

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“Análisis en cascada de los proyectos Balsapamba Alto,
Balsapamba Medio y Balsapamba Bajo del Rio Cristal”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN

POTENCIA

Presentada por:

Henry Fabricio Bósquez Sotomayor

Christian Javier Paredes Vera

Jonathan Oswaldo Vinueza Andrade

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2009

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por habernos dado paciencia, fortaleza, bienestar, salud y de manera especial por habernos dado unos Padres, Hermanos, Abuelos y Familiares inmejorables. Para ellos todo nuestro agradecimiento, debido a que son los que en todo momento nos ayudaron y nos guiaron hacia este logro alcanzado.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral y al Ing. Juan Saavedra Mera, por su total ayuda y colaboración prestada, para elaboración de éste Trabajo de Graduación.

A nuestros profesores, amigos y compañeros, que en todo momento supieron estar prestos a brindarnos su ayuda en nuestra vida profesional y personal.

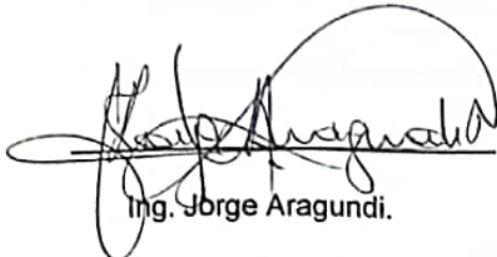
DEDICATORIAS

A mis Padres, hermanas, amigos y familiares que de una u otra manera contribuyeron a este logro. (Henry Bósquez)

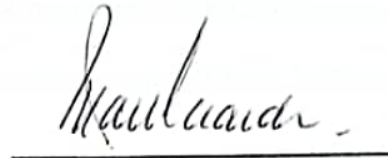
Al apoyo incondicional brindado por toda mi familia, infinitamente gracias. No lo hubiera conseguido sin Ustedes. (*Christian Paredes*)

A mis padres y hermanas por su amor, confianza y esfuerzo anegable, gracias por ser parte de este logro (*Jonathan Vinueza*)

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



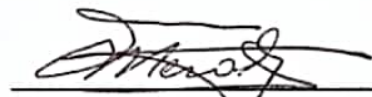
Ing. Jorge Aragundi.
SUBDECANO DE LA FIEC
PRESIDENTE



Ing. Juan Saavedra M.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Gustavo Bermúdez
VOCAL

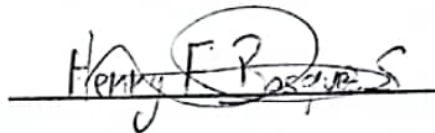


Dr. Cristóbal Mera
VOCAL

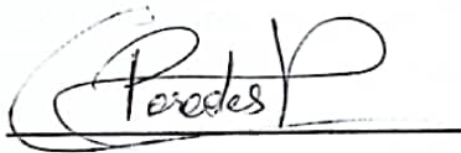
DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado nos corresponde
Exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior
Politécnica del Litoral

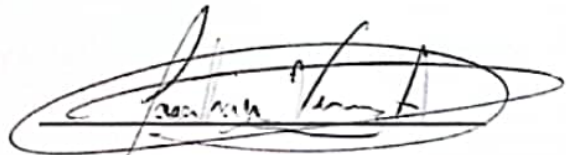
(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Henry F Bósquez Sotomayor



Christian J. Paredes Vera



Jonathan O. Vinuesa Andrade

RESUMEN

La ESPOL, para cooperar con el país, ha decidido mediante tópicos de graduación, realizar estudios de prefactibilidad para el aprovechamiento de los recursos hidrológicos de la cuenca del río Guayas mediante la producción de energía eléctrica. El presente proyecto se denomina Análisis en cascada del proyecto Balsapamba, constituido por los proyectos: Balsapamba Alto, Balsapamba Medio y Balsapamba Bajo.

Capítulo 1: Antecedentes e Información Disponible

En el presente capítulo se detallan los antecedentes en vista de los cuales, se ve la imperiosa necesidad de llevar a cabo el presente proyecto, así como también la información disponible para la realización del mismo.

Capítulo 2: Estudios Básicos

Se presentan análisis y tablas que explican el comportamiento del proyecto en el plano hidrológico. Además se incluye un análisis de tipo geológico determinado para la zona de influencia del proyecto.

Capítulo 3: Producciones Energéticas

Mediante hojas de cálculo en EXCEL, se obtienen resultados a partir de un historial de registros, obtenidos en el capítulo 2; luego se procede a simular

la operación de los reservorios de regulación diaria para finalmente estimar la energía que se generará durante ese tiempo.

Capítulo 4: Diseño del Proyecto

Como primera parte, en este capítulo, se detalla la localización exacta de los tres proyectos (Balsapamba Alto, Balsapamba Medio y Balsapamba Bajo), luego se describen las obras civiles de cada uno de los proyectos, desde el punto de captación hasta la restitución, los cuales se muestran gráficamente en los layouts del programa AUTOCAD. Además se indican los criterios de selección de los equipos.

Capítulo 5: Presupuesto de Obra

Se presentan tablas indicando las cantidades de obra detalladas para cada componente del proyecto. Además se incluyen precios totales tanto de obras civiles como de equipos electromecánicos.

Capítulo 6: Evaluación Económica

Este análisis se ha realizado tomando en consideración las nuevas disposiciones establecidas por parte del Gobierno Central, en la que regula y establece un único valor para la remuneración de la energía, luego se ha calculado la TIR y el VAN.

ÌNDICE GENERAL

RESUMEN	VI
ÌNDICE GENERAL.....	VIII
ABREVIATURAS	XIII
ÌNDICE DE TABLAS	XIV
ÌNDICE DE PLANOS	XVIII
CAPÌTULO 1	1
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÒN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Alcance del proyecto.....	5
1.4. Información disponible	5
CAPÌTULO 2	8
ESTUDIOS BÀSICOS.....	8
2.1. HIDROLOGÍA	8
2.1.1.- Descripción General de la cuenca.....	8
2.1.2.- Anàlisis Hidrológico	9
2.2. GEOLOGÍA	33
2.2.1.- Introducciòn.....	33
2.2.2.- Características Geológicas Regionales.....	33

2.2.3.- Aspectos Geológicos-Geotécnicos del proyecto	37
CAPÍTULO 3.....	42
PRODUCCIONES ENERGÉTICAS	42
3.1. Introducción	42
3.2. Metodología de cálculo	43
3.2.1. Dimensionamiento del Reservoirio de regulación en Balsapamba Alto y Balsapamba Medio.	44
3.3.- Operación diaria de las Centrales en Cascada.....	46
3.3.1 Parámetros de cada central.....	47
3.3.2. Establecimiento de las afluencias horarias.....	49
3.3.3. Tiempo de llenado	51
3.3.4. Caudal de operación del reservorio	51
3.3.5. Tiempo de descarga	52
3.3.6. Caudal turbinado para la generación de energía.....	53
3.3.7. Volumen turbinado.....	57
3.3.8. Altura del agua en el reservorio	58
3.3.9. Coeficiente energético	58
3.3.10. Energía generada por hora (Gwh).....	58
3.4. Operación de la central en Balsapamba Medio y Balsapamba Bajo.....	60
3.5. Resultados	64
3.5.1. Serie de Caudales	68
3.5.2. Generación Estimada	72

3.5.3. Curva de Duración de Energía	75
CAPÍTULO 4	79
DISEÑO DEL PROYECTO	79
4.1. Descripción general del proyecto	79
4.1.1. PROYECTO BALSAPAMBA ALTO	80
4.1.2. PROYECTO BALSAPAMBA MEDIO	83
4.1.3. PROYECTO BALSAPAMBA BAJO	86
4.2. DISEÑO PRELIMINAR	89
4.2.1. Obras Civiles e Hidráulicas	90
4.2.2. Equipo Mecánico.	112
4.2.3. Equipo Eléctrico	117
CAPÍTULO 5	122
PRESUPUESTO DE OBRA	122
5.1. Introducción	122
5.2. Presupuesto de Obras Civiles	123
5.2.1. BALSAPAMBA-ALTO	123
5.2.2 BALSAPAMBA-MEDIO	125
5.2.3. BALSAPAMBA-BAJO	127
5.3. Presupuesto de Equipos Electro-mecánicos y S/E.	130
5.3.1. BALSAPAMBA-ALTO	130
5.3.2. BALSAPAMBA-MEDIO	131
5.3.3. BALSAPAMBA-BAJO	131

5.4. Resumen y Presupuesto General	132
5.4.1. BALSAPAMBA-ALTO	132
5.4.2. BALSAPAMBA-MEDIO.....	133
5.4.3. BALSAPAMBA-BAJO	134
CAPÍTULO 6.....	137
EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	137
6.1. Introducción	137
6.2. Determinación de la remuneración	137
6.2.1. Determinación de la Remuneración por venta a Precio de Recursos Energéticos no Convencionales	138
6.3. Hipótesis de Cálculo	142
6.4. Análisis Económico del Proyecto Balsapamba	143
6.4.1. Flujo de caja del Proyecto Balsapamba.....	143
CONCLUSIONES	147
BIBLIOGRAFÍA.....	149
ANEXOS.....	151
ANEXO 1	152
ANEXO 2	158
ANEXO 3	167
ANEXO 4	170
ANEXO 5	174
ANEXO 6	189

ANEXO 7	196
ANEXO 8	200

ABREVIATURAS

m.s.n.m. Metros sobre el nivel del mar

PMP Precipitación media ponderada

Ech Echeandía

BA-A Balsapamba cota 720 m.s.n.m.

