1**:

**Tabla 3.1** Formas de la Cuenca de acuerdo al índice de compacidad.

Clase de Forma	Índice de Compacidad (K <sub>c</sub> )	Forma de la Cuenca
Clase I	1.0 a 1.25	Casi redonda a oval – redonda
Clase II	1.26 a 1.50	Oval – redonda a oval – oblonga

**Clase III**

1.51 a 1.75

Oval – oblonga a  
rectangular – oblonga

### 3.2.3 Longitud del Máximo Recorrido

La longitud de Máximo recorrido es la medida de la mayor trayectoria de las partículas del flujo, comprendida entre el punto más bajo del colector común (punto de captación el proyecto hidroeléctrico) y el punto más alto o inicio del recorrido sobre la línea de divortium aquarum (punto en donde se dividen las cuencas). Como a continuación se muestra en la **Grafica 3.2**.



El Factor de Forma de compacidad se lo determino mediante la siguiente fórmula:

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Donde A es el área de la cuenca y L es la longitud del cauce principal o máximo recorrido.

### 3.2.5 Coeficiente Orográfico

El Coeficiente Orográfico ( $C_o$ ) es la relación entre el cuadrado de la altitud media del relieve y la superficie proyectada sobre un plano horizontal. Este parámetro expresa el potencial de degradación de la cuenca, crece mientras que la altura media del relieve aumenta y la proyección del área de la cuenca disminuye. Toma valores altos para micro cuencas pequeñas y montañosas, disminuyendo en cuencas extensas y de baja pendiente.

El Coeficiente Orográfico de compacidad se lo determino mediante la siguiente fórmula:

$$C_o = \frac{H^2}{A}$$

### 3.2.6 Altitud Media del relieve

La altitud media del relieve es el parámetro ponderado de las altitudes de la cuenca, obtenidas en la carta o mapa topográfico.

La altitud Media del relieve se lo determino mediante la siguiente fórmula:

$$H = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i * A_i$$

Finalmente mostramos los parámetros hidrológicos de la Cuenca calculados para fines de nuestro estudio en la **tabla 3.2**.

**Tabla 3.2** Parámetros Hidrológicos de la subcuenca del Rio Toachi

Lugar de la toma	TOACHI
Altitud de la toma (msnm)	600
Perímetro (km)	112
Área Drenaje (km <sup>2</sup> )	278
Índice de Compacidad	1.75
Máx. Recorrido (km)	16,2
Factor de forma	1.06
Altitud Media del relieve (H) (msnm)	1548
Coefficiente Orográfico (Co)	14171

De estos factores calculados en la **Tabla 3.2**, se puede apreciar que nuestro factor de forma es elevado pero esto se debe al área de drenaje que asemeja a la forma de un rectángulo, lo que implica un gran área en una longitud corta lo que da como

resultado grandes crecidas o recuperaciones de caudal en periodos cortos de tiempo.

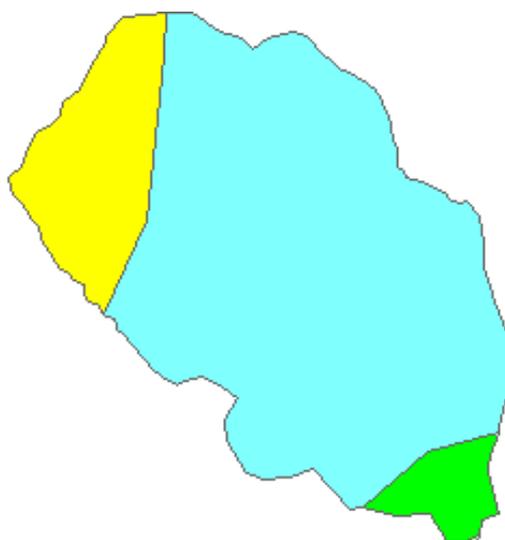
### 3.2.7 Precipitación Media Ponderada

Para el cálculo de la precipitación media ponderada en una cuenca de drenaje correspondiente a la sección de interés, se sigue el siguiente procedimiento:

- En caso de no disponer de los planos de Isoyetas, para cada estación pluviométrica seleccionada, se calcula el valor de la precipitación media multianual y se elabora el plano de Isoyetas anuales.
- Una vez delimitada la cuenca de drenaje de la sección del río correspondiente, se calcula la precipitación media ponderada de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\mathbf{PMP} = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

En la **Gráfica 3.3**, se puede apreciar que el área de drenaje del Proyecto Toachi está atravesada por las curvas Isoyetas.



**Grafica 3.3** Curvas Isoyetas que atraviesan la Sub-cuenca del Proyecto Toachi

Donde  **$A_i$**  es la porción del área de la cuenca de drenaje delimitada por dos isoyetas consecutivas, y  **$P_i$**  es el promedio de los valores de las isoyetas delimitantes de  **$A_i$** .

Del cual se obtienen los valores para el cálculo de la precipitación media ponderada detallado en la **tabla 3.3**.

**Tabla 3.3** Calculo de la precipitación media ponderada (PMP) para cada punto de captación.

	<b>Curvas de nivel</b>	<b>Rio Toachi Grande</b>
--	------------------------	--------------------------

<b>AREAS (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>AREA 1500 - 1750</b>	0,079927
	<b>AREA 1750 - 2000</b>	13,659948
	<b>AREA 2500 - 3000</b>	45,271701
	<b>AREA 2000 - 2500</b>	219,176769
	<b>Área Total</b>	278,108418
<b>PRECIPITACION (mm<sup>3</sup>)</b>	<b>PREC 1500 - 1750</b>	1.625
	<b>PREC 1750 - 2000</b>	1.875
	<b>PREC 2500 - 3000</b>	2.750
	<b>PREC 2000 - 2500</b>	2.250
	<b>AREA X PREC 1500 - 1750</b>	130
	<b>AREA X PREC 1750 - 2000</b>	25612,4025
	<b>AREA X PREC 2500 - 3000</b>	124497,1778
	<b>AREA X PREC 2000 - 2500</b>	493147,7303
	<b>Suma total</b>	643.387
	<b>PMP</b>	2313,440192

### 3.2.8 Climatología General de la Cuenca

El clima está influenciado por tres factores: el atmosférico, el oceánico y el orográfico:

- La circulación atmosférica continental identificada con los vientos alisios del SE.
- El Océano Pacífico como generador permanente de las masas de aire húmedo es la mayor influencia a la que se suman los efectos estacionales de sus corrientes marinas, la corriente fría de Humboldt y la cálida de El Niño. En cuanto a esta última, cada cierto número de años, se produce el fenómeno a escala mundial “El Niño” que en el Ecuador se dejó sentir en los años 1972,1982-1983, 1997-1998 (con la consecuencia de grandes lluvias e inundaciones).
- Las características propias de las estribaciones andinas que con su altura, relieve y orientación encauzan las masas de humedad.

Debido a estos factores, la época más húmeda está localizada entre los meses de enero a mayo y la de estiaje entre julio y noviembre, siendo junio y diciembre los meses de transición entre estaciones.

La interacción de estos factores producen, para la región inferior de la cuenca de drenaje (zona del proyecto) un régimen climático-pluviométrico caracterizado como “Tropical, Mega térmico, y muy Húmedo”.

Lo que significa:

- Tropical, que significa un solo período lluvioso de enero a mayo y una estación seca de julio a noviembre.
- Mega térmico, porque sus temperaturas anuales medias son del orden de 23 °C a 24 °C.
- Muy húmedo, porque la lluvia media anual es del orden de más de 2500 mm/año con una humedad relativa anual media de alrededor del 90 %.

### **3.3 METEOROLOGÍA**

Se analizan los siguientes parámetros meteorológicos para el proyecto:

- Temperaturas y humedad relativa con sus tres parámetros característicos, mínimo/medio/máximo.
- Lluvia con sus varios parámetros característicos; valores anuales / mensuales / lluvias intensas de corta duración.

### **3.4 RED DE MEDICIONES METEOROLÓGICAS**

Estaciones exteriores consideradas en una región circundante en las cuencas del Quevedo y Babahoyo. Para los análisis relativos solo a lluvias son catorce estaciones y, para los otros meteorológicas son once estaciones. Algunas de ellas ya no operan.

La cobertura espacial de las estaciones es insuficiente, por lo que, el cuantificar con precisión las lluvias hacia las zonas sin controles pluviométricos tiene limitaciones. A pesar de ello, los datos existentes, se consideran que son útiles para determinar una tendencia general de la lluvia en la cuenca y la magnitud de la lluvia puntual en el sitio de obras, a más de la magnitud de otras variables como temperatura y humedad.

**Tabla 3.4** Datos de las estaciones meteorológicas tomadas en sus respectivas coordenadas

NOMBRE DE LA ESTACION	INAMHI		COORDENADAS	
	CODIGO	TIPO	LONGITUD	LATITUD
<b>ESTACIONES EXTERIORES A LA CUENCA DE DRENAJE</b>				
Baba D.J. Toachi	H - 326	LG	79 23 12 W	00 40 00 S
Toachi A.J. Baba	H - 414	LG	79 01 01 W	00 41 05 S
Lulu AJ Chila	H - 416	LG	79 24 20 W	00 50 00 S
Pilalo en la Esperanza	H-329	LM	79 05 10 W	00 51 45 S
Angamarca en Pihuapungo	H-397	LG	79 02 42 W	01 07 34 S
Echeandia en Echeandia	H-343	LG	79 15 55 W	01 26 05 S
San Pablo en La Mana	H-415	LG	79 14 01W	00 56 08 S
De Chima en S José del Tambo	H-395	LG	79 14 03 W	01 57 00 S
Cristal AJ San Jorge	H-342	LM	79 10 23 W	01 45 44 S
Chanchán en Km 90+180	H-330	LG	79 08 10 W	02 12 31 S
Cañar DJ Raura	H-471	LG	79 07 45 W	02 28 10 S
LG = Estación Limnigráfica		LM = Estación Limnimétrica		

Los valores de temperatura se los determino en base a las estaciones meteorológicas mostradas en la **tabla 3.4**.

- **La estación limnigráfica Toachi Grande AJ Baba** está localizada 4 km antes de la confluencia del Toachi en el Baba y por ella drena un área de 489 km<sup>2</sup>. La estación disponía de limnógrafo y siete limnímetros instalados en la margen izquierda y los aforos se ejecutaban desde el sistema cable-carro.

Inició su operación en mayo / 1984 y actualmente ya no funciona. La cuenca del Toachi Grande colinda con la divisoria sur y sur-este de la cuenca del Bimbe.

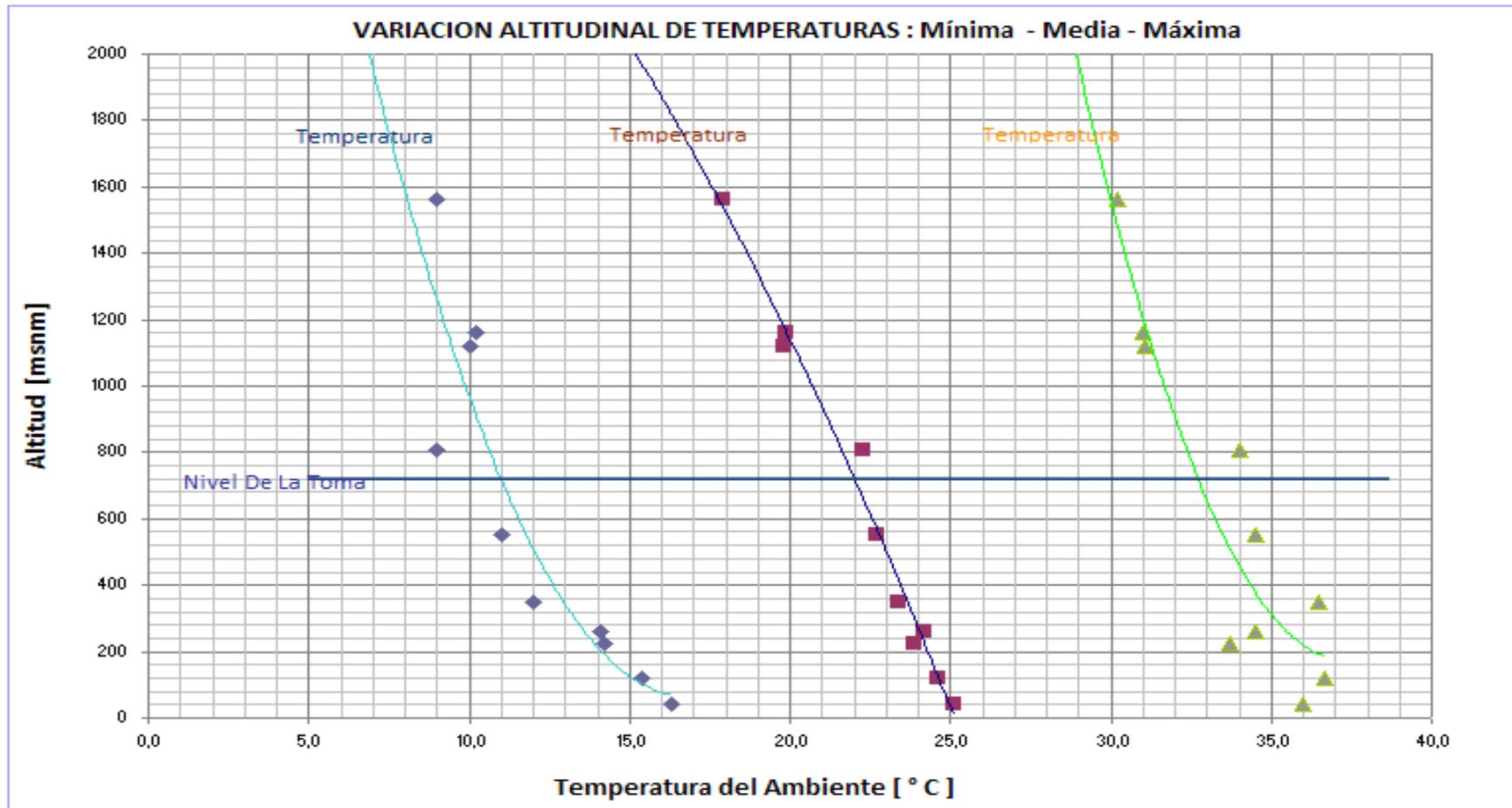
- **La estación limnigráfica Baba DJ Toachi Grande**, está localizada aproximadamente a 5,4 km aguas abajo de la confluencia del Toachi Grande en el Baba luego de una gran curva con retorno que hace el río en el sitio denominado Corriente Larga y, por ella drena un área de 1 456 km<sup>2</sup>.

La estación dispone de un limnógrafo y cuatro limnímetros instalados en la margen izquierda y los aforos se ejecutan desde el sistema cable-carro. Sus registros de nivel abarcan el período 1965-1997 y fueron depurados en el estudio del proyecto Hidroeléctrico Baba generándose la correspondiente serie de caudales que después son transpuestos para usarlos en el proyecto Toachi.

### **3.5 TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA, VIENTO EN LAS ESTACIONES**

Las temperaturas se interpretan en forma regional, de manera que se pueden obtener valores para cualquier altitud en la cuenca, en el rango de 200 a 2500 msnm.

- El **gráfico 3.4** es un resumen de lo registrado en temperaturas, humedad y vientos en las estaciones. Los valores medios son el promedio de todos los días; las temperaturas mínimas -máximas son los mínimo-máximo registrados en algún instante de todo el período. La humedad-extrema es dato de alguna de las lecturas del observador y en cuanto a vientos, se dan valores puntuales en las estaciones que tienen registro.
- El **gráfico 3.4** es regional y relaciona la variable meteorológica con la altitud y es trazado para las temperaturas media, máxima-mínima absolutas. Con los registros de las estaciones más cercanas al Toachi tomados del proyecto Bimbe, para la zona circundante en general, valores extremos de temperatura, desde 11° C a los 33,5° C que son determinados de acuerdo a la altura de captación del proyecto Toachi y usando el **grafico 3.4**.



**Gráfico 3.4.** Pluviometría – Variación altitudinal de temperaturas: Mínima – Media - Máxima

### 3.6 LLUVIAS

En una cuenca de transición entre la llanura costera y la estribación andina, la magnitud y ocurrencia de la lluvia depende de la estacionalidad de las masas húmedas que ascienden desde el Océano Pacífico y es influenciada en cierta medida por la orografía ocasionando el régimen occidental, con la época más húmeda que va de enero a mayo y el estiaje de julio a noviembre siendo los otros meses, la transición entre estaciones.

#### 3.6.1 Lluvias anuales en las estaciones y sitios de obra

Ante la carencia de estaciones dentro de la cuenca, no se trazan isoyetas anuales. De hecho, en un área comprendida desde el margen izquierdo del Baba en un ancho que va hasta la divisoria andina y en una longitud N-S de  $\pm 50$  km que va desde Santo Domingo de los Colorados hasta la Est. Baba DJ Toachi no hay una sola estación de lluvias. Por lo que, utilizando los resultados determinados para las cuencas se traza un **gráfico 3.4** regional de variación altitudinal de lluvia para interpretar el comportamiento de la meteorología de la cuenca del Toachi.

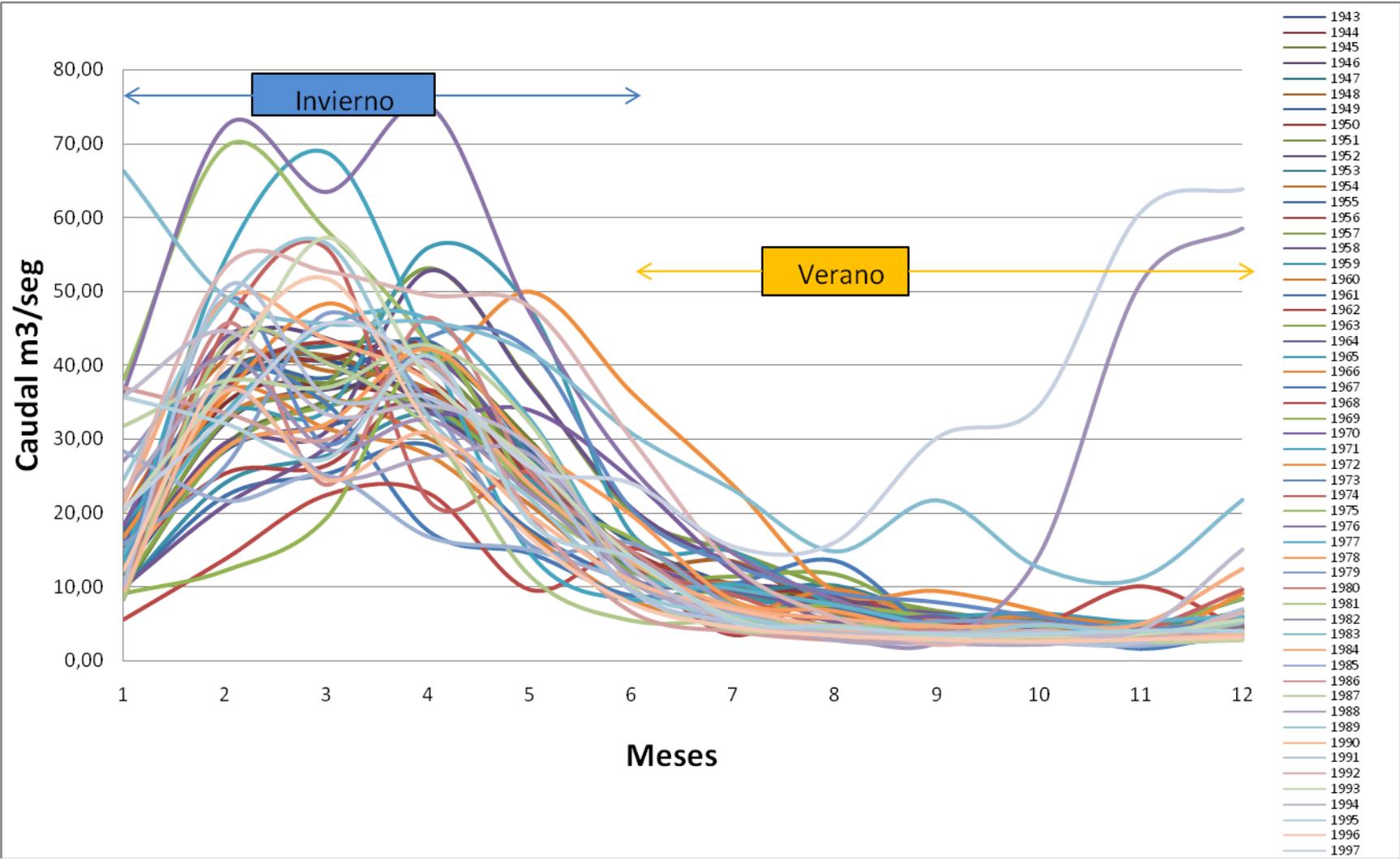
### 3.6.2 Períodos Estacionales

En el **gráfico 3.5** se resume la distribución mensual de los caudales naturales obtenidos en la cuenca del río toachi, para los años medios de los que se deduce que (en promedio):

Los meses de mayor lluvia (**INVIERNO**) van de enero a mayo.

Los meses de menores lluvias (**VERANO**) van de julio a noviembre.

Los otros meses son de transición entre verano e invierno.



**Grafico 3.5.** Pluviograma mensual de la Estación Toachi Grande AJ Baba de la cuenca del Río Toachi

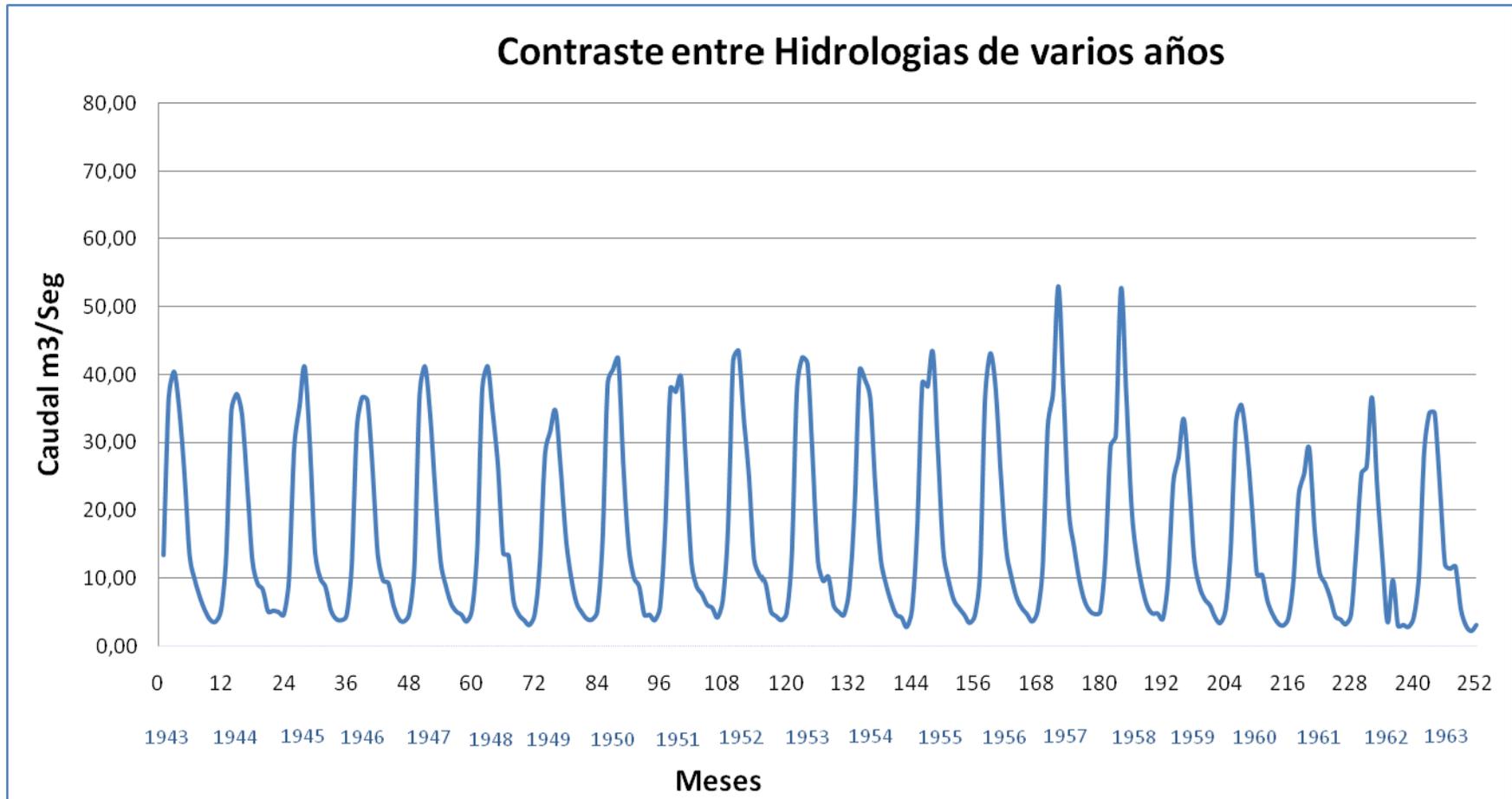
### 3.7 ANALISIS DE CRECIDAS

El dimensionamiento de las obras civiles debe realizarse de tal manera que éstas sean capaces de soportar condiciones extremas que puedan suscitarse durante el tiempo de vida útil de la central. Estas obras se diseñan tomando como referencia el mayor caudal que posiblemente ocurra durante los próximos 33 años, lo cual es razonable, considerando que el tiempo de vida útil de este tipo de proyectos es de 50 años.

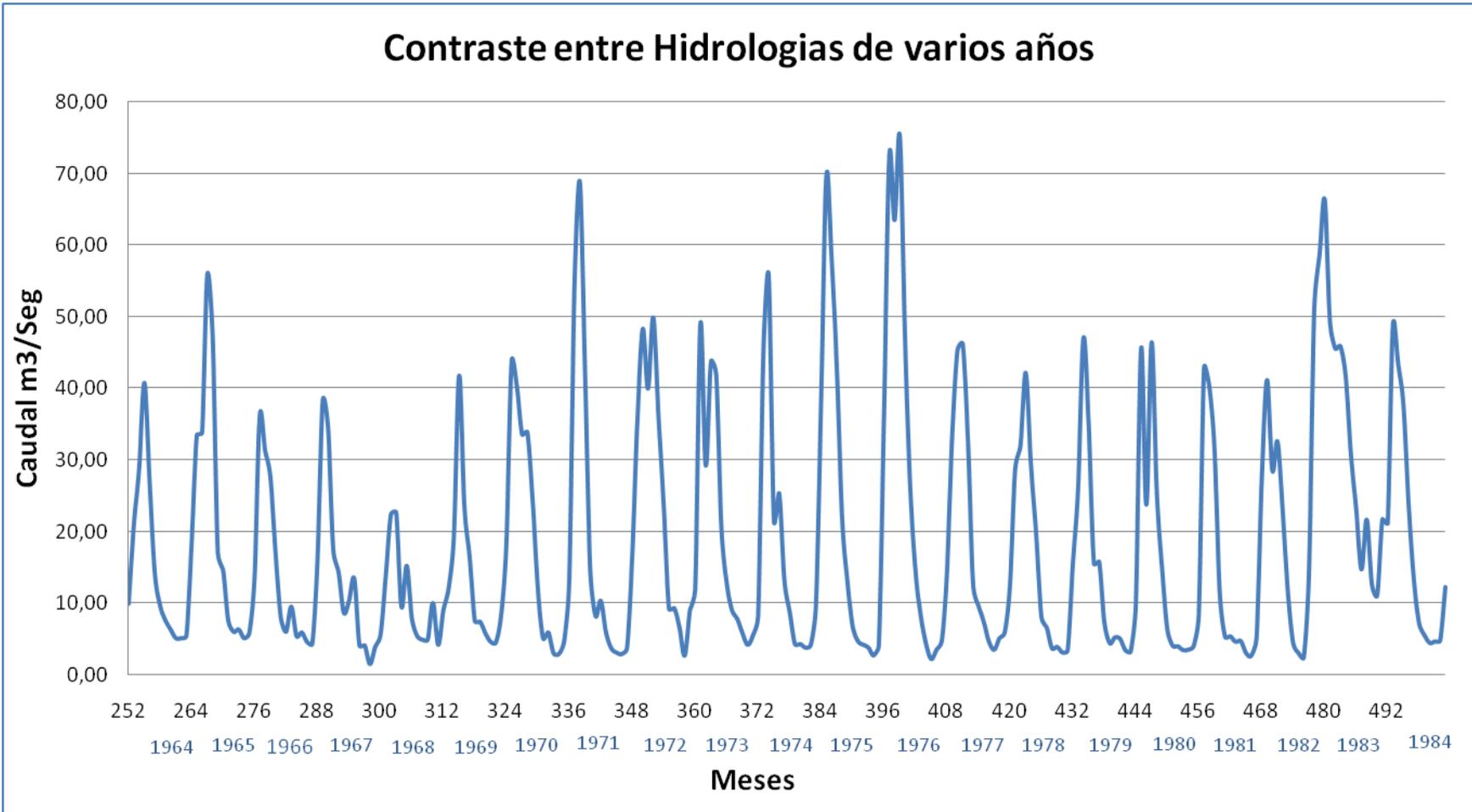
La determinación de estos caudales máximos para períodos de tiempo determinados (tiempo de retorno), se conoce como análisis de crecidas. Existen varios métodos que se pueden emplear para realizar este análisis, siendo los métodos estadísticos los más utilizados.

Se va a contar con un historial de los caudales anuales máximos para el Río Toachi, de la estación meteorológica de Toachi Grande AJ Baba.