BA-M Balsapamba cota 360 m.s.n.m.

BA-B Balsapamba cota 200 m.s.n.m

CONELEC Consejo Nacional de Electricidad

CER Certificado de Reducción de Emisión de Carbono

TIR Tasa Interna de Retorno

VAN Valor Actual Neto

WACC Promedio Ponderado del Costo del Capital

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Parámetros Hidrológicos De La Subcuenca Del Río	11
TABLA 2: Cálculo de la precipitación media ponderada (pmp) para cada punto de captación	14
TABLA 3: Coeficientes de Transposición Echeandía – Balsapamba	15
TABLA 4: Promedios mensuales de registros de temperatura comprendidos entre 1982 Y 1990	17
TABLA 5: Caudales máximos esperados para un período de retorno de 100 años	23
TABLA 6: Caudales promedio mensuales de 1965 a 1999 – toma 1 (720 msnm)	24
TABLA 7: Caudales promedio mensuales de 1965 a 1999 – toma 2 (360 msnm)	25
tabla 8: Caudales promedio mensuales de 1965 a 1999 – toma 3 (200 msnm)	26
TABLA 9 : Caudales de interés del proyecto balsapamba	30
TABLA 10 : Caudales de interés, considerando la disminución por el caudal ecológico	31
TABLA 11: Parametros 1	47
TABLA 12: Parametros 2	48
TABLA 13: Parametros 3	48
TABLA 14: Afluencias horarias	50

TABLA 15: Caudal turbinado	56
TABLA 16: Volumen turbinado	57
TABLA 17 : Energía generada por hora	59
TABLA 18: Datos reservorio Balsapamba Medio	61
TABLA 19: Operación reservorio Balsapamba Medio	63
TABLA 20: Tabla de resultados de Balsapamba Alto	65
TABLA 21: Tabla de resultados de Balsapamba Medio	66
TABLA 22: Tabla de resultados de Balsapamba Bajo	67
TABLA 23: Indicativo de temporada seca, temporada lluviosa, mes más lluvioso y mes más seco	71
TABLA 24: Capacidad de generación promedio mensual multianual para BA- ALTO, BA-MEDIO y BA-BAJO	74
TABLA 25: Características BA-A	81
TABLA 26: Características BA-M	84
TABLA 27: Características BA-B	87
TABLA 28: Distancias de separación entre las obras importantes de cada central y la carretera principal	90
TABLA 29: Parámetros importantes para el dimensionamiento del azud	94
TABLA 30: Principales parámetros del orificio de toma	95
TABLA 31 : Características generales del desarenador	99
TABLA 32: Características generales de las obras de conducción	102
TABLA 33: Características generales de los reservorios	105

TABLA 34: Características generales del tanque de presión	107
TABLA 35: Características generales de la tubería de presión	109
TABLA 36: Características generales de la casa de máquinas	111
TABLA 37: Características generales del canal de restitución	112
TABLA 38: Características de las turbinas	114
TABLA 39: Características de los generadores	118
TABLA 40: Características de los transformadores	120
TABLA 41: Cantidades de obras civiles de BA-A	123
TABLA 42: Cantidades de obras civiles de BA-M	
TABLA 43: Cantidades de obras civiles de BA-B	128
TABLA 44: Cantidades de obra electromecánicas, hidromecánicas y de subestación de BA-A	
TABLA 45: Cantidades de obras electromecánicas, hidromecánicas y de subestación de BA-M	131
TABLA 46: Cantidades de obras electromecánicas, hidromecánicas y de subestación de BA-B	132
TABLA 47: Resumen general de obras y presupuesto del proyecto BA-A	133
TABLA 48: Resumen general de obras y presupuesto del proyecto BA-M	134
TABLA 49: Resumen general de obras y presupuesto del proyecto BA-B	135
TABLA 50: Resumen general del proyecto en cascada	135
TABLA 51: Precios para energía producida con recursos energéticos no convencionales	139

TABLA 52: Remuneración por energía para proyecto Balsapamba durante los 50 años de vida del proyecto	141
TABLA 53: Flujo de caja efectivo	145

ÍNDICE DE PLANOS

Plano BAL-01 Bocatoma

Plano BAL-02 Paso de Agua Tipo

Plano BAL-03 Obras de Arte en la Conducción

Plano BAL-04 Tanque de Presión Tipo y Tubería

Plano BAL-05 Casa de Máquinas

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.1. Antecedentes

Desde siempre, el agua ha representado uno de los recursos primordiales para el ser humano, durante su proceso evolutivo, el hombre observó que el agua no era solo un recurso de subsistencia, sino que también era una fuente potencial energética. En la actualidad los avances tecnológicos nos permiten explotar los recursos hídricos eficientemente.

Las condiciones actuales en las que se encuentra el sector eléctrico del Ecuador nos indican que es imprescindible impulsar proyectos de generación eléctrica para suplir la demanda, la cual año a año sigue incrementándose. Considerando el alto potencial hidroeléctrico que tiene nuestro país, es recomendable invertir en este tipo de generación; sin embargo, los grandes proyectos hidroeléctricos requieren de una alta inversión, razón por la cual la ejecución de centrales

pequeñas es una salida real y a corto plazo a la crisis del sector.

La generación hidroeléctrica ocasiona menores impactos ambientales, permite el uso intensivo de mano de obra e ingeniería nacional, genera energía eléctrica a bajos costos, reduce el consumo de combustibles derivados del petróleo y fomenta el desarrollo económico y social de la región en la que se encuentra.

Actualmente el sistema eléctrico de nuestro país gira en torno a nuestro mayor proyecto de generación eléctrica, que es Paute – Molino. Durante la mayor parte del año obtenemos de esta central un gran porcentaje de nuestra energía eléctrica. El problema está en los meses de estiaje, tiempo en el que se desaprovecha su capacidad instalada por falta del recurso hídrico, es ahí cuando suelen ocurrir los cortes de energía. Para enfrentar este problema es necesario impulsar los proyectos hidroeléctricos de la cuenca del Guayas, los cuales son capaces de proveernos energía durante estos meses. El proyecto que se analizará en este trabajo está ubicado en esta cuenca.

El proyecto Balsapamba está ubicado en las provincias de Bolívar y Los Ríos, sin embargo, el recurso hídrico se genera en la provincia de Bolívar y forma parte de la cuenca del río Guayas, la cual desemboca en el Océano Pacífico.

Este proyecto está diseñado para funcionar como 3 centrales en cascada a lo largo del Río Cristal. El análisis de los 3 niveles de Toma se realizará en forma conjunta puesto que las características de cada una de las centrales son similares en cuanto a caudal y generación, resaltando las individualidades de cada una de las centrales cuando sea necesario hacerlo.

1.2. Objetivos

La presente tesis tiene como finalidad lograr los siguientes objetivos:

- Analizar la capacidad de producción de energía de los proyectos Balsapamba Alto, Balsapamba Medio y

Balsapamba Bajo, a través de la implementación de un sistema de reservorios de regulación horaria.

- Diseñar el reservorio de regulación óptimo, que permita el mejoramiento de las condiciones de generación de los tres proyectos.
- Establecer una regla de operación del reservorio de tal manera que se pueda obtener como resultado una regulación programada y planificada, dentro de un sistema de generación, tanto dentro de los flujos invernales, como dentro del periodo de estiaje del rio, es decir en los meses de verano.
- Utilizar herramientas computacionales para la simulación de producciones energéticas, basadas en series de datos mucho más amplias de caudales promedios mensuales.
- Determinar en base a un análisis técnico-financiero la rentabilidad del proyecto
- Ayudar a solucionar los problemas energéticos del país, promocionando los proyectos Hidroeléctricos de mediana capacidad.

1.3. Alcance del proyecto

Se pretende realizar el análisis de energía y remuneración de los tres proyectos ubicados a lo largo del Rio Cristal (Balsapamba Alto, Balsapamba Medio y Balsapamba Bajo), determinada en estudios anteriores, a través de la implementación de un sistema de reservorios de regulación horaria, los mismos que serán construidos en los lugares donde técnica y económicamente sean factibles de realizar, obteniendo de esta manera la regulación de los proyectos aguas abajo.

1.4. Información disponible

Para la realización de este proyecto se dispone de información meteorológica de la estación Balsapamba, desde el año 1981 hasta 1990:

- Temperatura del aire a la sombra (°C): absoluta y media, máxima y mínima, por cada mes.
- Humedad relativa (%): máxima, mínima y media, por cada mes.
- Precipitación: suma mensual, y máxima en 24 horas.

Debido a que a los pies del río Cristal no existe una estación hidrométrica, no se dispone de un historial de caudales para este proyecto; sin embargo, se ha realizado un estudio previo con el fin de transponer la serie de caudales diarios y mensuales promedio disponibles de un río cuyo comportamiento hidrológico estacional sea similar al del río de interés

Habiendo realizado el análisis se llegó a la conclusión de que el río del que se posee información hidrológica y cuyo comportamiento estacional es similar al de interés, es el Río Soloma. Su estación hidrométrica, denominada Echeandía en Echeandía está ubicada a 320 msnm, junto al río. Se cuenta con los datos históricos de caudales del INAMHI de esta estación, desde el año 1965 hasta 1999.

Para determinar el caudal de diseño se han transpuesto estos caudales al sitio de interés aplicando métodos hidrológicos.¹

Se han utilizado y transpuesto los registros de caudales máximos en la estación Echeandía durante el periodo de

¹ Ver anexo 1

1965 hasta 1980 para realizar el análisis de crecidas, indispensable para el dimensionamiento de las obras civiles.

CAPÍTULO 2

ESTUDIOS BÁSICOS

2.1. HIDROLOGÍA

2.1.1.- Descripción General de la cuenca

Los principales caminos para acceder al sitio son desde la costa, siguiendo la ruta Babahoyo – Montalvo – Balsapamba; o desde la sierra, por la vía Guaranda – San Miguel – Balsapamba.

La cuenca de drenaje del río Cristal hasta el sitio de captación a 200 msnm cubre un área de 169 km². Geográficamente está comprendida entre las longitudes 79° 16' 17" a 79° 5' 26" y entre las latitudes 1° 41' 53" a 1° 46' 20" (incluyendo los sitios de obra). El punto más alto que corta la línea divisoria de la cuenca o de divortio aquarum está ubicado a 3040 msnm y el más bajo a 140 msnm (casa de máquinas del último proyecto en cascada).

Los principales centros poblados ubicados dentro de la cuenca son Balsapamba, Las Peñas, Chaupiyacu, El Limón y las afueras de Juan Montalvo. Potenciales

centros de consumo son Babahoyo, Juan Montalvo, Balsapamba y San Miguel; además de otras pequeñas poblaciones ubicadas en los alrededores del río Cristal.

2.1.2.- Análisis Hidrológico

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 de este proyecto es la de Echeandía en Echeandía; principalmente porque el comportamiento estacional de la microcuenca del proyecto Echeandía es muy similar al de la microcuenca del proyecto Balsapamba. En la figura 1.1 se puede apreciar que las dos estaciones están atravesadas por las mismas isoyetas.

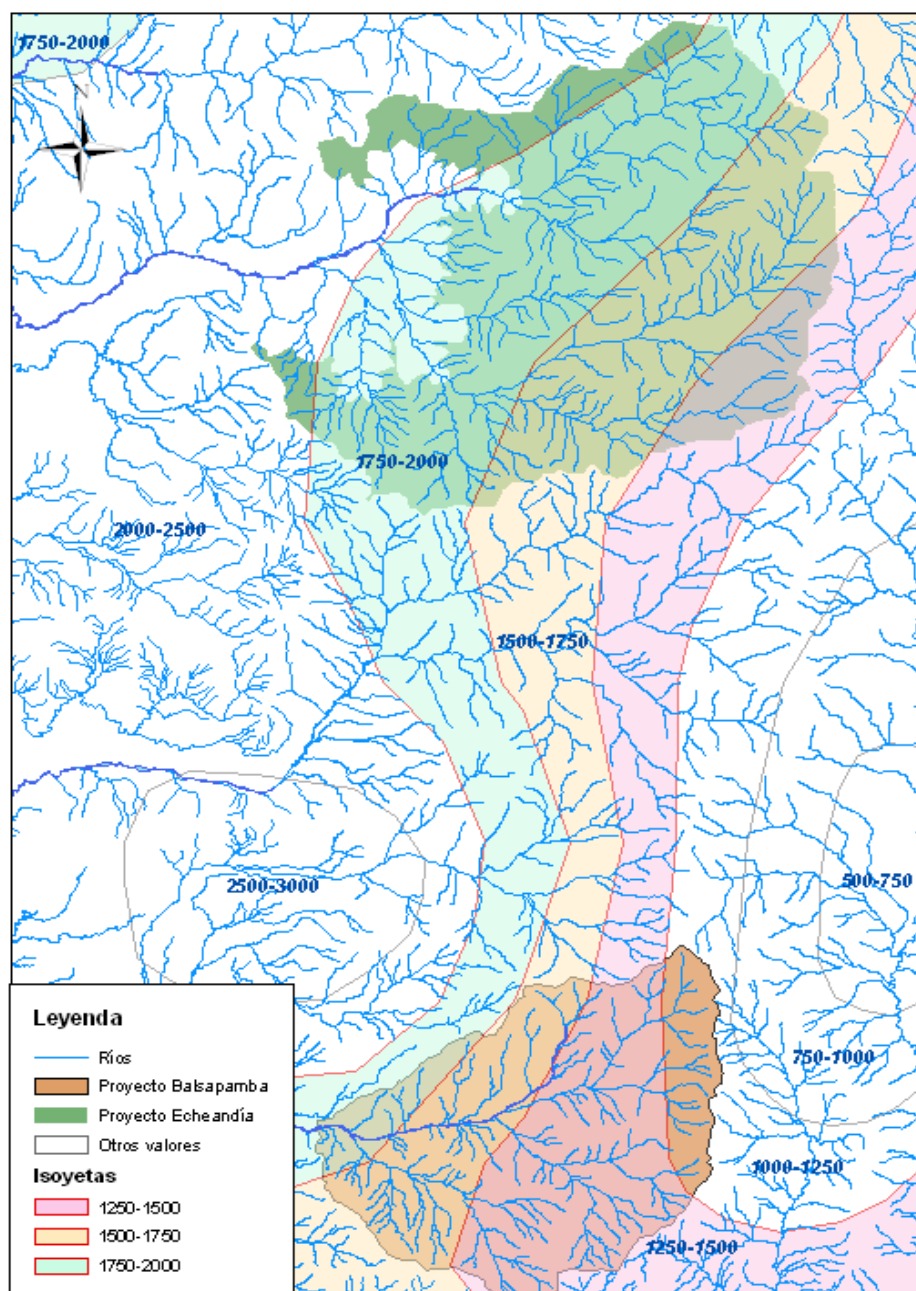


FIGURA 2.1. Isoyetas que atraviesan los ríos Soloma (Proyecto Echeandía) y Cristal (Proyecto Balsapamba).

Se han calculado varios parámetros² para definir las características geométricas de la cuenca, y también para comparar y decidir en base a ellos si es conveniente o no realizar la transposición de datos a partir de los disponibles (ver tabla 1).

Tabla 1: PARÁMETROS HIDROLÓGICOS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO

Lugar de la toma	BA-B	BA-M	BA-A	Ech.
Altitud de la toma (msnm)	200	360	720	320
Perímetro (km)	59.05	55.25	44.11	85.42
Área Drenaje (km ²)	169.03	164.41	95.93	364.83
Índice de Compacidad	1.2718	1.2064	1.2611	1.2522
Máx. Recorrido (km)	22.90	18.740	12.823	34.615
Factor de forma	0.3222	0.4682	0.5834	0.3044
Relación de Confluencias	1.8053	1.8053	4.2303	4.2302
Altitud Media del relieve (H) (msnm)	1547.67	1581.42	1855.16	1606.97
Coefficiente Orográfico (Co)	14171.02	15211.04	35877.14	7078.29

² La terminología y el cálculo detallado de estos parámetros se ha realizado a partir de la información obtenida de la página web de HidroRed, de un ensayo denominado “Evaluación Hidrológica” publicado en el año 2004 y escrito por el especialista en hidrología Oswaldo Ortiz Vera. Ver Anexos 1 y 2.