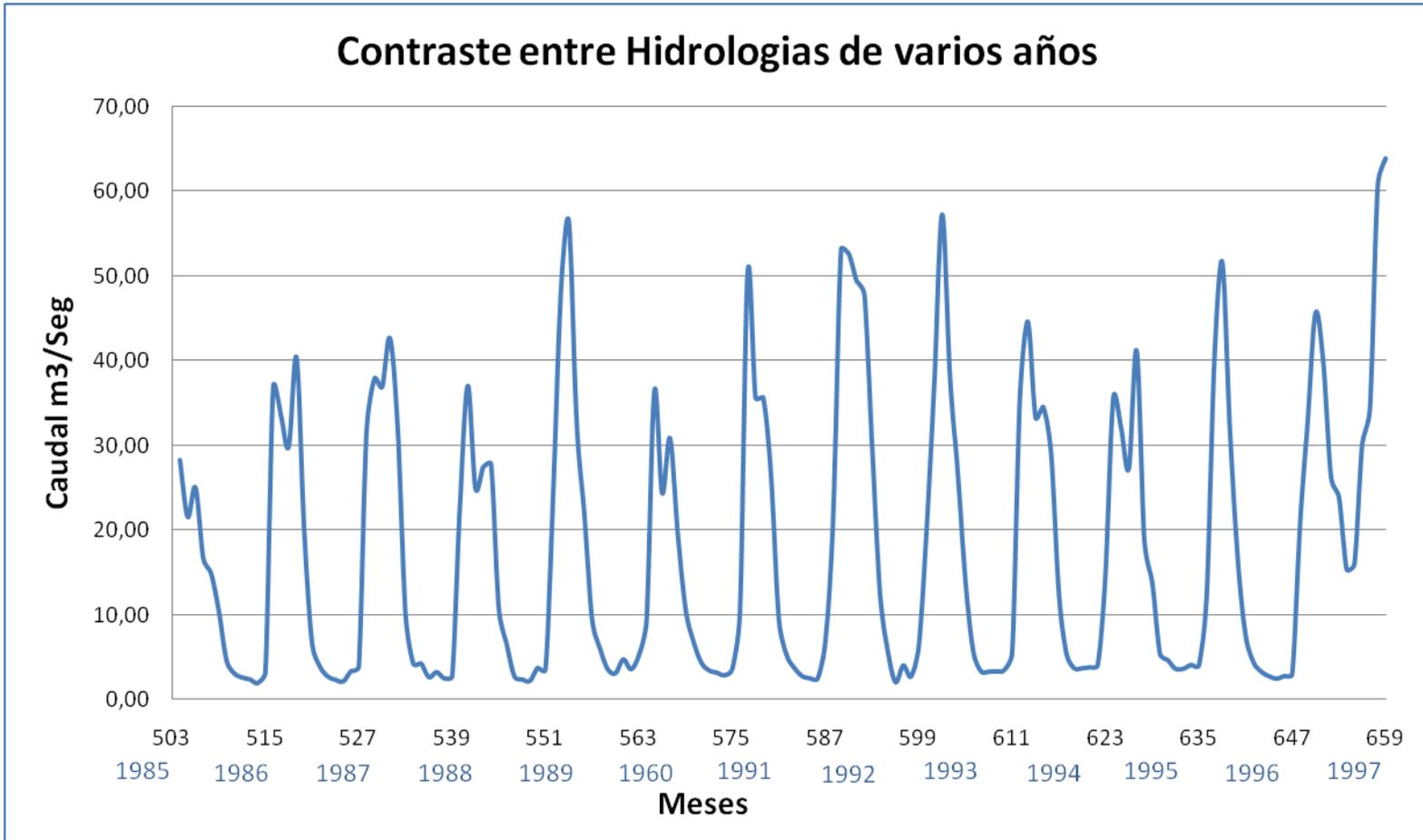
En las **Graficas 3.6, 3.7 y 3.8** a continuación, se examinan los años húmedos, secos y medio en el periodo de 1943 – 1997 y se determino que el máximo caudal que se produjo fue en el año de 1976 y alcanzo un máximo de  $75 \text{ m}^3/\text{Seg}$  por lo que las obras civiles en la toma deberían ser diseñadas para soportar caudales como los que se presentaron en este año.



**Grafico 3.6. Análisis de Crecidas 1964 - 1984**



**Grafico 3.7. Análisis de Crecidas 1964 - 1984**

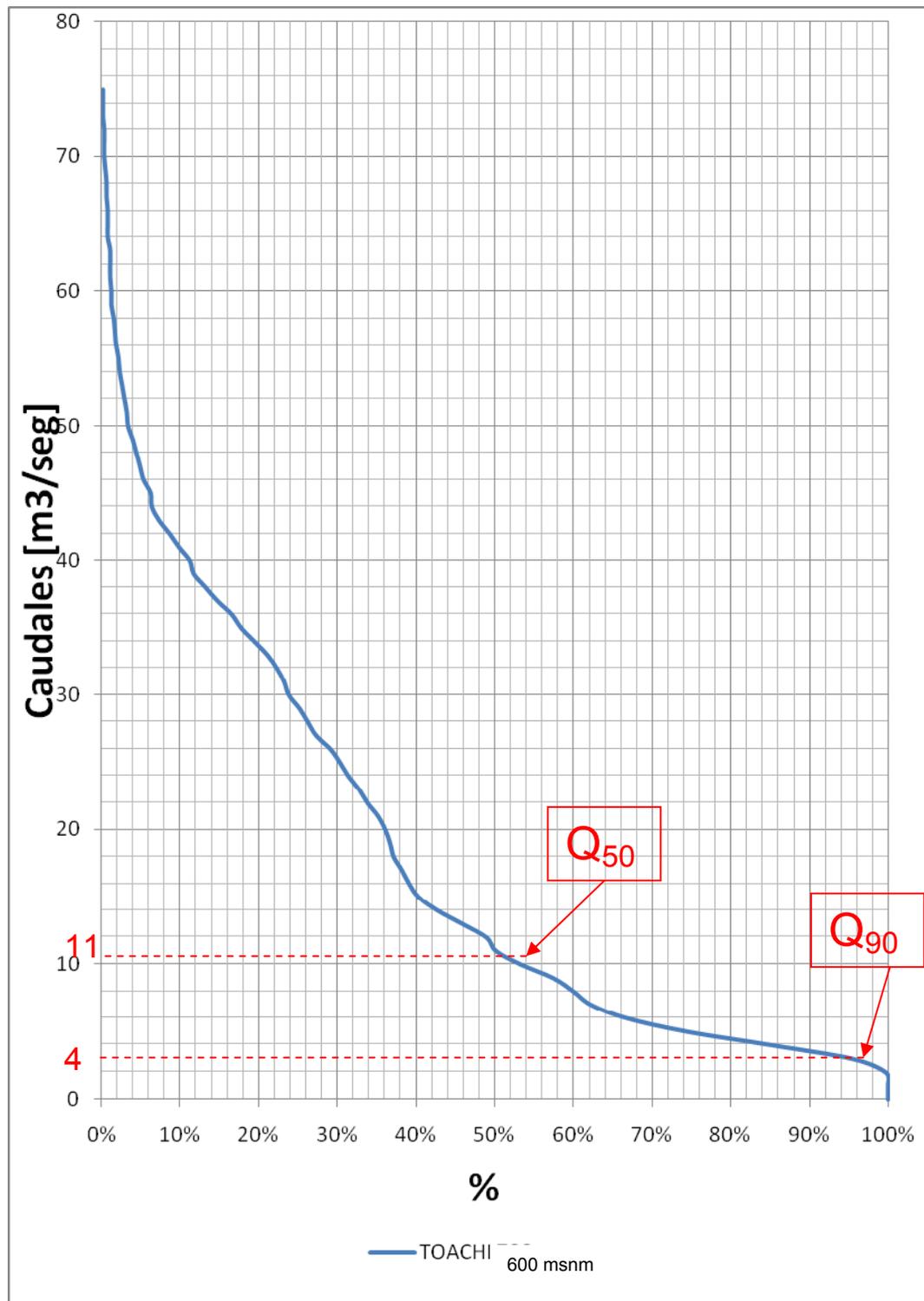


**Grafico 3.8. Análisis de Crecidas 1985 - 1997**

### 3.8 TABLAS Y CURVAS DE CAUDALES

Para realizar las tablas y curvas de caudales, se utilizó los datos de caudales promedio mensuales de la estación meteorológica Toachi Grande AJ Baba.

Mediante la cual se obtendrá los caudales máximos, medios y mínimos durante el periodo de 1943 hasta 1997 que son los datos recogidos de la estación antes mencionada y datos transpuestos para los años faltantes que se presenta en las tablas del **anexo 4 y anexo 5**, con ello se grafico la curva de duración de caudales que se muestra en la **grafica 3.9** que permitirá obtener los caudales medio Q50 y caudal Q90. Después de ello, se procederá a calcular el caudal de diseño  $Q_{\text{Diseño}}$  a utilizar en el proyecto para la generación de energía.



**Gráfico 3.9.** Curva de duración de caudales promedio mensuales de 1943 a 1997 para el proyecto Río Toachi, para la toma a 600 msnm.

De esta forma se han determinado los caudales Q50 y Q90. A este último se lo conoce también como caudal firme. En la **tabla 3.5** se presentan estos valores.

**Tabla 3.5**  
**Caudales de interés del proyecto TOACHI**

<b>Toma</b>	<b>600msnm</b>
<b>Q<sub>medio</sub> (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>17.71</b>
<b>Q50 (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>11</b>
<b>Q90 (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>4</b>

Los nuevos reglamentos establecen que se debe considerar un caudal ecológico equivalente al 10% del caudal medio del proyecto para preservar el ecosistema, el cual depende de las aguas del río. De esta manera, el caudal de diseño y firme para las tres tomas son los que se presentan en la tabla.

TABLA 3.6

**Caudales de interés, considerando disminución por el caudal ecológico**

Toma	600 msnm
<b>Q diseño (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>9</b>
<b>Q50 (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>9.29</b>
<b>Q90 (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>2.29</b>
<b>Q ecológico (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>1.77</b>

En los análisis hidrológicos realizados por el ex INECEL como parte de los estudios de pre-factibilidad de los proyectos Echeandía, Caluma y Chanchán se ha determinado que el caudal de diseño es aproximadamente igual al caudal medio, luego de haber realizado la optimización de caudales. Para la realización del presente proyecto hemos seleccionado el caudal de diseño  $Q = 9 \text{ m}^3/\text{s}$ , acogiéndonos a los resultados de los estudios antes mencionados y considerando que el comportamiento hidrológico y estacional de la cuenca de estudio de Balsapamba es muy similar a la de Echeandía y Caluma, pero principalmente que los caudales han sido transpuestos a partir de los registrados en la estación Echeandía.

Todos los cálculos como el dimensionamiento de los equipos y las producciones energéticas de cada central se han realizado basados en estos caudales de diseño.

## **CAPITULO IV: PRODUCCIÓN ENERGÉTICA**

## **4.1 INTRODUCCIÓN**

Las producciones energéticas de una central hidroeléctrica se ven afectadas por diferentes condiciones las cuales inciden directamente en la energía total en Kwh que puede producir la central, las características hidrológicas del río en que se ubica y por las probabilidades de falla de los equipos electromecánicos son dos de los principales factores que afectan la producción de la central.

La determinación de las producciones energéticas es un requerimiento indispensable para conocer la rentabilidad de un proyecto energético durante su tiempo de vida útil. Para el caso de un proyecto hidroeléctrico, cuyo tiempo de vida útil es de 50 años, el análisis consiste en realizar proyecciones a futuro de lo que podría generar la central, basándose en registros históricos de los caudales mensuales promedio del río cuyas aguas se desea aprovechar.

Considerando lo anterior, se ha definido una producción representativa de la central hidroeléctrica Toachi, la misma que con fines de valorar los beneficios de la central y simplificar los cálculos, se asume se mantendrá constante a través del tiempo y durante la vida útil de la misma.

## **4.2 CONCEPTOS UTILIZADOS**

Para la determinación de la producción energética en la central hidroeléctrica Toachi, se ha realizado el siguiente análisis para la optimización del ingreso por producción de energía. Para centrales hidroeléctricas existen modalidades de pago establecida en la Ley de régimen de sector eléctrico.

La primera establece que se paga la energía producida por la central, mas la disponibilidad de la central para periodos de estiaje, se define como estación seca, al período comprendido entre los meses de octubre de un año a marzo del próximo año. En el Artículo 3 de este mismo Reglamento, se define a la energía firme como la producción efectiva de una planta hidráulica, en un período dado, que en función de los caudales mensuales aportados y la capacidad del reservorio, asegure una probabilidad de ocurrencia del 90 % anual.

Segundo, existe un incentivo para la creación de nuevas centrales de pequeña capacidad con lo cual se premia con un valor de venta especial de 5 centavos el kilowatio hora esta regulación se muestra en el **anexo bibliográfico**, al cual aplicaremos en nuestro proyecto debido a que por medio de este obtendremos un mejor rédito por energía entregada al sistema nacional interconectado.

### 4.3 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

La metodología de cálculo de los parámetros antes señalados se describe a continuación:

Mediante la REGULACIÓN No. CONELEC – 009/06, Precios de la energía Producida con recursos Energéticos Renovables no convencionales para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas: Generación a base de centrales hidroeléctricas con capacidad instalada igual o menor a 10 megavatios. Las cuales tendrán despacho preferente y un precio especial de KWH.

Partiendo de la serie de caudales naturales medios mensuales registrados en el período 1943 – 1997, del cual se resto el caudal ecológico que para el estudio se ha considerado el valor de 10% del caudal medio, recomendado en el estudio de impacto ambiental correspondiente.

Para la operación de la central se fijo un caudal de 9 m<sup>3</sup>/s, con el mismo podremos aprovechar de mejor forma en recurso ya que en los meses de invierno según podemos observar en el **Anexo 6** y **Anexo 7** los caudales están muy por encima del caudal fijado. Si bien es cierto que en los meses de sequía los caudales son muy pequeños y en algunos estos dejarían la central fuera de servicio, pero en los meses de gran afluencia compensaríamos con producción máxima estos meses de estiaje. Se

presentan en el **anexo 8** y **anexo 9** los caudales turbinados del año 1943 a 1997.

#### **4.4 GENERADORES**

Para el proyecto se escogió la utilización de 2 generadores con turbinas tipo Pelton de diferente capacidad que suman 7,5 MW. El primer generador con una capacidad de 2,5 MW para cuando los caudales van de 3 m<sup>3</sup>/ seg hasta un mínimo 0,9 m<sup>3</sup>/seg ya que por el tipo de turbina el mismo puede funcionar hasta el 30% de su capacidad con lo cual nos entregara una potencia mínima de 0.75 MW y el segundo generador será de 5 MW de capacidad para el cual el caudal mínimo de puesta en servicio con una turbina Pelton será de 1.8 m<sup>3</sup>/ seg con una potencia entregada de 1.5 MW, cuando la turbina opere al máximo de su capacidad tendrá un caudal máximo absorbido de 6 m<sup>3</sup>/ seg con una potencia de generación de 5MW. La puesta en servicio de las unidades genéricas va de acuerdo a la optimización de la energía a entregar al sistema.

Se calculan las pérdidas hidráulicas en la conducción asociadas a cada caudal mensual y con ellas se determina la altura de caída neta.