2.1.2.1.- Determinación del coeficiente de transposición

Con la ayuda del programa ArcMap, y utilizando información cartográfica digitalizada de la cuenca del Guayas e isoyetas de la cobertura nacional, se calculó el coeficiente de transposición, para interpolar los caudales registrados en la estación Echeandía hasta cada punto de interés del proyecto Balsapamba (obras de toma en el Río Cristal).

El coeficiente de transposición relaciona características físico-hidrológicas como el área de la cuenca de drenaje y la precipitación media ponderada de la estación base con las características físico-hidrológicas de la cuenca cuya información hidrológica se desconoce. Este parámetro se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$= \frac{\times}{\times}$$

Donde PMP_{EF} y A_{EF} son la Precipitación Media Ponderada y el Área de drenaje del punto de captación (información hidrológica no conocida), y PMP_{ED} y A_{ED} son la Precipitación Media Ponderada y el Área de drenaje de la estación base (información hidrológica conocida).

La precipitación media ponderada (PMP) y áreas de drenaje se han calculado con la ayuda de la herramienta XTools Pro de ArcMap. En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos para la estación base y para cada punto de captación del proyecto Balsapamba (Río Cristal):

**Tabla 2: CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA PONDERADA (PMP)
PARA CADA PUNTO DE CAPTACIÓN**

		<i>Echeandía</i> <i>(Est. Base)</i>	<i>Río Cristal</i> <i>200 msnm</i>	<i>Río Cristal</i> <i>360 msnm</i>	<i>Río Cristal</i> <i>720 msnm</i>
Areas (km²)	<i>Area_2000-2500</i>	65.74	0.00	0.00	0.00
	<i>Area_1750-2000</i>	173.83	14.46	9.95	0.00
	<i>Area_1500-1750</i>	98.32	51.88	51.88	13.83
	<i>Area_1250-1500</i>	26.14	82.37	82.37	61.87
	<i>Area_1000-1250</i>	0.00	20.21	20.21	20.23
	Área total	364.03	169.03	164.41	95.93
Precipitación (mm²)	<i>Precip_2000-2500</i>	2250	2250	2250	2250
	<i>Precip_1750-2000</i>	1875	1875	1875	1875
	<i>Precip_1500-1750</i>	1625	1625	1625	1625
	<i>Precip_1250-1500</i>	1375	1375	1375	1375
	<i>Precip_1000-1250</i>	1125	1125	1125	1125
	<i>Área x Precip 2000-2500</i>	147917.7	0.0	0.0	0.0
	<i>Área x Precip 1750-2000</i>	325934.6	27114.2	18660.4	0.0
	<i>Área x Precip 1500-1750</i>	159773.2	84311.5	84311.5	22476.1
	<i>Área x Precip 1250-1500</i>	35941.0	113253.1	113253.1	85065.2
	<i>Área x Precip 1000-1250</i>	0.0	22735.6	22735.6	22760.0
	Σ (Área x Precip)	669566.8	247414.6	238960.8	130301.3
	PMP	1839.3	1464.7	1453.4	1358.3

Para obtener un historial de caudales en cada punto de captación se utiliza un coeficiente de transposición que se haya calculado en función de la Precipitación Media

Ponderada y del área de drenaje. Para transponer los caudales máximos necesarios para el análisis de crecidas se utiliza un coeficiente de transposición calculado solamente en base a la relación de áreas de las cuencas de drenaje, ya que los máximos caudales no dependen de la Precipitación Media Ponderada. En la tabla 3 se presentan los coeficientes de transposición importantes para el proyecto.

Tabla 3: COEFICIENTES DE TRANSPOSICIÓN ECHEANDÍA – BALSAPAMBA

	Ech320- Ech320	Ech320- Bal200	Ech320- Bal360	Ech320- Bal720
Sin incluir PMP	1	0.4643	0.4516	0.2635
Incluyendo PMP	1	0.1716	0.1612	0.0513

2.1.2.2- Meteorología

Los datos meteorológicos como temperatura, humedad relativa, lluvias medias y extremas son útiles para las programaciones del trabajo a cielo abierto y para identificar el rango climático de operación de los equipos.

Se han observado los registros pertenecientes a la estación Balsapamba, ubicada a 840 msnm, a 79° 10' 50''

de longitud Oeste y $1^{\circ} 45' 55''$ de latitud Sur, cerca de la población que lleva el mismo nombre. Por su ubicación, se puede afirmar que dichos registros describen el comportamiento meteorológico de la región estudiada (ver figura 4.2).

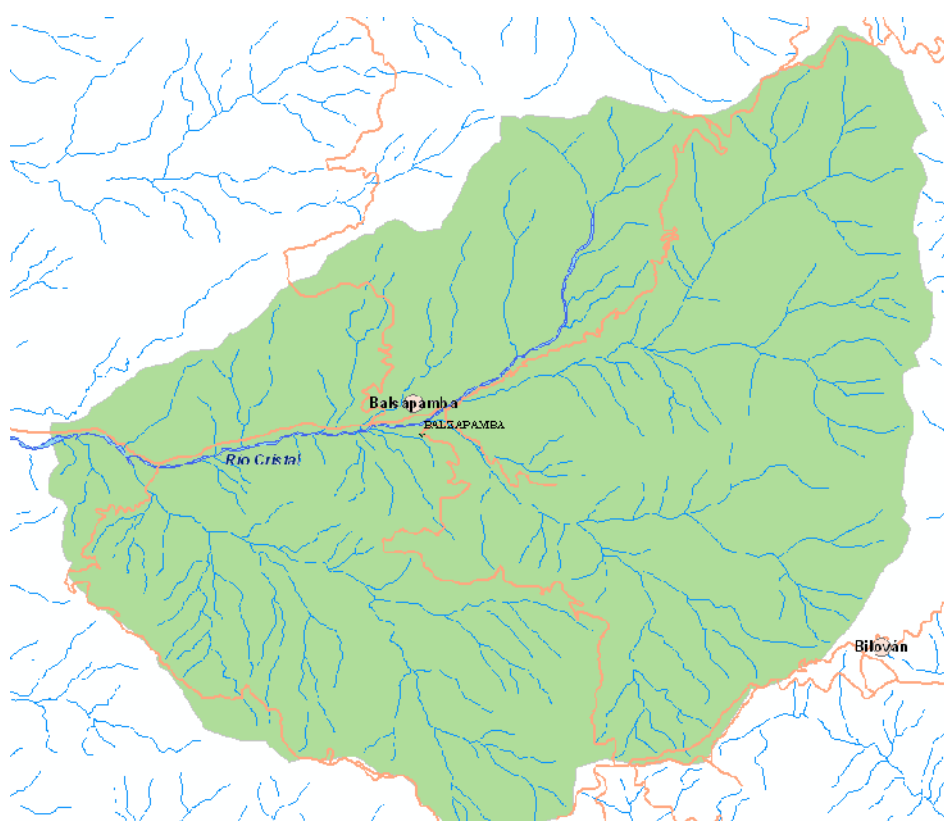


FIGURA 4.2. Ubicación de la estación meteorológica Balsapamba

Temperatura

En la tabla 4 se presentan los registros de temperatura de la estación Balsapamba.

Tabla 4: PROMEDIOS MENSUALES DE REGISTROS DE TEMPERATURA COMPRENDIDOS ENTRE 1982 Y 1990

Altura: 920 msnm

	Temp. Máx. Absoluta (°C)	Temp. Mín. Absoluta (°C)	Temperatura Media (°C)
Enero	28.5	18.3	20.8
Febrero	28.4	18.6	21.0
Marzo	28.9	17.9	21.2
Abril	28.3	17.6	21.1
Mayo	27.6	16.2	20.7
Junio	28.4	17.1	20.4
Julio	27.7	16.3	20.0
Agosto	29.6	15.4	20.2
Septiembre	28.9	15.0	20.5
Octubre	30.2	16.0	20.5
Noviembre	30.3	16.3	20.7
Diciembre	29.4	17.4	20.6

La temperatura media multianual para el período registrado en la estación Balsapamba es de 20.6 °C. En la gráfico 2.1 se puede observar que la temperatura media

mensual varía entre 20 °C (mes de Julio) y 21.2 °C (en Marzo).

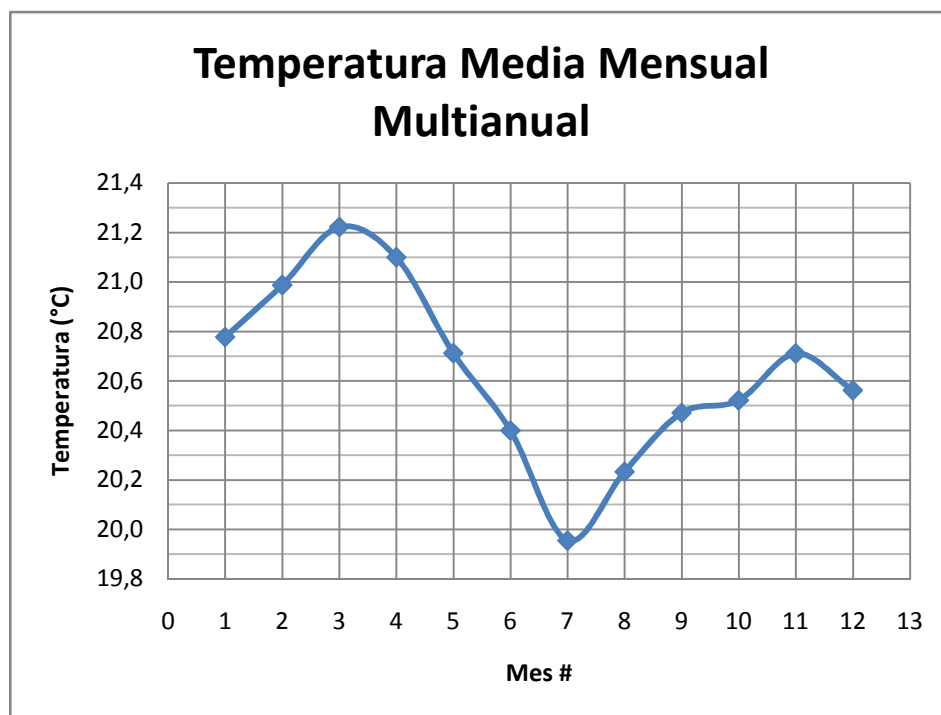


GRÁFICO 2.1. Temperatura Media Mensual Multianual de los registros de la estación Balsapamba, de 1982 a 1990.

En el gráfico 2.2 se presentan las temperaturas máximas y mínimas absolutas promedio mensuales registradas.

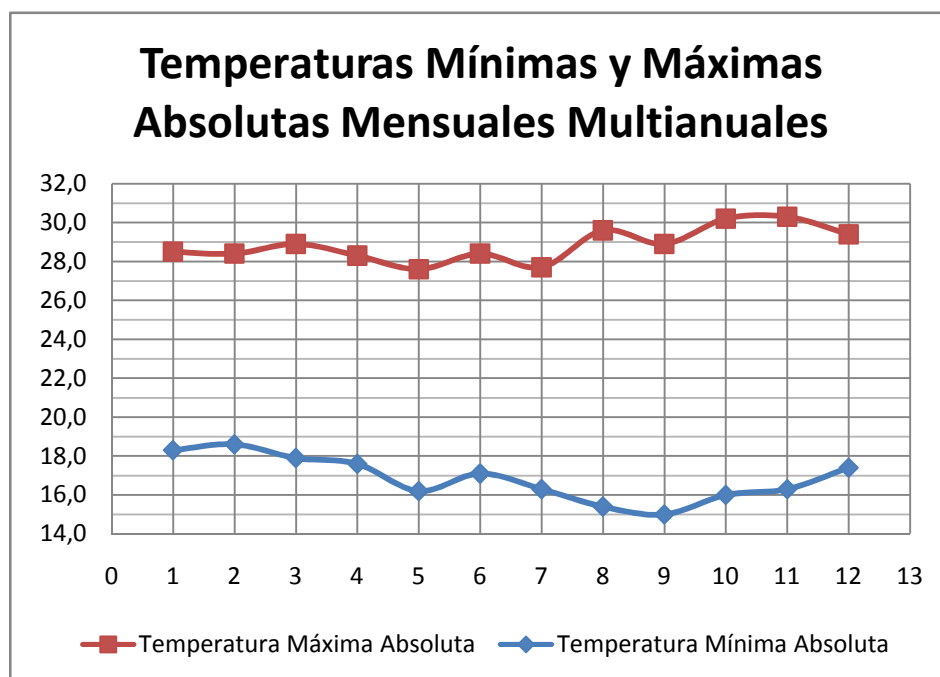


GRÁFICO 2.2. Temperaturas Mínimas y Máximas Absolutas Mensuales Multianuales, estación Balsapamba, de 1982 a 1990.

En la tabla 4 y en el gráfico 2.2 se puede observar que la temperatura máxima absoluta fue de 30.3 °C, registrada en un mes de Noviembre; y la temperatura mínima absoluta fue de 15 °C, registrada en un mes de Septiembre.

De los registros obtenidos se puede decir que la temperatura media para el proyecto, cerca de los 820 msnm oscila entre 20 °C y 21 °C, con temperaturas

absolutas máximas esperadas de hasta 30 °C y mínimas de hasta 15 °C.

Pluviometría

Con el propósito de describir el comportamiento pluviométrico en la zona del proyecto, se han analizado los datos de lluvias obtenidos en la estación meteorológica Balsapamba. En este análisis se presentan los promedios mensuales multianuales y el análisis de las precipitaciones máximas en 24 horas.

Se dispone de un historial pluviométrico desde el año 1982 a 1996, pero existe discontinuidad de información en un par de años y varios meses; para completar estos datos se ha utilizado y correlacionado con el historial pluviométrico registrado en la estación Caluma³, ubicado sobre los 350msnm.

En el gráfico 2.3 se puede apreciar el efecto que tuvo el fenómeno del niño (1982 y 1997) en las precipitaciones durante los meses de octubre a diciembre. En estos años

³ Ver Anexo 3

se registraron valores de precipitación muy altos comparados con los demás años.

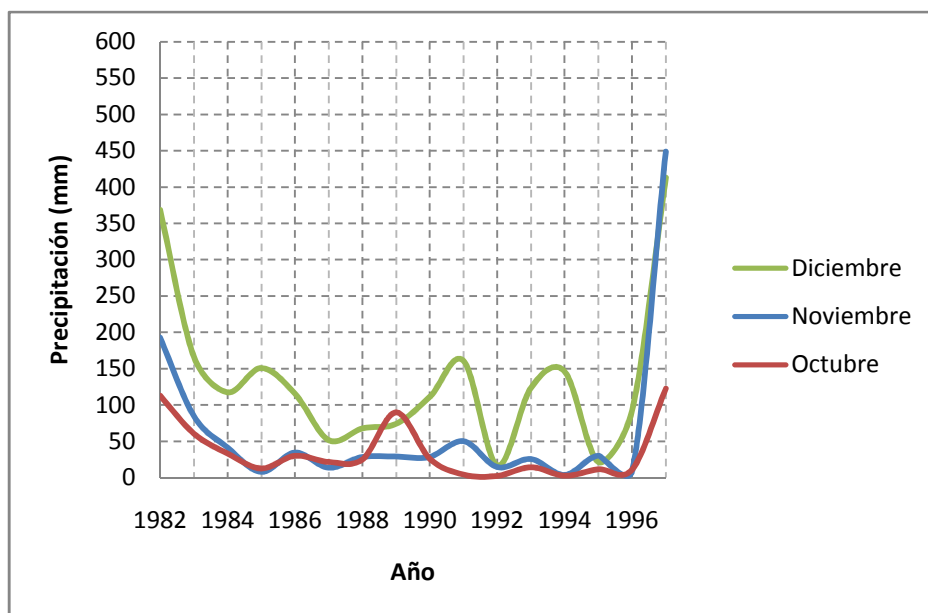


GRÁFICO 2.3. Precipitación por meses, estación Balsapamba, de 1982 a 1997.

De los registros disponibles, se conoce que la máxima precipitación en 24 horas fue de 103.5mm (diciembre 15, 1984).

Análisis 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 100 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.

Al no contar con un historial de los caudales anuales máximos para el Río Cristal, se ha optado por transponer estos valores de la estación meteorológica de Echeandía.

En este proyecto se ha utilizado el método estadístico de Gumbel Tipo I para la determinación del máximo caudal

esperado dentro de un período de retorno de 100 años⁴, cuyo resultado fue el que se muestra en la tabla 5.

Tabla 5: CAUDALES MÁXIMOS ESPERADOS PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

Período de retorno (años)		100
Probabilidad de ocurrencia		0.010
Caudal máximo esperado (m ³ /seg)	Estación Echeandía	467
	Río Cristal - 200 msnm	217
	Río Cristal - 360 msnm	211
	Río Cristal - 720 msnm	123

Tablas y Curvas de Caudales

Como ya se había mencionado, se han utilizado los datos de caudales promedio mensuales de la estación meteorológica Echeandía, para lo cual se tuvo que transponer estos valores hacia el área del presente proyecto. Los caudales transpuestos para las tres tomas se presentan en las tablas 6 a 8.