El producto del caudal por la altura neta y el Factor de Rendimiento de la central, da como resultado los valores de la potencia que mensualmente la central hidroeléctrica puede suministrar al sistema eléctrico al cual va a conectarse y se muestran en las tablas del **anexo 10** y **anexo 11**.

La potencia media diaria transformada a unidades de energía representa el valor de la energía media diaria de la central. Este análisis se realiza para todos los años del período 1943 – 1997. La energía diaria expresada luego en valores medios mensuales y anuales se presenta en las tablas de los **anexos 12** y **anexo 13**.

**Tabla 4.1** Parámetros para el cálculo de potencia y energía del Proyecto Toachi

<b>DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA ENERGÍA</b>	
Altura Bruta (Hb) en metros	100

Factor para el cálculo de pérdidas por altura (k)	0.07
Factor de eficiencia de la turbina ( $\eta_t$ )	0.92
Factor de eficiencia en el generador ( $\eta_g$ )	0,92
Factor de eficiencia del transformador ( $\eta_{Tr}$ )	0,92

En las **tablas de los anexos 12 y anexo 13** podemos observar los valores de la energía por año en el histórico en el cual podemos notar que a pesar de que tenemos valores de 0 en algunos meses por estiaje contamos con buena producción de energía lo cual justifica nuestra potencia instalada de 7,5 MW de generación.

El promedio de producción de energía en la planta está alrededor de los 46,8 GWh anual. Con valores que van desde 65,23 GWh anual como máximo y 34,6 GWh anual como mínimo.

Lo cual nos da como resultado en porcentaje de utilización de capacidad instalada lo siguiente que se muestra en la **tabla 4.2**:

**Tabla 4.2** Porcentaje de utilización de capacidad instalada del Proyecto Toachi

<b>Energía Entregada Anual</b>	<b>GWH</b>	<b>% Utilización de capacidad instalada (65,7 GWh)</b>
<b>Máxima</b>	65,23	99,3
<b>Promedio</b>	46,8	71,23
<b>Mínima</b>	34,6	52.7

#### **4.5 POTENCIA REMUNERABLE**

Para el proyecto se escogió la ley expuesta en la REGULACIÓN No. CONELEC – 009/06 con ello define que la potencia remunerable a un precio dado por el estado.

## **CAPITULO V: EVALUACIÓN ECONÓMICA.**

### **5.1 INTRODUCCION**

En este capítulo se muestran los métodos utilizados para el análisis financiero del proyecto Aprovechamiento de las aguas del Rio Toachi, partiendo de la producción energética estimada la cual será vendida en el mercado eléctrico bajo la tarifa especial para centrales de energía eléctrica no convencional, los costos de operación y mantenimiento y la inversión necesaria para la construcción, referentes que son utilizados para el análisis de la Tasa interna de Retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN).

### **5.2 ANALISIS ECONOMICO**

- **Determinación de la Remuneración por Ventas de Energía**

La remuneración por venta de energía para centrales de energía eléctrica no convencionales indica que como tarifa especial solo se pagara por energía producida mas no por potencia disponible el precio fijado para esta es de 5 centavos de dólar para centrales en territorio continental que van de 5MW a 10MW, para obtener la energía promedio anual partimos de los caudales históricos del Río Toachi.

- **Remuneración por Energía Entregada al MEM**

En la **tabla 5.1** se muestra el promedio de la energía anual producida por el aprovechamiento del Río Toachi que se determinó en el capítulo de producciones energéticas.

**Tabla 5.1** Energía promedio producida por el Aprovechamiento del Río Toachi

---

<b>Energía Promedio Anual (GWH)</b>	<b>46,80</b>
-------------------------------------	--------------

---

Con los datos mostrados en la tabla 5.1 y el precio fijado por la regulación 009/06 se obtiene el ingreso promedio anual en el Mercado Eléctrico Mayorista por venta de energía para un periodo de 50 años necesario para el análisis financiero ya que se considera la vida útil del proyecto:

**Tabla 5.2** Remuneración por concepto de venta de energía en un periodo de 50 años de la central

---

<b>Remuneración en \$.KWh</b>	<b>117.170.046,03</b>
-------------------------------	-----------------------

---

- **Remuneración por venta de certificados de Reducción de emisión de Carbono.**

Los Certificados de emisión de Carbono (CER) fueron creados a partir del protocolo de Kioto (PK) sobre el cambio climático el cual es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases provocadores del calentamiento global: dióxido de carbono, gas metano, óxido nítrico, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre, en un porcentaje aproximado de un 5%, en un periodo que va desde el 2008 al 2012 en comparación a las emisiones del año 1990

Los países ratificantes del PK se denominan partes y se agrupan en dos categorías según su grado de desarrollo. El primer grupo se integra con países desarrollados que han adoptado compromisos de reducción de emisiones y el segundo con países en desarrollo que, por este motivo,

no han asumido obligaciones de disminución de emisiones pero que contribuyen al objetivo del protocolo a través de la acogida en sus territorios de actividades que reduzcan y absorban cantidades de emisiones en la atmosfera.

El precio en el cual han sido calculados los ingresos por venta de CER en el proyecto es de \$10, el cual es un valor acercado al precio actual de los CER's. El cálculo de los CER's se realiza como ingreso en los primeros 14 años del proyecto debido a los 4 años que restan para la culminación de la primera etapa del protocolo de Kioto y los 10 restantes para una segunda etapa debido al amplio incumplimiento de la primera según las estadísticas actuales.

- **Hipótesis de cálculo**

Una vez obtenidos el presupuesto de la obra, el cual es un presupuesto referencial y se muestra en el **anexo 14** y los ingresos a percibir a través de los datos históricos de caudales de 53 años, se realiza el análisis

económico partiendo del supuesto que el proyecto tendrá una duración de 50 años como se menciona en los capítulos anteriores. De los cuales se desglosan costos como el de operación y mantenimiento que corresponden al 1% de la inversión del proyecto.

Adicional a los supuestos se toma en cuenta la venta de CER's, considerando que 1Mwh equivale a 0.7 CER's como producto de esta venta se registra un ingreso anual del 2.16% con respecto a la inversión, con lo cual se contabiliza un total de 14 años de ingresos por la venta de los mismos.

Los gastos por seguros corresponden al 0.5% con respecto de la inversión, la depreciación en cambio corresponde a un 3.14%.

En lo que respecta al supuesto a cerca de las tasas de referencia para los cálculos de inversión como tasas de interés y riesgo país podemos decir que los cálculos se hicieron considerando que el proyecto será financiado por estado por lo que el Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) se reduce considerablemente comparado con el valor a si fuese destinado el proyecto a una inversión privada, los valores que se usan para el cálculo del WACC se muestran en la **tabla 5.3**.

**Tabla 5.3** Principales tasas a utilizar para el cálculo del WACC

<b>Riesgo soberano</b>	<b>0%</b>
<b>Default Spread</b>	<b>11.4%</b>

A partir de estos valores y de los porcentajes de inversión propia y a préstamos obtenemos finalmente el valor del WACC mediante la siguiente ecuación:

$$K = \frac{D}{D+E} K_d (1-t) + \frac{E}{D+E} K_e + \text{Riesgo No Sistemático.}$$

Donde:

El valor del WACC  $K = 12,04$ .

### 5.3 RESULTADOS DEL TIR Y VAN

A partir de las consideraciones descritas se procede a realizar el análisis económico para de esta forma denotar si el proyecto es rentable o no, en la **tabla 5.4** se presentan los resultados del TIR y VAN para el proyecto

**Tabla 5.4** Resultado de Análisis económico para el Proyecto Rio Toachi

---

TIR	VAN
16.02%	\$3.359.542,49

---

A partir de los resultado podemos concluir que con un TIR del 16% el proyecto es aceptable, y aún más ya que el análisis financiero nos arroja un VAN de \$3.359.542,49 y para un VAN positivo el proyecto es factible. Es posible realizar el proyecto con inversión nacional por parte del gobierno ecuatoriano ya que con la aprobación de la nueva constitución del 2008 se aprobaron artículos para el impulso este tipo de centrales a continuación podemos traer a mención los artículos:

**Art. 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.

**Art. 414.-** El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la

contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

## CONCLUSIONES

1. En base a todo lo expuesto, consideraciones tomadas y resultados obtenidos tanto en la parte técnica como económica en la realización de la presente tesis podemos concluir, que el proyecto hidroeléctrico Toachi es una opción viable para ser ejecutado.
2. El Ecuador es un país rico en recursos hidroeléctricos, los cuales deberían ser aprovechados para la producción de energía limpia y segura y de esta manera suplir el constante incremento de la carga en el territorio nacional.
3. Para los proyectos hidroeléctricos de este tipo el inconveniente es el tiempo que demora, para que la central entre en operación desde su inicio de construcción, ya que la potencia instalada no es representativa con el incremento anual de la carga, pero podría ser destinados estos proyectos para zonas específicas como islas de generación en lugares donde el incremento de la carga no es significativo.

## RECOMENDACIONES

Para la viabilidad de este proyecto se utilizaron muchas consideraciones las cuales son importantes mencionar y recomendar tomar en cuenta.

1. La generación mediante centrales de paso es de las más recomendadas ya que no afecta el medio ambiente como lo hace las de un embalse por lo tanto es de un impacto mínimo en consideraciones ambientales, también posee una gran ventaja ya que es de precio preferente debido a su capacidad instalada. También podemos considerar más ventajas como la ubicación del mismo en cuya inmediación el terreno es arcilloso de una calidad ventajosa ya que permite aprovechar el mismo en la construcción de la central y su canalización.
2. Las crecidas del río en temporada invernal nos permiten una generación a máxima capacidad en largos periodos de tiempo lo cual garantizaría un retorno con lo cual una pronta recuperación de la inversión y en temporada de estiaje debido a una caída aproximadamente de 100 metros nos permite el uso de una turbina como es la Pelton que puede trabajar al 30% de su capacidad pudiendo de esta forma aprovechar hasta un mínimo de caudal existente en el afluente.

El proyecto se encuentra en una zona en desarrollo de agricultura para lo cual la generación de la central podría suplir necesidades de energía al sector público como al privado, de esta forma dando un amplio espectro de acción para el Proyecto Rio Toachi Grande.

Por todo lo expuesto anteriormente es más que una recomendación llevar adelante la Factibilidad de este proyecto ya que es demostrado mediante análisis económico, social y ambiental que el mismo es recomendable para el progreso de la sociedad con Energía sustentable.



# **ANEXOS**

## **REGULACIÓN No. CONELEC – 009/06**

### **PRECIOS DE LA ENERGÍA PRODUCIDA CON RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES NO CONVENCIONALES**

#### **EL DIRECTORIO DEL CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD CONELEC**

##### **Considerando:**

Que, el Art. 63. de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, establece que el Estado fomentará el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, la banca de desarrollo, las universidades y las instituciones privadas;

Que, la seguridad energética para el abastecimiento de la electricidad debe considerar la diversificación y participación de las energías renovables no convencionales, a efectos de disminuir la vulnerabilidad y dependencia de generación eléctrica a base de combustibles fósiles;

Que, es de fundamental importancia la aplicación de mecanismos que promuevan y garanticen el desarrollo sustentable de las tecnologías renovables no convencionales, considerando que los mayores costos iniciales de inversión, se compensan con los bajos costos variables de producción, lo cual a mediano plazo, incidirá en una reducción de los costos de generación y el consiguiente beneficio a los usuarios finales;

Que, como parte de la equidad social, se requiere impulsar el suministro de la energía eléctrica hacia zonas rurales y sistemas aislados, en donde no se dispone de este servicio, con la instalación de centrales renovables no convencionales, distribuyendo los mayores costos que inicialmente estos sistemas demandan entre todos los usuarios del sector;

Que, para disminuir en el corto plazo la dependencia y vulnerabilidad energética del país, es conveniente mejorar la confiabilidad en el suministro, para lo cual se requiere acelerar el proceso de diversificación de la matriz energética, prioritariamente con fuentes de energía renovable no convencionales –ERNC-, con lo cual se contribuye a la diversificación y multiplicación de los actores involucrados, generando nuevas fuentes de trabajo y el desarrollo de una tecnología propia;

Que, la apertura a la competencia del Mercado Eléctrico Mayorista se justifica sobre la base de una generación que a la vez que garantice el suministro, respete el medio ambiente, incorporando tecnologías que la resguarden y preserven la utilización de los recursos no renovables, especialmente en zonas altamente sensibles como la Provincia Insular de Galápagos;

Que, como parte fundamental de su política energética, la mayoría de países a nivel mundial, vienen aplicando diferentes mecanismos de promoción a las tecnologías renovables no convencionales entre las que se incluyen las pequeñas centrales hidroeléctricas, lo que les ha permitido desarrollar en forma significativa este tipo de recursos;

Que, el Art. 64 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, establece que el CONELEC dictará las normas aplicables para el despacho de la electricidad producida con energías no convencionales tendiendo a su aprovechamiento y prioridad;

Que, en la parte final del Art. 53, del Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, se establece que la operación de las centrales de generación que utilicen fuentes no convencionales se sujetará a reglamentaciones específicas dictadas por el CONELEC;

Que, para el cumplimiento de las políticas y disposiciones legales y reglamentarias, referidas en los considerandos anteriores, tanto en el Reglamento de Despacho y Operación del Sistema Nacional Interconectado como en el Reglamento Sustitutivo para el Funcionamiento del Mercado Eléctrico Mayorista, se han dictado las normas que permitirán el Despacho y Operación de las unidades que utilizan energías renovables no convencionales; concretamente en el Art. 21 del Reglamento últimamente citado, se ha fijado la facultad del CONELEC para establecer los precios que el CENACE debe utilizar para valorar la producción de cada una de estas plantas, sobre la base de referencias internacionales, cuyo valor total será distribuido proporcionalmente a las transacciones económicas realizadas por los Distribuidores y Grandes Consumidores en el MEM; y,

En ejercicio de las facultades otorgadas por los literales a) y e) del Art. 13 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico,

## **Resuelve:**

Expedir la presente Regulación por la cual se establecen los precios de la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales.

### **1. OBJETIVO Y ALCANCE**

La presente Regulación tiene como objetivo el establecimiento de los precios, su período de vigencia, y forma de despacho para la energía eléctrica entregada al Sistema Nacional Interconectado y sistemas aislados, por los generadores que utilizan fuentes renovables no convencionales.

Para los efectos de la presente regulación, las energías renovables no convencionales comprenden las siguientes: eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotermia y nuevas pequeñas centrales hidroeléctricas.

### **2. DEFINICIONES**

**Central a biomasa:** central que genera electricidad utilizando como combustibles: residuos forestales, residuos agrícolas, residuos agroindustriales y ganaderos y residuos urbanos.

**Central a biogás:** Central que genera electricidad utilizando como combustible el biogás obtenido en un digestor como producto de la degradación anaerobia de residuos orgánicos.

**Central convencional:** Central que genera electricidad utilizando como energía primaria las fuentes de energía que han tenido ya una larga trayectoria de explotación y comercialización a nivel mundial, como por ejemplo: agua, carbón, combustibles fósiles, derivados del petróleo, gas natural, materiales radioactivos, etc.