⁴ Ver Anexo 4

Tabla 6: CAUDALES PROMEDIO MENSUALES DE 1965 A 1999 – TOMA 1 (720 msnm)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965	4.86	8.32	10.40	14.93	12.99	5.78	3.17	1.97	1.65	1.51	1.73	1.57
1966	4.13	7.23	6.32	4.37	3.25	2.31	1.78	1.56	1.00	0.98	0.86	0.95
1967	3.46	5.61	5.22	3.54	2.82	2.15	1.60	1.08	0.90	0.83	0.73	0.79
1968	1.94	3.75	4.30	4.10	2.20	1.62	1.10	0.89	0.80	0.79	0.71	0.81
1969	1.92	2.64	4.21	7.64	4.77	2.63	2.09	1.73	1.46	0.82	0.82	1.22
1970	3.62	5.26	4.66	6.11	5.57	2.93	1.91	1.69	1.52	1.17	0.96	1.29
1971	2.76	5.95	8.18	5.47	2.92	1.96	1.46	1.08	0.95	0.88	0.79	1.11
1972	4.47	5.64	10.83	8.33	5.10	5.43	4.00	2.96	2.55	2.36	2.23	3.77
1973	5.98	8.18	6.38	6.85	4.96	3.09	2.12	1.65	1.52	1.41	1.26	1.34
1974	2.24	4.96	5.73	3.56	3.75	2.27	1.72	1.38	1.24	1.27	1.22	2.23
1975	4.68	7.43	6.98	6.89	4.50	3.04	2.13	1.67	1.43	1.36	1.20	1.22
1976	4.41	8.12	8.25	7.22	5.07	3.16	2.16	1.62	1.35	1.15	1.13	1.58
1977	3.26	4.97	6.09	5.52	3.34	2.14	1.62	1.34	1.19	1.07	0.92	1.07
1978	3.11	4.93	5.65	6.01	4.30	2.45	1.71	0.28	0.45	1.11	0.96	1.29
1979	2.82	5.29	8.87	3.04	3.01	2.74	1.69	1.34	1.18	1.07	0.89	1.51
1980	1.52	6.65	5.39	9.42	6.12	3.26	1.95	1.45	1.14	1.01	0.92	2.06
1981	2.67	8.65	8.37	6.60	8.93	2.09	1.76	1.59	1.49	1.50	1.51	1.59
1982	4.01	7.70	6.01	4.97	3.28	2.16	1.81	1.33	1.19	1.68	6.65	10.49
1983	13.76	13.50	13.76	13.64	15.73	4.78	5.63	3.41	2.58	2.45	2.19	0.58
1984	3.93	9.67	12.42	8.73	5.33	2.55	1.94	1.45	1.94	1.13	0.87	1.82
1985	4.34	4.87	8.40	4.87	3.69	2.12	1.65	1.44	1.34	1.77	1.71	1.31
1986	4.09	6.04	5.59	7.00	4.16	2.15	1.59	1.32	1.37	1.35	1.31	1.29
1987	5.16	8.82	10.91	9.81	8.20	3.34	1.66	1.18	0.85	0.68	0.68	0.80
1988	4.21	9.47	7.03	7.11	6.37	2.36	1.41	0.98	0.75	0.65	0.58	0.64
1989	5.04	10.90	10.64	9.37	5.89	2.79	1.87	1.33	1.08	1.11	1.36	1.35
1990	1.79	5.71	4.79	6.27	4.07	2.29	1.54	1.15	0.91	0.83	0.73	1.15
1991	2.53	7.92	7.23	6.23	4.60	2.44	1.61	1.16	0.94	0.80	0.74	1.19
1992	5.39	9.78	14.55	11.49	9.62	5.05	2.17	1.28	0.85	0.69	0.62	0.73
1993	2.04	9.82	11.27	10.82	6.35	2.71	1.47	1.04	0.83	0.62	1.39	1.00
1994	4.34	8.88	7.79	9.12	4.93	1.93	1.04	0.74	0.67	0.51	0.48	1.22
1995	4.20	7.87	4.20	4.69	2.61	1.75	1.31	1.19	0.76	0.61	0.62	0.67
1996	2.23	8.94	7.67	5.66	3.28	1.70	1.27	0.73	0.60	0.55	0.57	0.65
1997	2.61	5.79	7.91	6.65	5.63	4.75	2.40	2.27	2.50	3.14	5.76	8.09
1998	8.50	8.67	7.77	8.40	5.73	2.11	1.82	1.51	1.43	0.99	1.37	0.55
1999	2.10	8.16	8.17	6.73	7.28	8.59	7.06	8.62	7.48	5.63	1.37	1.73
PROM	3.95	7.32	7.77	7.18	5.44	2.99	2.09	1.64	1.43	1.30	1.37	1.73

Tabla 7: CAUDALES PROMEDIO MENSUALES DE 1965 A 1999 – TOMA 2 (360 msnm)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965	8.91	15.26	19.08	27.38	23.82	10.61	5.81	3.60	3.02	2.76	3.18	2.87
1966	7.58	13.26	11.59	8.01	5.96	4.24	3.26	2.86	1.83	1.80	1.57	1.74
1967	6.35	10.28	9.57	6.49	5.16	3.95	2.93	1.98	1.65	1.53	1.33	1.45
1968	3.56	6.88	7.89	7.53	4.03	2.98	2.02	1.63	1.46	1.45	1.31	1.48
1969	3.53	4.85	7.73	14.00	8.74	4.82	3.83	3.18	2.68	1.50	1.50	2.24
1970	6.65	9.65	8.54	11.21	10.21	5.38	3.50	3.09	2.78	2.15	1.75	2.37
1971	5.07	10.90	14.99	10.03	5.35	3.60	2.67	1.97	1.74	1.61	1.45	2.04
1972	8.20	10.35	19.86	15.28	9.35	9.95	7.34	5.43	4.67	4.33	4.09	6.91
1973	10.97	15.01	11.70	12.56	9.09	5.67	3.90	3.02	2.79	2.59	2.30	2.46
1974	4.11	9.10	10.51	6.52	6.88	4.17	3.15	2.53	2.27	2.33	2.23	4.08
1975	8.58	13.63	12.80	12.64	8.24	5.58	3.91	3.06	2.62	2.49	2.21	2.24
1976	8.09	14.89	15.14	13.24	9.29	5.79	3.96	2.98	2.48	2.11	2.08	2.89
1977	5.98	9.11	11.17	10.12	6.12	3.93	2.96	2.46	2.18	1.97	1.69	1.97
1978	5.71	9.04	10.37	11.02	7.89	4.49	3.13	0.52	0.82	2.03	1.76	2.36
1979	5.17	9.70	16.27	5.57	5.53	5.02	3.10	2.45	2.16	1.97	1.63	2.78
1980	2.79	12.19	9.89	17.28	11.23	5.97	3.57	2.66	2.08	1.86	1.69	3.79
1981	4.89	15.86	15.35	12.10	16.38	3.83	3.23	2.91	2.73	2.75	2.77	2.92
1982	7.35	14.12	11.02	9.11	6.02	3.97	3.32	2.44	2.18	3.09	12.19	19.23
1983	25.23	24.75	25.24	25.02	28.86	8.76	10.33	6.26	4.74	4.49	4.02	1.07
1984	7.21	17.73	22.78	16.00	9.78	4.67	3.55	2.67	3.56	2.08	1.59	3.33
1985	7.95	8.94	15.40	8.93	6.76	3.88	3.03	2.64	2.47	3.25	3.14	2.40
1986	7.49	11.08	10.26	12.83	7.62	3.95	2.91	2.42	2.51	2.48	2.41	2.36
1987	9.47	16.18	20.01	18.00	15.03	6.13	3.05	2.16	1.55	1.24	1.25	1.46
1988	7.71	17.36	12.89	13.03	11.68	4.33	2.59	1.79	1.38	1.19	1.06	1.18
1989	9.24	20.00	19.51	17.19	10.80	5.12	3.43	2.44	1.98	2.04	2.50	2.47
1990	3.27	10.47	8.78	11.50	7.46	4.20	2.83	2.12	1.67	1.52	1.33	2.11
1991	4.64	14.53	13.27	11.42	8.43	4.47	2.95	2.12	1.72	1.47	1.36	2.18
1992	9.88	17.94	26.68	21.08	17.65	9.25	3.99	2.35	1.57	1.26	1.13	1.35
1993	3.74	18.01	20.67	19.84	11.64	4.97	2.69	1.91	1.52	1.13	2.55	1.83
1994	7.96	16.29	14.29	16.73	9.05	3.54	1.91	1.36	1.23	0.93	0.88	2.24
1995	7.71	14.42	7.70	8.60	4.79	3.21	2.41	2.19	1.39	1.12	1.14	1.23
1996	4.08	16.39	14.07	10.39	6.02	3.11	2.34	1.34	1.09	1.00	1.05	1.20
1997	4.79	10.62	14.51	12.20	10.33	8.72	4.40	4.16	4.58	5.76	10.57	14.83
1998	15.59	15.91	14.25	15.41	10.50	3.88	3.34	2.77	2.63	1.82	2.51	1.00
1999	3.86	14.96	14.99	12.34	13.36	15.76	12.95	15.81	13.73	10.32	2.51	3.18
PROM	7.24	13.42	14.25	13.16	9.97	5.48	3.84	3.01	2.61	2.38	2.51	3.18

Tabla 8: CAUDALES PROMEDIO MENSUALES DE 1965 A 1999 – TOMA 3 (200 msnm)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965	9.23	15.81	19.77	28.37	24.68	10.99	6.02	3.73	3.13	2.86	3.30	2.97
1966	7.85	13.73	12.01	8.30	6.17	4.39	3.38	2.96	1.89	1.87	1.63	1.80
1967	6.58	10.65	9.91	6.72	5.35	4.09	3.03	2.05	1.71	1.59	1.38	1.50
1968	3.69	7.13	8.18	7.80	4.17	3.08	2.09	1.69	1.52	1.50	1.36	1.54
1969	3.66	5.02	8.00	14.51	9.06	4.99	3.96	3.29	2.77	1.56	1.56	2.32
1970	6.89	10.00	8.85	11.61	10.58	5.57	3.63	3.21	2.88	2.23	1.82	2.45
1971	5.25	11.30	15.54	10.39	5.55	3.73	2.77	2.04	1.81	1.67	1.51	2.11
1972	8.49	10.72	20.58	15.83	9.69	10.31	7.60	5.63	4.84	4.49	4.24	7.16
1973	11.36	15.55	12.12	13.01	9.42	5.87	4.04	3.13	2.89	2.69	2.39	2.55
1974	4.26	9.42	10.89	6.75	7.13	4.32	3.27	2.63	2.36	2.41	2.31	4.23
1975	8.89	14.12	13.26	13.09	8.54	5.78	4.05	3.17	2.72	2.58	2.29	2.32
1976	8.38	15.43	15.68	13.72	9.63	6.00	4.10	3.08	2.57	2.19	2.15	2.99
1977	6.19	9.43	11.57	10.48	6.34	4.07	3.07	2.55	2.26	2.04	1.75	2.04
1978	5.91	9.37	10.74	11.42	8.17	4.66	3.24	0.54	0.85	2.10	1.83	2.45
1979	5.36	10.05	16.85	5.77	5.73	5.20	3.22	2.54	2.24	2.04	1.69	2.88
1980	2.89	12.63	10.24	17.91	11.64	6.19	3.70	2.76	2.16	1.93	1.75	3.92
1981	5.07	16.43	15.90	12.54	16.97	3.96	3.34	3.01	2.83	2.84	2.87	3.02
1982	7.62	14.62	11.42	9.44	6.24	4.11	3.44	2.53	2.26	3.20	12.63	19.93
1983	26.14	25.64	26.15	25.92	29.90	9.08	10.70	6.49	4.91	4.65	4.16	1.11
1984	7.47	18.37	23.60	16.58	10.13	4.84	3.68	2.76	3.69	2.15	1.65	3.45
1985	8.24	9.26	15.95	9.25	7.00	4.02	3.13	2.74	2.55	3.36	3.25	2.49
1986	7.76	11.48	10.63	13.29	7.90	4.09	3.01	2.51	2.60	2.57	2.50	2.45
1987	9.81	16.77	20.73	18.65	15.58	6.35	3.16	2.24	1.61	1.29	1.30	1.52
1988	7.99	17.99	13.36	13.50	12.11	4.48	2.68	1.86	1.43	1.24	1.10	1.22
1989	9.58	20.72	20.21	17.80	11.19	5.30	3.55	2.53	2.05	2.11	2.59	2.56
1990	3.39	10.85	9.10	11.91	7.73	4.35	2.93	2.19	1.73	1.58	1.38	2.18
1991	4.81	15.05	13.75	11.83	8.74	4.63	3.06	2.20	1.78	1.52	1.41	2.26
1992	10.24	18.59	27.64	21.84	18.28	9.59	4.13	2.44	1.62	1.30	1.17	1.40
1993	3.88	18.66	21.42	20.55	12.06	5.15	2.78	1.98	1.58	1.17	2.64	1.90
1994	8.25	16.88	14.81	17.34	9.38	3.66	1.98	1.41	1.27	0.96	0.91	2.32
1995	7.98	14.94	7.98	8.91	4.96	3.33	2.49	2.27	1.44	1.16	1.19	1.27
1996	4.23	16.99	14.57	10.76	6.24	3.23	2.42	1.39	1.13	1.04	1.09	1.24
1997	4.97	11.00	15.03	12.64	10.70	9.03	4.56	4.31	4.74	5.97	10.95	15.36
1998	16.15	16.48	14.76	15.97	10.88	4.02	3.46	2.87	2.72	1.89	2.60	1.04
1999	4.00	15.50	15.53	12.79	13.84	16.32	13.42	16.38	14.22	10.69	2.60	3.29
PROM	7.50	13.90	14.76	13.63	10.33	5.68	3.97	3.12	2.71	2.47	2.60	3.29

A continuación se presentan las curvas de duración de caudales para cada una de las tomas.

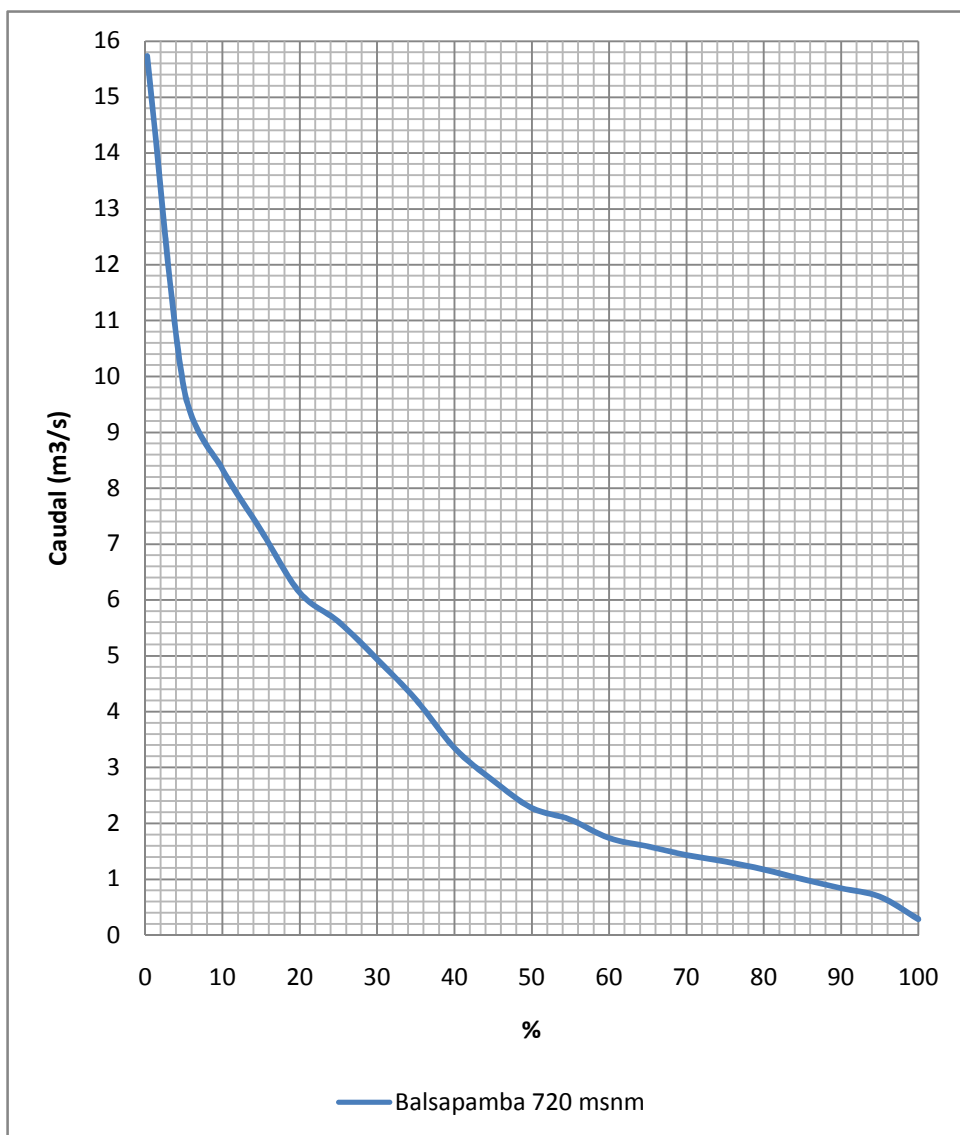


GRÁFICO 2.4. Curva de duración de caudales promedio mensuales de 1965 a 1999 para el proyecto Balsapamba, para la toma a 720msnm.