**Central eólica:** Central que genera electricidad en base a la energía cinética del viento.

**Central geotérmica:** Central que genera electricidad utilizando como energía primaria el vapor proveniente del interior de la tierra.

**Central no convencional:** Central que utiliza para su generación recursos energéticos capaces de renovarse ilimitadamente provenientes del: sol (fotovoltaicas), viento (eólicas), agua, (pequeñas centrales hidroeléctricas), interior de la tierra (geotérmicas), biomasa, biogás, olas, mareas, rocas calientes y secas, las mismas que, por su relativo reciente desarrollo y explotación, no han alcanzado todavía un grado de comercialización para competir libremente con las fuentes

convencionales, pero que a diferencia de estas últimas, tienen un impacto ambiental muy reducido.

**Central solar fotovoltaica:** Central que genera electricidad en base a la energía de los fotones de la luz solar, que al impactar las placas de material semiconductor del panel solar fotovoltaico, desprenden los electrones de su última órbita, los mismos que al ser recolectados forman una corriente eléctrica.

**Pequeñas Centrales Hidroeléctricas:** Generación a base de centrales hidroeléctricas con capacidad instalada igual o menor a 10 megavatios.

### **3. POTENCIA LÍMITE**

Exceptuando a las pequeñas centrales hidroeléctricas cuya capacidad nominal instalada no puede superar 10 MW, para las demás tecnologías renovables no convencionales, la presente Regulación reconoce el precio de la energía y su vigencia de aplicación para centrales de generación con una potencia efectiva instalada de hasta 15 MW.

En el caso que la potencia efectiva de la central supere el límite de los 15 MW, solamente la producción correspondiente a los primeros 15 MW tendrán los precios que contempla esta regulación, mientras que la potencia y energías excedentes deberán ser comercializados como cualquier central convencional.

El límite antes señalado podrá ser reajustado en el futuro, en función del incremento de la potencia instalada del parque generador del MEM.

### **4. DESPACHO PREFERENTE**

El CENACE despachará, de manera obligatoria y preferente, toda la energía eléctrica que las centrales que usan recursos renovables no convencionales entreguen al Sistema, hasta el límite de capacidad instalada establecido en el Art. 21 del Reglamento Sustitutivo al Reglamento para el Funcionamiento del MEM.

Si el límite del 2% se supera, con la incorporación de nuevas centrales no convencionales, éstas serán despachadas en orden de mérito económico, en base a su costo variable de producción de igual forma que las centrales convencionales que operan en el MEM.

El despacho preferente y obligatorio se efectuará por central; los precios de la energía no serán tomados en cuenta para la determinación del costo marginal horario en el MEM.

## **5. PUNTO DE ENTREGA Y MEDICIÓN**

El punto de entrega y medición de la energía producida por este tipo de plantas, será el punto de conexión con el Sistema de Transmisión o Distribución, adecuado técnicamente para entregar la energía producida.

El sistema de medición comercial deberá cumplir con lo indicado en la Regulación vigente sobre la materia.

## **6. CALIDAD DEL PRODUCTO**

Los parámetros técnicos para la energía eléctrica suministrada por estos generadores, en el punto de entrega al SNI, serán los mismos que los establecidos para los generadores convencionales, señalados en las Regulaciones, que sobre la materia, estén vigentes.

## **7. REQUISITOS PARA LA CONEXIÓN**

En el punto de entrega, el generador debe instalar todos los equipos de conexión, control, protección y medición cumpliendo con la normativa vigente sobre la materia y demás requisitos que se exijan en los instructivos de conexión del transmisor o del distribuidor.

## **8. PREVISIÓN DE ENERGÍA A ENTREGARSE**

Los generadores que están sujetos al despacho centralizado, deben comunicar al CENACE, la previsión de producción de energía horaria de cada día, dentro de los plazos establecidos en los Procedimientos de Despacho y Operación, a efectos de que el CENACE realice la programación diaria.

Los generadores que no están sujetos al despacho centralizado, deberán cumplir con lo establecido en el Art.29 del Reglamento de Despacho y Operación.

## **9. PRECIO DE LA ENERGIA.**

Los precios a reconocerse por la energía medida en el punto de entrega, expresados en centavos de dólar de los Estados Unidos por kWh, son aquellos indicados en el cuadro que se presenta más adelante.

No se reconocerá pago por potencia a la producción de las centrales no convencionales.

<b>CENTRALES</b>	<b>PRECIO (cUSD/kWh) Territorio Continental</b>	<b>PRECIO (cUSD/kWh) Territorio Insular de Galápagos</b>
EOLICAS	9.39	12.21
FOTOVOLTAICAS	52.04	57.24
BIOMASA Y BIOGAS	9.67	10.64
GEOTERMICAS	9.28	10.21
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS HASTA 5 MW	5.80	6.38
<b>PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS MAYORES A 5 MW HASTA 10 MW</b>	<b>5.00</b>	<b>5.50</b>

### **9.1. Consideración especial para la Provincia de Galápagos**

Para la Provincia de Galápagos se aplicarán los precios, resultado de la multiplicación de los valores establecidos para proyectos ubicados en el territorio continental por un factor de mayoración. El factor de mayoración que se ha considerado para centrales no convencionales que se instalen en Galápagos son: 1.3 para centrales eólicas y 1.1 para las demás tecnologías.

## **10. VIGENCIA DE LOS PRECIOS**

Los precios establecidos en esta Regulación se garantizarán y estarán vigentes por un período de 12 años a partir de la fecha de suscripción del contrato de permiso, para todas las empresas que hubieren suscrito dicho contrato hasta el 31 de diciembre de 2008.

Cumplido el periodo de vigencia indicado en el párrafo inmediato anterior, las centrales renovables no convencionales operarán en el MEM, con un tratamiento similar a cualquier central de tipo convencional, de acuerdo a las normas vigentes a esa fecha.

De igual forma, para el caso de las centrales renovables no convencionales que pertenezcan a los sistemas aislados, terminado el periodo de vigencia, seguirán operando con un tratamiento similar a las centrales convencionales, de acuerdo a las normas que rijan sobre la materia a esa fecha.

## **11. PRECIO DE LA ENERGÍA A PARTIR DEL 2009**

Para aquellos proyectos cuyos contratos se suscriban o por incremento de capacidad se modifiquen a partir del año 2009, el CONELEC realizará una revisión de los precios de la energía y su periodo de vigencia, los que serán aplicables únicamente para los casos antes señalados a partir de ese año y por un período de vigencia que el CONELEC lo definirá en esa fecha.

Para la revisión de los precios y fijación del plazo de vigencia, indicados en el párrafo inmediato anterior, el CONELEC realizará el estudio correspondiente basado en referencias internacionales de este tipo de energías, la realidad de precios del mercado eléctrico ecuatoriano o cualquier otro procedimiento que estimare conveniente.

## **12. PAGO ADICIONAL POR TRANSPORTE**

A los precios fijados para la energía medida en el punto de entrega, establecidos en el numeral anterior, se sumará un pago adicional por transporte, únicamente en el caso de requerirse la construcción de una línea de transmisión, para evacuar la energía de la central hasta el punto de conexión con el Sistema. Este pago adicional se lo efectuará si el sistema requerido para la conexión al punto de entrega es construido en su totalidad por el propietario de la central de generación.

El pago adicional por Transporte es de 0.06 centavos USD/kWh/Km., con un límite máximo de 1.5 centavos USD/kWh.

## **13. LIQUIDACIÓN DE LA ENERGÍA**

El CENACE, sobre la base de los precios establecidos en la presente Regulación, liquidará mensualmente los valores que percibirán los generadores no convencionales por la energía medida en el punto de entrega, bajo las mismas normas de liquidación que se aplica a generadores convencionales.

La liquidación realizada por el CENACE a los Distribuidores y Grandes Consumidores, deberá considerar el cargo correspondiente para remunerar a los generadores no convencionales, en forma proporcional a la energía mensual comprada por aquellos en el MEM, sea en contratos a plazo o en el mercado ocasional.

## **14. SISTEMAS NO INCORPORADOS**

Los precios fijados en esta Regulación, son también aplicables para el caso de Sistemas no incorporados al S.N.I.

La energía producida por este tipo de generadores y entregada a un sistema no incorporado, se considerará, para efectos de liquidación, como entregada al MEM y su costo se distribuirá entre todos los agentes, con el procedimiento establecido en el numeral anterior.

Para efectos de las liquidaciones, el CENACE determinará, en conjunto con los generadores no convencionales y distribuidores que no se encuentren incorporados al SNI, el procedimiento necesario para efectuar la liquidación de la energía que entregan y reciben.

### **DISPOSICION FINAL**

La presente Regulación entrará en vigencia a partir del 1 de enero de 2007 sustituyendo a la Regulación No. CONELEC - 004/04 y sus reformas, la misma que queda derogada en todas sus partes, a partir de la fecha indicada.

Certifico que esta Regulación fue aprobada por el Directorio del CONELEC, mediante Resolución No. 292/06 en sesión de 19 de diciembre de 2006.

Lcdo. Carlos Calero Merizalde  
**Secretario General del CONELEC**

## ANEXO DE TABLAS

**Anexo 1.** Tabla de Caudales promedios mensuales de 1943 a 1978  
PROYECTO TOACHI

<b>CAUDALES MENSUALES MEDIOS Y ANUALES ( M<sup>3</sup>/SEG )</b>												
<b>ESTACION TOACHI DJ BABA</b>												
<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1943	13,40	36,70	40,50	35,00	25,40	13,30	9,70	7,10	5,10	3,80	3,60	5,20
1944	13,50	34,80	37,20	34,20	24,00	12,60	9,20	8,30	5,10	5,20	5,00	4,60
1945	9,80	29,20	35,20	41,20	29,80	13,80	10,00	8,70	5,30	4,00	3,80	4,40
1946	11,80	32,20	36,70	36,30	26,10	13,40	9,70	9,30	6,00	4,00	3,60	4,70
1947	11,80	37,20	41,30	34,30	22,80	12,60	8,90	6,30	5,10	4,60	3,60	5,20
1948	14,10	38,10	41,30	34,40	26,40	13,70	13,40	6,50	4,60	3,80	3,10	4,60
1949	12,10	28,40	31,70	34,70	26,10	15,90	10,10	6,40	5,00	4,00	3,90	5,10
1950	15,50	38,90	40,80	42,40	26,40	14,70	10,10	8,80	4,60	4,60	3,80	5,70
1951	17,50	38,10	37,50	39,70	26,20	12,40	8,80	7,70	6,10	5,60	4,20	6,70
1952	17,30	42,20	43,60	33,90	25,10	12,80	10,50	9,20	5,10	4,40	3,80	4,80
1953	13,30	38,10	42,60	41,70	27,60	12,50	9,60	10,20	6,00	5,00	4,60	8,40
1954	20,20	40,80	39,30	36,70	23,30	13,00	9,20	6,50	4,60	4,20	2,80	5,30
1955	17,30	38,90	38,30	43,30	28,40	13,90	9,70	6,80	5,60	4,60	3,40	4,40
1956	10,40	36,80	43,20	38,10	25,20	14,50	10,20	7,20	5,60	4,70	3,60	5,00
1957	11,60	32,50	37,50	53,10	37,50	20,00	14,70	9,80	6,70	5,20	4,70	5,00
1958	12,80	29,50	31,10	52,80	37,30	20,60	13,20	8,80	5,90	4,80	4,80	4,00
1959	9,80	24,10	27,80	33,50	24,40	12,90	8,80	6,90	6,00	4,20	3,40	5,30
1960	14,50	33,10	35,60	30,20	21,10	10,60	10,50	6,70	4,70	3,40	3,00	4,00
1961	9,80	22,30	25,30	29,20	17,60	10,80	9,30	7,20	4,40	3,90	3,20	4,60
1962	14,20	25,40	26,50	36,70	23,70	13,00	3,50	9,70	3,00	3,10	2,80	4,20
1963	10,40	28,60	34,40	34,40	23,60	12,00	11,40	11,70	5,50	3,00	2,20	3,10
1964	10,00	21,10	28,90	40,80	26,90	14,10	9,70	7,70	6,40	5,20	5,20	5,50
1965	18,40	33,50	33,90	55,90	47,50	17,10	14,70	7,60	6,10	6,40	5,20	5,90
1966	13,70	36,30	31,40	27,80	17,10	8,10	6,10	9,60	5,50	6,00	4,70	4,40
1967	16,20	38,30	34,70	17,50	14,50	8,80	10,40	13,50	4,20	4,20	1,60	4,00
1968	5,60	13,80	22,50	22,70	9,60	15,30	7,90	5,50	5,00	5,00	10,10	4,30
1969	9,10	12,20	19,40	41,80	23,60	16,50	7,60	7,50	5,90	4,70	4,60	8,40
1970	18,30	43,80	40,30	33,60	33,90	24,50	12,10	5,20	6,00	3,10	3,00	4,70
1971	13,50	54,40	68,80	42,50	14,50	8,30	10,40	6,00	3,80	3,20	3,00	3,80
1972	16,70	35,80	48,30	40,00	49,90	36,20	23,60	9,30	9,40	6,70	2,80	9,10
1973	12,00	49,00	29,30	43,80	42,00	20,40	12,90	9,10	7,90	5,90	4,30	5,60
1974	8,30	45,00	55,70	21,60	25,40	13,20	8,90	4,40	4,40	3,90	4,20	9,60
1975	38,10	69,60	58,20	42,80	22,00	13,20	6,90	4,80	4,30	3,90	2,80	4,20
1976	36,40	72,40	63,50	75,20	47,00	26,10	14,50	8,30	4,40	2,30	3,60	4,80
1977	14,60	33,60	45,40	46,20	32,60	12,40	9,70	7,50	4,70	3,60	5,20	6,00
1978	12,60	28,80	32,10	42,20	29,30	19,60	8,10	6,70	3,80	4,00	3,20	3,50

**Anexo 2.** Tabla de Caudales promedios mensuales de 1965 a 1997  
PROYECTO SALTO BIMBE

<b>CAUDALES MENSUALES MEDIOS Y ANUALES ( M3/SEG )</b>												
<b>ESTACION TOACHI AJ BABA</b>												
<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1965	34,31	58,3	74,64	114,45	66,26	33,28	17,86	9,9	9,37	15,51	12,92	17,76
1966	71,77	84,87	96,85	59,2	50,68	27,44	14,36	10,88	8,61	14,32	9,57	14,14
1967	52,78	94,1	76,92	31,45	40,67	26,51	11,98	8,64	7,65	7,64	6,56	8,86
1968	37,93	62,16	48,84	35,32	21,92	14,43	10,2	7,67	8,14	8,27	9,96	9,42
1969	36,39	41,14	66,25	92	49,26	44,16	19,98	10,03	8,21	6,75	6,96	15,37
1970	45,99	71,62	54,26	82,89	65,74	26,9	12,72	8,3	8,1	6,87	6,83	8,73
1971	30,8	71,73	105,53	72,25	28,76	17,48	11,58	8,14	9,38	10,15	8,23	15,19
1972	45,65	81,54	86,32	77,55	55,83	66,61	36,22	20,36	11,29	18,83	10,2	38,84
1973	61,95	101,71	56,96	80,92	51,28	33,99	25,21	12,96	12,74	14,3	10,75	11,98
1974	21,44	55,21	55,78	37,44	44,76	26,03	13,24	9,99	9,71	9,59	8,39	21,6
1975	60,51	97,18	75,39	68,73	37,99	32,29	15,85	10,78	9,23	9,76	7,39	9,24
1976	61,73	109,64	106,07	99,98	57,22	38,39	19,59	10,65	8,64	7,59	7,78	15,97
1977	38,06	50,61	65,84	61,73	36,42	25,65	11,25	11,24	10,7	9,45	8,53	13,95
1978	40,02	69,39	65,34	92,29	48,03	20,39	11,71	8,26	6,98	6,59	6,6	9,32
1979	30,88	51,66	92,31	68,55	30,64	31,15	14,41	8,87	10,4	10,01	6,94	6,6
1980	19,91	89,59	46,8	91,22	49,95	29,12	12,56	8,18	8,02	6,95	7,08	8,04
1981	16,6	84,21	79,15	61,51	22,41	10,62	10,74	9,22	9,42	6,19	5,44	10,18
1982	53,3	80,89	56,21	64,02	44,65	22,41	8,69	6,17	4,91	28,14	100,52	114,99
1983	130,23	96,79	89,55	90,11	81,78	60,42	45,36	29,08	42,67	24,81	22,01	42,81
1984	41,77	95,84	85,23	74,1	46,57	26,09	14,2	11,07	8,94	9,33	9,61	24,25
1985	55,57	42,4	49,18	32,81	29,36	20,6	8,98	6,07	5,12	4,7	3,86	6,38
1986	72,45	65,81	58,69	79,2	38,6	12,78	7,66	5,39	4,59	4,24	6,62	7,64
1987	62,37	74,39	72,56	83,79	63,02	19,95	8,35	8,35	5,22	6,34	4,92	5,44
1988	44,8	72,74	49	53,94	54,61	21,06	12,98	5,38	4,68	4,34	7,36	6,93
1989	48,17	95,2	110,88	64,59	42,9	18,45	11,9	7,06	6,11	9,32	7,06	10,24
1990	18,59	71,54	47,92	60,59	38,65	21,04	13,61	8,68	6,81	6,26	5,66	7
1991	20,2	99,12	70,02	69,98	51,81	18,55	10,32	7,31	5,44	4,95	4,95	13,8
1992	43	104,48	103,36	97,1	93,87	58,58	24,89	11,3	4,07	7,91	5,36	12,56
1993	39,61	73,82	112,47	74,99	52,75	27,34	11,07	6,55	6,47	6,55	6,9	10,81
1994	70,32	87,64	65,46	67,83	57,07	24,59	10,43	7,24	7,28	7,49	8,03	29,49
1995	70,04	63,01	53,7	80,86	36,85	27,23	10,65	9,17	7,14	7,16	8,04	7,97
1996	23,84	79,04	101,45	62,35	32,57	14,98	8,74	6,51	5,45	4,89	5,47	5,92
1997	40,42	64,85	89,67	78	51,44	46,99	30,18	31,48	59,27	67,75	119,32	125,49

**Anexo 3. Tabla de Caudales promedios mensuales transpuestos  
de 1965 a 1997**

<b>CAUDALES MENSUALES MEDIOS Y ANUALES ( M<sup>3</sup>/SEG )</b>												
<b>CAUDALES TRANSPUESTOS AL AREA DE DRENAJE DEL PROYECTO TOACHI</b>												
<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1965	17,47	29,68	38,00	58,27	33,74	16,94	9,09	5,04	4,77	7,90	6,58	9,04
1966	36,54	43,21	49,31	30,14	25,80	13,97	7,31	5,54	4,38	7,29	4,87	7,20
1967	26,87	47,91	39,16	16,01	20,71	13,50	6,10	4,40	3,89	3,89	3,34	4,51
1968	19,31	31,65	24,87	17,98	11,16	7,35	5,19	3,91	4,14	4,21	5,07	4,80
1969	18,53	20,95	33,73	46,84	25,08	22,48	10,17	5,11	4,18	3,44	3,54	7,83
1970	23,42	36,46	27,63	42,20	33,47	13,70	6,48	4,23	4,12	3,50	3,48	4,44
1971	15,68	36,52	53,73	36,79	14,64	8,90	5,90	4,14	4,78	5,17	4,19	7,73
1972	23,24	41,52	43,95	39,48	28,43	33,91	18,44	10,37	5,75	9,59	5,19	19,78
1973	31,54	51,79	29,00	41,20	26,11	17,31	12,84	6,60	6,49	7,28	5,47	6,10
1974	10,92	28,11	28,40	19,06	22,79	13,25	6,74	5,09	4,94	4,88	4,27	11,00
1975	30,81	49,48	38,38	34,99	19,34	16,44	8,07	5,49	4,70	4,97	3,76	4,70
1976	31,43	55,82	54,01	50,90	29,13	19,55	9,97	5,42	4,40	3,86	3,96	8,13
1977	19,38	25,77	33,52	31,43	18,54	13,06	5,73	5,72	5,45	4,81	4,34	7,10
1978	20,38	35,33	33,27	46,99	24,45	10,38	5,96	4,21	3,55	3,36	3,36	4,75
1979	15,72	26,30	47,00	34,90	15,60	15,86	7,34	4,52	5,30	5,10	3,53	3,36
1980	10,14	45,61	23,83	46,44	25,43	14,83	6,39	4,16	4,08	3,54	3,60	4,09
1981	8,45	42,88	40,30	31,32	11,41	5,41	5,47	4,69	4,80	3,15	2,77	5,18
1982	27,14	41,18	28,62	32,60	22,73	11,41	4,42	3,14	2,50	14,33	51,18	58,55
1983	66,31	49,28	45,59	45,88	41,64	30,76	23,09	14,81	21,73	12,63	11,21	21,80
1984	21,27	48,80	43,39	37,73	23,71	13,28	7,23	5,64	4,55	4,75	4,89	12,35
1985	28,29	21,59	25,04	16,71	14,95	10,49	4,57	3,09	2,61	2,39	1,97	3,25
1986	36,89	33,51	29,88	40,32	19,65	6,51	3,90	2,74	2,34	2,16	3,37	3,89
1987	31,76	37,88	36,94	42,66	32,09	10,16	4,25	4,25	2,66	3,23	2,50	2,77
1988	22,81	37,04	24,95	27,46	27,80	10,72	6,61	2,74	2,38	2,21	3,75	3,53
1989	24,53	48,47	56,45	32,89	21,84	9,39	6,06	3,59	3,11	4,75	3,59	5,21
1990	9,47	36,42	24,40	30,85	19,68	10,71	6,93	4,42	3,47	3,19	2,88	3,56
1991	10,28	50,47	35,65	35,63	26,38	9,44	5,25	3,72	2,77	2,52	2,52	7,03
1992	21,89	53,20	52,63	49,44	47,79	29,83	12,67	5,75	2,07	4,03	2,73	6,39
1993	20,17	37,59	57,26	38,18	26,86	13,92	5,64	3,33	3,29	3,33	3,51	5,50
1994	35,80	44,62	33,33	34,54	29,06	12,52	5,31	3,69	3,71	3,81	4,09	15,01
1995	35,66	32,08	27,34	41,17	18,76	13,86	5,42	4,67	3,64	3,65	4,09	4,06
1996	12,14	40,24	51,65	31,75	16,58	7,63	4,45	3,31	2,77	2,49	2,79	3,01
1997	20,58	33,02	45,66	39,71	26,19	23,92	15,37	16,03	30,18	34,49	60,75	63,89

**Anexo 4.** Tabla de Caudales promedio mensuales de 1943 a 1970 –  
TOMA (600 msnm)

<b>CAUDALES MENSUALES EN M<sup>3</sup>/SEG DEL RIO TOACHI GRANDE</b>												
<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1943	13.40	36.70	40.50	35.00	25.40	13.30	9.70	7.10	5.10	3.80	3.60	5.20
1944	13.50	34.80	37.20	34.20	24.00	12.60	9.20	8.30	5.10	5.20	5.00	4.60
1945	9.80	29.20	35.20	41.20	29.80	13.80	10.00	8.70	5.30	4.00	3.80	4.40
1946	11.80	32.20	36.70	36.30	26.10	13.40	9.70	9.30	6.00	4.00	3.60	4.70
1947	11.80	37.20	41.30	34.30	22.80	12.60	8.90	6.30	5.10	4.60	3.60	5.20
1948	14.10	38.10	41.30	34.40	26.40	13.70	13.40	6.50	4.60	3.80	3.10	4.60
1949	12.10	28.40	31.70	34.70	26.10	15.90	10.10	6.40	5.00	4.00	3.90	5.10
1950	15.50	38.90	40.80	42.40	26.40	14.70	10.10	8.80	4.60	4.60	3.80	5.70
1951	17.50	38.10	37.50	39.70	26.20	12.40	8.80	7.70	6.10	5.60	4.20	6.70
1952	17.30	42.20	43.60	33.90	25.10	12.80	10.50	9.20	5.10	4.40	3.80	4.80
1953	13.30	38.10	42.60	41.70	27.60	12.50	9.60	10.20	6.00	5.00	4.60	8.40
1954	20.20	40.80	39.30	36.70	23.30	13.00	9.20	6.50	4.60	4.20	2.80	5.30
1955	17.30	38.90	38.30	43.30	28.40	13.90	9.70	6.80	5.60	4.60	3.40	4.40
1956	10.40	36.80	43.20	38.10	25.20	14.50	10.20	7.20	5.60	4.70	3.60	5.00
1957	11.60	32.50	37.50	53.10	37.50	20.00	14.70	9.80	6.70	5.20	4.70	5.00
1958	12.80	29.50	31.10	52.80	37.30	20.60	13.20	8.80	5.90	4.80	4.80	4.00
1959	9.80	24.10	27.80	33.50	24.40	12.90	8.80	6.90	6.00	4.20	3.40	5.30
1960	14.50	33.10	35.60	30.20	21.10	10.60	10.50	6.70	4.70	3.40	3.00	4.00
1961	9.80	22.30	25.30	29.20	17.60	10.80	9.30	7.20	4.40	3.90	3.20	4.60
1962	14.20	25.40	26.50	36.70	23.70	13.00	3.50	9.70	3.00	3.10	2.80	4.20
1963	10.40	28.60	34.40	34.40	23.60	12.00	11.40	11.70	5.50	3.00	2.20	3.10
1964	10.00	21.10	28.90	40.80	26.90	14.10	9.70	7.70	6.40	5.20	5.20	5.50
1965	18.40	33.50	33.90	55.90	47.50	17.10	14.70	7.60	6.10	6.40	5.20	5.90
1966	13.70	36.30	31.40	27.80	17.10	8.10	6.10	9.60	5.50	6.00	4.70	4.40
1967	16.20	38.30	34.70	17.50	14.50	8.80	10.40	13.50	4.20	4.20	1.60	4.00
1968	5.60	13.80	22.50	22.70	9.60	15.30	7.90	5.50	5.00	5.00	10.10	4.30
1969	9.10	12.20	19.40	41.80	23.60	16.50	7.60	7.50	5.90	4.70	4.60	8.40
1970	18.30	43.80	40.30	33.60	33.90	24.50	12.10	5.20	6.00	3.10	3.00	4.70

**Anexo 5. Tabla de Caudales promedio mensuales de 1971 a 1997 –  
TOMA (600 msnm)**

<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1971	13.50	54.40	68.80	42.50	14.50	8.30	10.40	6.00	3.80	3.20	3.00	3.80
1972	16.70	35.80	48.30	40.00	49.90	36.20	23.60	9.30	9.40	6.70	2.80	9.10
1973	12.00	49.00	29.30	43.80	42.00	20.40	12.90	9.10	7.90	5.90	4.30	5.60
1974	8.30	45.00	55.70	21.60	25.40	13.20	8.90	4.40	4.40	3.90	4.20	9.60
1975	38.10	69.60	58.20	42.80	22.00	13.20	6.90	4.80	4.30	3.90	2.80	4.20
1976	36.40	72.40	63.50	75.20	47.00	26.10	14.50	8.30	4.40	2.30	3.60	4.80
1977	14.60	33.60	45.40	46.20	32.60	12.40	9.70	7.50	4.70	3.60	5.20	6.00
1978	12.60	28.80	32.10	42.20	29.30	19.60	8.10	6.70	3.80	4.00	3.20	3.50
1979	<b>15.72</b>	<b>26.30</b>	<b>47.00</b>	<b>34.90</b>	<b>15.60</b>	<b>15.86</b>	<b>7.34</b>	<b>4.52</b>	<b>5.30</b>	<b>5.10</b>	<b>3.53</b>	<b>3.36</b>
1980	<b>10.14</b>	<b>45.61</b>	<b>23.83</b>	<b>46.44</b>	<b>25.43</b>	<b>14.83</b>	<b>6.39</b>	<b>4.16</b>	<b>4.08</b>	<b>3.54</b>	<b>3.60</b>	<b>4.09</b>
1981	<b>8.45</b>	<b>42.88</b>	<b>40.30</b>	<b>31.32</b>	<b>11.41</b>	<b>5.41</b>	<b>5.47</b>	<b>4.69</b>	<b>4.80</b>	<b>3.15</b>	<b>2.77</b>	<b>5.18</b>
1982	<b>27.14</b>	<b>41.18</b>	<b>28.62</b>	<b>32.60</b>	<b>22.73</b>	<b>11.41</b>	<b>4.42</b>	<b>3.14</b>	<b>2.50</b>	<b>14.33</b>	<b>51.18</b>	<b>58.55</b>
1983	<b>66.31</b>	<b>49.28</b>	<b>45.59</b>	<b>45.88</b>	<b>41.64</b>	<b>30.76</b>	<b>23.09</b>	<b>14.81</b>	<b>21.73</b>	<b>12.63</b>	<b>11.21</b>	<b>21.80</b>
1984	<b>21.27</b>	<b>48.80</b>	<b>43.39</b>	<b>37.73</b>	<b>23.71</b>	<b>13.28</b>	<b>7.23</b>	<b>5.64</b>	<b>4.55</b>	<b>4.75</b>	<b>4.89</b>	<b>12.35</b>
1985	<b>28.29</b>	<b>21.59</b>	<b>25.04</b>	<b>16.71</b>	<b>14.95</b>	<b>10.49</b>	<b>4.57</b>	<b>3.09</b>	<b>2.61</b>	<b>2.39</b>	<b>1.97</b>	<b>3.25</b>
1986	<b>36.89</b>	<b>33.51</b>	<b>29.88</b>	<b>40.32</b>	<b>19.65</b>	<b>6.51</b>	<b>3.90</b>	<b>2.74</b>	<b>2.34</b>	<b>2.16</b>	<b>3.37</b>	<b>3.89</b>
1987	<b>31.76</b>	<b>37.88</b>	<b>36.94</b>	<b>42.66</b>	<b>32.09</b>	<b>10.16</b>	<b>4.25</b>	<b>4.25</b>	<b>2.66</b>	<b>3.23</b>	<b>2.50</b>	<b>2.77</b>
1988	<b>22.81</b>	<b>37.04</b>	<b>24.95</b>	<b>27.46</b>	<b>27.80</b>	<b>10.72</b>	<b>6.61</b>	<b>2.74</b>	<b>2.38</b>	<b>2.21</b>	<b>3.75</b>	<b>3.53</b>
1989	<b>24.53</b>	<b>48.47</b>	<b>56.45</b>	<b>32.89</b>	<b>21.84</b>	<b>9.39</b>	<b>6.06</b>	<b>3.59</b>	<b>3.11</b>	<b>4.75</b>	<b>3.59</b>	<b>5.21</b>
1990	<b>9.47</b>	<b>36.42</b>	<b>24.40</b>	<b>30.85</b>	<b>19.68</b>	<b>10.71</b>	<b>6.93</b>	<b>4.42</b>	<b>3.47</b>	<b>3.19</b>	<b>2.88</b>	<b>3.56</b>
1991	<b>10.28</b>	<b>50.47</b>	<b>35.65</b>	<b>35.63</b>	<b>26.38</b>	<b>9.44</b>	<b>5.25</b>	<b>3.72</b>	<b>2.77</b>	<b>2.52</b>	<b>2.52</b>	<b>7.03</b>
1992	<b>21.89</b>	<b>53.20</b>	<b>52.63</b>	<b>49.44</b>	<b>47.79</b>	<b>29.83</b>	<b>12.67</b>	<b>5.75</b>	<b>2.07</b>	<b>4.03</b>	<b>2.73</b>	<b>6.39</b>
1993	<b>20.17</b>	<b>37.59</b>	<b>57.26</b>	<b>38.18</b>	<b>26.86</b>	<b>13.92</b>	<b>5.64</b>	<b>3.33</b>	<b>3.29</b>	<b>3.33</b>	<b>3.51</b>	<b>5.50</b>
1994	<b>35.80</b>	<b>44.62</b>	<b>33.33</b>	<b>34.54</b>	<b>29.06</b>	<b>12.52</b>	<b>5.31</b>	<b>3.69</b>	<b>3.71</b>	<b>3.81</b>	<b>4.09</b>	<b>15.01</b>
1995	<b>35.66</b>	<b>32.08</b>	<b>27.34</b>	<b>41.17</b>	<b>18.76</b>	<b>13.86</b>	<b>5.42</b>	<b>4.67</b>	<b>3.64</b>	<b>3.65</b>	<b>4.09</b>	<b>4.06</b>
1996	<b>12.14</b>	<b>40.24</b>	<b>51.65</b>	<b>31.75</b>	<b>16.58</b>	<b>7.63</b>	<b>4.45</b>	<b>3.31</b>	<b>2.77</b>	<b>2.49</b>	<b>2.79</b>	<b>3.01</b>
1997	<b>20.58</b>	<b>33.02</b>	<b>45.66</b>	<b>39.71</b>	<b>26.19</b>	<b>23.92</b>	<b>15.37</b>	<b>16.03</b>	<b>30.18</b>	<b>34.49</b>	<b>60.75</b>	<b>63.89</b>

*Nota: Los valores en negrillas han sido obtenidos por transposición*

**Anexo 6.** Tabla de Caudales mensuales considerando caudal ecológico de 1943 A 1978.

<b>CAUDALES MENSUALES EN M<sup>3</sup>/SEG DEL RIO TOACHI GRANDE CONSIDERANDO CAUDAL ECOLOGICO</b>												
<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1943	11,63	34,93	38,73	33,23	23,63	11,53	7,93	5,33	3,33	2,03	1,83	3,43
1944	11,73	33,03	35,43	32,43	22,23	10,83	7,43	6,53	3,33	3,43	3,23	2,83
1945	8,03	27,43	33,43	39,43	28,03	12,03	8,23	6,93	3,53	2,23	2,03	2,63
1946	10,03	30,43	34,93	34,53	24,33	11,63	7,93	7,53	4,23	2,23	1,83	2,93
1947	10,03	35,43	39,53	32,53	21,03	10,83	7,13	4,53	3,33	2,83	1,83	3,43
1948	12,33	36,33	39,53	32,63	24,63	11,93	11,63	4,73	2,83	2,03	1,33	2,83
1949	10,33	26,63	29,93	32,93	24,33	14,13	8,33	4,63	3,23	2,23	2,13	3,33
1950	13,73	37,13	39,03	40,63	24,63	12,93	8,33	7,03	2,83	2,83	2,03	3,93
1951	15,73	36,33	35,73	37,93	24,43	10,63	7,03	5,93	4,33	3,83	2,43	4,93
1952	15,53	40,43	41,83	32,13	23,33	11,03	8,73	7,43	3,33	2,63	2,03	3,03
1953	11,53	36,33	40,83	39,93	25,83	10,73	7,83	8,43	4,23	3,23	2,83	6,63
1954	18,43	39,03	37,53	34,93	21,53	11,23	7,43	4,73	2,83	2,43	1,03	3,53
1955	15,53	37,13	36,53	41,53	26,63	12,13	7,93	5,03	3,83	2,83	1,63	2,63
1956	8,63	35,03	41,43	36,33	23,43	12,73	8,43	5,43	3,83	2,93	1,83	3,23
1957	9,83	30,73	35,73	51,33	35,73	18,23	12,93	8,03	4,93	3,43	2,93	3,23
1958	11,03	27,73	29,33	51,03	35,53	18,83	11,43	7,03	4,13	3,03	3,03	2,23
1959	8,03	22,33	26,03	31,73	22,63	11,13	7,03	5,13	4,23	2,43	1,63	3,53
1960	12,73	31,33	33,83	28,43	19,33	8,83	8,73	4,93	2,93	1,63	1,23	2,23
1961	8,03	20,53	23,53	27,43	15,83	9,03	7,53	5,43	2,63	2,13	1,43	2,83
1962	12,43	23,63	24,73	34,93	21,93	11,23	1,73	7,93	1,23	1,33	1,03	2,43
1963	8,63	26,83	32,63	32,63	21,83	10,23	9,63	9,93	3,73	1,23	0,43	1,33
1964	8,23	19,33	27,13	39,03	25,13	12,33	7,93	5,93	4,63	3,43	3,43	3,73
1965	16,63	31,73	32,13	54,13	45,73	15,33	12,93	5,83	4,33	4,63	3,43	4,13
1966	11,93	34,53	29,63	26,03	15,33	6,33	4,33	7,83	3,73	4,23	2,93	2,63
1967	14,43	36,53	32,93	15,73	12,73	7,03	8,63	11,73	2,43	2,43	0,17	2,23
1968	3,83	12,03	20,73	20,93	7,83	13,53	6,13	3,73	3,23	3,23	8,33	2,53
1969	7,33	10,43	17,63	40,03	21,83	14,73	5,83	5,73	4,13	2,93	2,83	6,63
1970	16,53	42,03	38,53	31,83	32,13	22,73	10,33	3,43	4,23	1,33	1,23	2,93
1971	11,73	52,63	67,03	40,73	12,73	6,53	8,63	4,23	2,03	1,43	1,23	2,03
1972	14,93	34,03	46,53	38,23	48,13	34,43	21,83	7,53	7,63	4,93	1,03	7,33
1973	10,23	47,23	27,53	42,03	40,23	18,63	11,13	7,33	6,13	4,13	2,53	3,83
1974	6,53	43,23	53,93	19,83	23,63	11,43	7,13	2,63	2,63	2,13	2,43	7,83
1975	36,33	67,83	56,43	41,03	20,23	11,43	5,13	3,03	2,53	2,13	1,03	2,43
1976	34,63	70,63	61,73	73,43	45,23	24,33	12,73	6,53	2,63	0,53	1,83	3,03
1977	12,83	31,83	43,63	44,43	30,83	10,63	7,93	5,73	2,93	1,83	3,43	4,23
1978	10,83	27,03	30,33	40,43	27,53	17,83	6,33	4,93	2,03	2,23	1,43	1,73

**Anexo 7.** Tabla de Caudales mensuales considerando caudal ecológico de 1979 A 1997.

<b>CAUDALES MENSUALES EN M<sup>3</sup>/SEG DEL RIO TOACHI GRANDE CONSIDERANDO CAUDAL ECOLOGICO</b>												
<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>1979</b>	13,95	24,53	45,23	33,13	13,83	14,09	5,57	2,75	3,52	3,33	1,76	1,59
<b>1980</b>	8,37	43,84	22,06	44,67	23,66	13,06	4,62	2,39	2,31	1,77	1,83	2,32
<b>1981</b>	6,68	41,10	38,53	29,55	9,64	3,64	3,70	2,92	3,03	1,38	1,00	3,41
<b>1982</b>	25,37	39,41	26,85	30,82	20,96	9,64	2,65	1,37	0,73	12,56	49,41	56,78
<b>1983</b>	64,53	47,51	43,82	44,11	39,87	28,99	21,32	13,03	19,95	10,86	9,44	20,03
<b>1984</b>	19,50	47,03	41,62	35,96	21,94	11,51	5,46	3,87	2,78	2,98	3,12	10,58
<b>1985</b>	26,52	19,82	23,27	14,93	13,18	8,72	2,80	1,32	0,84	0,62	0,19	1,48
<b>1986</b>	35,12	31,74	28,11	38,55	17,88	4,74	2,13	0,97	0,57	0,39	1,60	2,12
<b>1987</b>	29,98	36,10	35,17	40,89	30,32	8,39	2,48	2,48	0,89	1,46	0,73	1,00
<b>1988</b>	21,04	35,26	23,18	25,69	26,03	8,95	4,84	0,97	0,61	0,44	1,98	1,76
<b>1989</b>	22,75	46,70	54,68	31,11	20,07	7,62	4,29	1,82	1,34	2,97	1,82	3,44
<b>1990</b>	7,69	34,65	22,63	29,08	17,91	8,94	5,16	2,65	1,70	1,42	1,11	1,79
<b>1991</b>	8,51	48,70	33,88	33,86	24,61	7,67	3,48	1,95	1,00	0,75	0,75	5,26
<b>1992</b>	20,12	51,42	50,85	47,67	46,02	28,05	10,90	3,98	0,30	2,26	0,96	4,62
<b>1993</b>	18,40	35,81	55,49	36,41	25,09	12,15	3,87	1,56	1,52	1,56	1,74	3,73
<b>1994</b>	34,03	42,85	31,56	32,76	27,29	10,75	3,54	1,92	1,94	2,04	2,32	13,24
<b>1995</b>	33,89	30,31	25,57	39,40	16,99	12,09	3,65	2,90	1,86	1,87	2,32	2,29
<b>1996</b>	10,37	38,47	49,88	29,97	14,81	5,86	2,68	1,54	1,00	0,72	1,01	1,24
<b>1997</b>	18,81	31,25	43,88	37,94	24,42	22,15	13,59	14,26	28,41	32,72	58,98	62,12

**Anexo 8.** Tabla de Caudales mensuales turbinados de 1943 A 1978.

<b>CAUDALES MENSUALES EN M<sup>3</sup>/SEG DEL RIO TOACHI GRANDE TURBINADOS</b>												
<b>Año</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
1943	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,93	5,33	3,33	2,03	1,83	3,43
1944	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,43	6,53	3,33	3,43	3,23	2,83
1945	8,03	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	8,23	6,93	3,53	2,23	2,03	2,63
1946	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,93	7,53	4,23	2,23	1,83	2,93
1947	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,13	4,53	3,33	2,83	1,83	3,43
1948	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	4,73	2,83	2,03	1,33	2,83
1949	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	8,33	4,63	3,23	2,23	2,13	3,33
1950	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	8,33	7,03	2,83	2,83	2,03	3,93
1951	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,03	5,93	4,33	3,83	2,43	4,93
1952	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	8,73	7,43	3,33	2,63	2,03	3,03
1953	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,83	8,43	4,23	3,23	2,83	6,63
1954	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,43	4,73	2,83	2,43	1,03	3,53
1955	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,93	5,03	3,83	2,83	1,63	2,63
1956	8,63	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	8,43	5,43	3,83	2,93	1,83	3,23
1957	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	8,03	4,93	3,43	2,93	3,23
1958	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,03	4,13	3,03	3,03	2,23
1959	8,03	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,03	5,13	4,23	2,43	1,63	3,53
1960	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	8,83	8,73	4,93	2,93	1,63	1,23	2,23
1961	8,03	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,53	5,43	2,63	2,13	1,43	2,83
1962	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	1,73	7,93	1,23	1,33	1,03	2,43
1963	8,63	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	3,73	1,23	0,00	1,33
1964	8,23	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,93	5,93	4,63	3,43	3,43	3,73
1965	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	5,83	4,33	4,63	3,43	4,13
1966	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	6,33	4,33	7,83	3,73	4,23	2,93	2,63
1967	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,03	8,63	9,00	2,43	2,43	0,00	2,23
1968	3,83	9,00	9,00	9,00	7,83	9,00	6,13	3,73	3,23	3,23	8,33	2,53
1969	7,33	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	5,83	5,73	4,13	2,93	2,83	6,63
1970	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	3,43	4,23	1,33	1,23	2,93
1971	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	6,53	8,63	4,23	2,03	1,43	1,23	2,03
1972	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,53	7,63	4,93	1,03	7,33
1973	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,33	6,13	4,13	2,53	3,83
1974	6,53	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,13	2,63	2,63	2,13	2,43	7,83
1975	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	5,13	3,03	2,53	2,13	1,03	2,43
1976	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	6,53	2,63	0,00	1,83	3,03
1977	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,93	5,73	2,93	1,83	3,43	4,23
1978	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	6,33	4,93	2,03	2,23	1,43	1,73



**Anexo 10.** Tabla de potencia producida en los años 1943 A 1978

TABLA DE POTENCIAS EN MW												
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1943	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,77	4,69	2,98	1,82	1,65	3,06
1944	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,39	5,68	2,98	3,06	2,89	2,54
1945	6,84	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,99	5,99	3,15	2,00	1,82	2,36
1946	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,77	6,46	3,76	2,00	1,65	2,62
1947	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,15	4,02	2,98	2,54	1,65	3,06
1948	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	4,19	2,54	1,82	1,20	2,54
1949	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,07	4,10	2,89	2,00	1,91	2,98
1950	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,07	6,07	2,54	2,54	1,82	3,50
1951	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,07	5,19	3,84	3,41	2,18	4,36
1952	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,36	6,39	2,98	2,36	1,82	2,71
1953	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,69	7,14	3,76	2,89	2,54	5,76
1954	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,39	4,19	2,54	2,18	0,93	3,15
1955	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,77	4,44	3,41	2,54	1,47	2,36
1956	7,29	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,14	4,77	3,41	2,62	1,65	2,89
1957	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,84	4,36	3,06	2,62	2,89
1958	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,07	3,67	2,71	2,71	2,00
1959	6,84	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,07	4,52	3,76	2,18	1,47	3,15
1960	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,43	7,36	4,36	2,62	1,47	1,11	2,00
1961	6,84	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,46	4,77	2,36	1,91	1,29	2,54
1962	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	1,56	6,77	1,11	1,20	0,93	2,18
1963	7,29	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	3,33	1,11	0,00	1,20
1964	6,99	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,77	5,19	4,10	3,06	3,06	3,33
1965	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	5,11	3,84	4,10	3,06	3,67
1966	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	5,51	3,84	6,69	3,33	3,76	2,62	2,36
1967	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,07	7,29	7,55	2,18	2,18	0,00	2,00
1968	3,41	7,55	7,55	7,55	6,69	7,55	5,35	3,33	2,89	2,89	7,07	2,27
1969	6,31	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	5,11	5,02	3,67	2,62	2,54	5,76
1970	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	3,06	3,76	1,20	1,11	2,62
1971	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	5,68	7,29	3,76	1,82	1,29	1,11	1,82
1972	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,46	6,54	4,36	0,93	6,31
1973	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,31	5,35	3,67	2,27	3,41
1974	5,68	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,15	2,36	2,36	1,91	2,18	6,69
1975	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	4,52	2,71	2,27	1,91	0,93	2,18
1976	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	5,68	2,36	0,00	1,65	2,71
1977	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	6,77	5,02	2,62	1,65	3,06	3,76
1978	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	7,55	5,51	4,36	1,82	2,00	1,29	1,56



Anexo 12. Tabla de energía producida en los años 1943 A 1978

TABLA DE ENERGIA EN GWH												
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1943	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,87	3,38	2,14	1,31	1,19	2,21
1944	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,60	4,09	2,14	2,21	2,08	1,83
1945	4,93	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,03	4,32	2,27	1,44	1,31	1,70
1946	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,87	4,65	2,71	1,44	1,19	1,89
1947	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,43	2,89	2,14	1,83	1,19	2,21
1948	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	3,01	1,83	1,31	0,86	1,83
1949	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,09	2,95	2,08	1,44	1,38	2,14
1950	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,09	4,37	1,83	1,83	1,31	2,52
1951	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,37	3,74	2,77	2,46	1,57	3,14
1952	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,30	4,60	2,14	1,70	1,31	1,95
1953	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,82	5,14	2,71	2,08	1,83	4,14
1954	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,60	3,01	1,83	1,57	0,67	2,27
1955	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,87	3,20	2,46	1,83	1,06	1,70
1956	5,25	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,14	3,44	2,46	1,89	1,19	2,08
1957	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,93	3,14	2,21	1,89	2,08
1958	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,37	2,64	1,95	1,95	1,44
1959	4,93	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,37	3,26	2,71	1,57	1,06	2,27
1960	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,35	5,30	3,14	1,89	1,06	0,80	1,44
1961	4,93	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,65	3,44	1,70	1,38	0,93	1,83
1962	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	1,12	4,87	0,80	0,86	0,67	1,57
1963	5,25	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	2,39	0,80	0,00	0,86
1964	5,03	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,87	3,74	2,95	2,21	2,21	2,39
1965	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	3,68	2,77	2,95	2,21	2,64
1966	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	3,97	2,77	4,82	2,39	2,71	1,89	1,70
1967	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,37	5,25	5,44	1,57	1,57	0,00	1,44
1968	2,46	5,44	5,44	5,44	4,82	5,44	3,85	2,39	2,08	2,08	5,09	1,63
1969	4,54	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	3,68	3,62	2,64	1,89	1,83	4,14
1970	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	2,21	2,71	0,86	0,80	1,89
1971	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,09	5,25	2,71	1,31	0,93	0,80	1,31
1972	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,65	4,71	3,14	0,67	4,54
1973	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,54	3,85	2,64	1,63	2,46
1974	4,09	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,43	1,70	1,70	1,38	1,57	4,82
1975	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	3,26	1,95	1,63	1,38	0,67	1,57
1976	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,09	1,70	0,00	1,19	1,95
1977	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	4,87	3,62	1,89	1,19	2,21	2,71
1978	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	5,44	3,97	3,14	1,31	1,44	0,93	1,12



### Anexo 14 Presupuesto referencial del proyecto Toachi

Código	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. USD (Ene/2009)	PRECIO TOTAL USD (Ene/2009)	SUBTOTAL USD (Ene/2009)
1	<b>OBRA CIVIL</b>					
1.1	Bocatoma Rio Blanco					
Oc-01	Replanteo, desbroce y limpieza	ha	3	\$ 3.507,10	\$ 10.521,29	
Gl-01	Construcción y mantenimiento de las Ataguías	gl	2	\$ 31.563,04	\$ 63.126,08	
Gl-02	Desvió del río	gl	1	\$ 31.563,04	\$ 31.563,04	
Ex-05	Excavación para azud	m3	6000	\$ 6,63	\$ 39.751,74	
Ex-06	Excavación para muros	m3	6000	\$ 9,26	\$ 55.575,86	
Re-02	Rellenos con material clasificado	m3	20000	\$ 15,30	\$ 306.011,23	
Ho-06	Hormigón para azud	m3	4000	\$ 141,09	\$ 564.351,31	
Ho-14	Hormigón para zampeado	m3	300	\$ 189,27	\$ 56.781,82	
Ho-11	Hormigón para muros, vigas y semejantes	m3	3600	\$ 219,55	\$ 790.376,84	
Ho-13	Hormigón para reptantillos	m3	350	\$ 153,50	\$ 53.724,40	
Ac-01	Acero de refuerzo	kg	310000	\$ 1,60	\$ 494.503,96	
In-01	Inyección a presión para impermeabilización	m	170	\$ 446,93	\$ 75.978,67	\$ 2.542.266,23
1.4	<b>Conducción</b>					
1.4.1	Obra en superficie					
Oc-01	Replanteo, desbroce y limpieza	ha	100	\$ 2.110,00	\$ 211.000,00	
Ex-10	Excavación sin clasificar - Plataforma	m3	93881,034	\$ 2,11	\$ 198.088,98	
Ex-04	Excavación en roca - Plataforma	m3	9388,1034	\$ 10,90	\$ 102.341,58	
Ex-08	Excavación sin clasificar - Cajón	m3	180000	\$ 4,58	\$ 823.836,37	
Ex-03	Excavación en roca - Cajón	m3	90000	\$ 22,24	\$ 2.001.679,54	
Ho-02	Hormigón de revestimiento para canal	m3	12637,8315	\$ 182,41	\$ 2.305.273,58	
Dr-02	Drenaje canal	m	8000	\$ 5,49	\$ 43.890,34	
Su-01	Sub-base para pavimento del camino	m3	8500	\$ 10,64	\$ 90.421,70	
Re-04	Rellenos con material clasificado para	m3	71600	\$ 14,93	\$ 1.069.137,20	
Ex-09	Excavación sin clasificar - Obras de Arte	m3	1200	\$ 6,80	\$ 8.157,41	
Ho-10	Hormigón para muros, vigas tablero de obras de arte	m3	1140	\$ 214,26	\$ 244.258,46	
Ac-01	Acero de refuerzo	kg	130000	\$ 1,56	\$ 202.378,55	\$ 7.300.463,71

1.6	<b>Conducción a baja presión y Chimenea</b>					
Oc-01	Replanteo, desbroce y limpieza	ha	1	\$ 2.110,00	\$ 2.110,00	
Ex-07	Excavación sin clasificar	m3	12000	\$ 2,11	\$ 25.320,00	
Re-01	Relleno simple	m3	6000	\$ 1,62	\$ 9.741,53	
Ho-08	Hormigón para conducto y chimenea	m3	450	\$ 285,06	\$ 128.277,00	
Ac-01	Acero de refuerzo	kg	50100	\$ 1,56	\$ 78.156,00	\$ 243.604,53
1.7	<b>Tubería de Presión</b>					
Oc-01	Replanteo, desbroce y limpieza	ha	1,077	\$ 3.507,10	\$ 3.777,14	
Ex-12	Excavación sin clasificar - Tubería de presión	m3	4308	\$ 5,81	\$ 25.029,48	
Re-01	Relleno simple	m3	3853	\$ 1,58	\$ 6.105,03	
Ho-07	Hormigón para bloques de apoyo	m3	120	\$ 128,11	\$ 15.373,30	\$ 50.284,96
1.8	<b>Casa de Máquinas</b>					
Ex-13	Excavación sin clasificar - Casa de maquinas	m3	3000	\$ 6,97	\$ 20.896,78	
Ex-02	Excavación en roca - Casa de Maquinas	m3	3000	\$ 22,79	\$ 68.369,16	
Re-03	Rellenos con material clasificado para Casa de maquinas	m3	2700	\$ 15,30	\$ 41.311,52	
Ho-04	Hormigón estructural	m3	711,9	\$ 162,98	\$ 116.028,49	
Ho-05	Hormigón para Apoyo de equipos	m3	525	\$ 216,45	\$ 113.638,60	
Ho-12	Hormigón para Paredes	m3	53	\$ 189,27	\$ 10.031,45	
Cm-01	Cubierta metálica	m2	257	\$ 52,97	\$ 13.612,15	
Aa-01	Acabados arquitectónicos	gl	8	\$ 20.604,45	\$ 164.835,59	\$ 548.723,74
1.9	<b>Terrenos y Servidumbres</b>					
A.1	Terrenos	Ha	150	\$ 3.500,00	\$ 525.000,00	\$ 525.000,00
1.10	<b>K. ACCESOS</b>					
K.3	Camino de acceso - (Reservorio)	km	2	\$ 97.810,10	\$ 195.620,20	
K.4	Camino de acceso - (Casa de Máquinas)	km	1	\$ 78.248,08	\$ 78.248,08	
K.5	Mejoramiento de caminos existentes	km	6	\$ 42.614,79	\$ 255.688,74	\$ 529.557,02
1.11	<b>N. MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL</b>					
N.1	Mitigación Ambiental	gl	1	\$ 130.000,00	\$ 130.000,00	\$ 130.000,00

2	<b>EQUIPOS</b>					
2.1	Equipos Electromecánicos					
XEM-01	Turbinas	gl	1	\$ 239.000,00	\$ 239.000,00	
XEM-02	Generadores	gl	1	\$ 570.000,00	\$ 570.000,00	
XEM-03	Transformadores	gl	1	\$ 192.000,00	\$ 192.000,00	
XEM-04	Tableros de control	gl	1	\$ 85.000,00	\$ 85.000,00	
XEM-05	Equipos auxiliares, incluido generador de emergencia y tableros de comunicación	gl	1	\$ 85.000,00	\$ 85.000,00	
XEM-06	Subestación - (Obra civil y Equipos)	gl	1	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00	
XEM-08	Línea de transmisión - (Obra civil y Equipos)	gl	1	\$ 282.000,00	\$ 282.000,00	\$ 1.653.000,00
2.2	<b>Equipos Hidromecánicos</b>					
Tu-01	Tubería de Presión	m	1080	\$ 250,00	\$ 270.000,00	
XME-01	Compuertas radiales	tn	64	\$ 6.027,95	\$ 385.788,56	
XME-02	Compuertas planas	tn	111,2	\$ 4.305,68	\$ 478.791,15	
XME-03	Reguladores de velocidad	u	2	\$ 118.015,08	\$ 236.030,16	
XME-04	Válvulas esféricas	u	2	\$ 30.000,00	\$ 60.000,00	
XME-05	Puente grúa	u	1	\$ 212.427,14	\$ 212.427,14	
XME-06	Sistemas auxiliares	gl	1	\$ 118.015,08	\$ 118.015,08	\$ 1.761.052,09

<b>Valor Total del Presupuesto</b>	<b>\$ 15.283.952,28</b>
------------------------------------	-------------------------

## ANEXO FOTOGRAFICO



**Foto 1** Rio Baba junto a población de Patricia Pilar vista aguas abajo. A la derecha podemos observar material arcilloso como base de un nuevo puente en construcción.



**Foto 2** Rio Baba vista aguas arriba en el que se observa parte de la estructura del puente colgante sobre el en la actualidad.



**Foto 3** Entrando por patricia pilar por vías lastradas en busca de nuestro río de estudio encontramos múltiples riachuelos con abundante flora y fauna.



**Foto 4** Afluentes hacia el río Toachi.



**Foto 5** Podemos observar la inversión por parte del gobierno de pichincha hacia estos sectores marginales de la provincia.



**Foto 6** También podemos observar riachuelos de muy poco caudal en estación veranera.



**Foto 5** Aquí podemos observar el río Toachi objeto de nuestro estudio. Podemos observar que es un río con buen caudal aun en estación veranera. Esta toma se realizo junto a la población Santa María del Toachi aguas arriba.



**Foto 6** Toma realizada aguas abajo del río toachi grande junto a la población de Santa María del Toachi.



**Foto 7** A continuación podemos observar una vía de acceso en la que se han realizado excavaciones en la que podemos notar que el terreno es arcilloso lo que es beneficioso para nuestro proyecto ya que ahorra mucho en lo que se debe a material utilizable para cimientos y canalización.

## BIBLIOGRAFIA

### ESTUDIOS Y DATOS BÁSICOS DISPONIBLES

La información de interés para el estudio ha sido consultada en las siguientes fuentes:

#### Informes

- [1] MAG – INERHI 1980 – 1981 Balance Hidrológico Superficial del Ecuador. Primera Evaluación Tomo 6
  
- [2] INECEL - Plan Maestro - Ecuador Septiembre – 1982 Potencial Hidroeléctrico Lineal Teórico del Ecuador
  
- [3] INAMHI – ORCYT / Abril-1992. Informe Final / Programa Hidrológico Internacional Balance Hídrico Superficial de la República del Ecuador
  
- [4] CEDEGE – División de Hidrología Enero – 1993 Curvas y Ecuaciones de Descarga de la cuenca del río Vinces (período de aforos 1962-1990).
  
- [5] INECEL-DEIC- Inventario de Proyectos / CFN Noviembre – 1997 Catálogo de Proyectos Hidroeléct. de Mediana Capacidad (Pi = 5 a 50 Mw)
  
- [6] Compañía Particular [Hidalgo & Hidalgo] Agosto-1998 Proyecto Hidroeléctrico Sibimbe Evaluación de Caudales Medios y Crecidas
  
- [7] IRD – INAMHI Julio – 2000 Anuario Hidrológico de la Cuenca del río Guayas
  
- [8] Centro de Transferencia y Desarrollo de Tecnología Energética / CTTE Febrero – 2002 Proyecto Hidroeléctrico S. José del Tambo Hidrología
  
- [9] CEDEGE – CAMINOSCA Noviembre-2002 Proyecto Hidroeléctrico Pilaló Noviembre-2002
  
- [10] CEDEGE – CAMINOSCA Julio - 2003 Proyecto Hidroeléctrico Baba Hidrología
  
- [11] Ing. Chungandro Moreta Marco Junio – 2004 Central Hidroeléctrica Salto del Bimbe

[12] CAMINOSCA Marzo – 2006 Proyecto Hidroeléctrico Angamarca-Sinde

[13] ICP Abril – 2006 Proyecto Hidroeléctrico Cristal

### **Otras Fuentes de Información**

[1] Anuarios Meteorológicos e Hidrológicos del INAMHI (1962-1998)

[2] Archivos magnéticos sobre datos meteorológicos –hidrométricos de la cuenca del Guayas / INECEL – División de Hidrología.