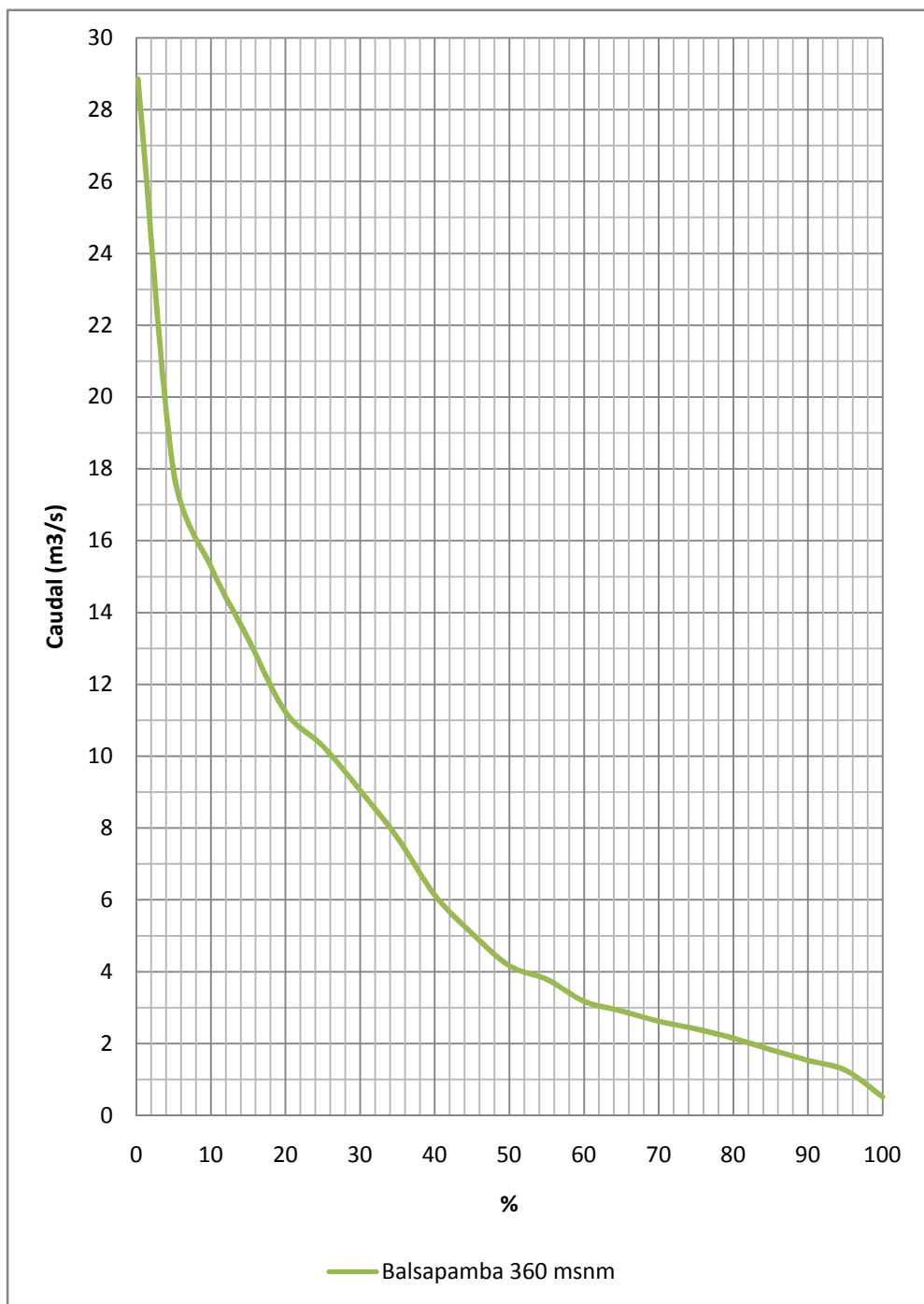


GRÁFICO 2.5. Curva de duración de caudales promedio mensuales de 1965 a 1999 para el proyecto Balsapamba, para la toma a 360msnm.

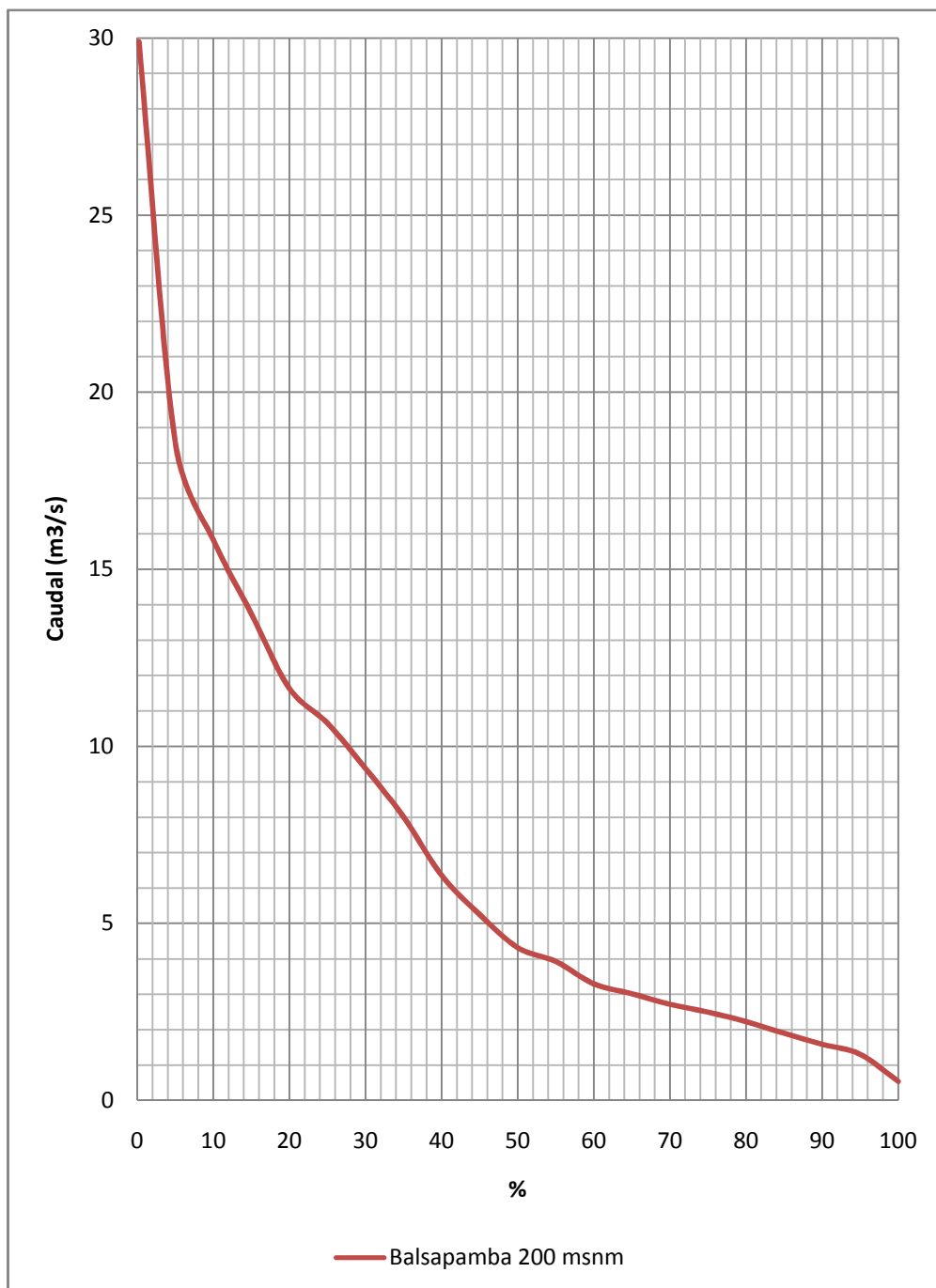


GRÁFICO 2.6. Curva de duración de caudales promedio mensuales de 1965 a 1999 para el proyecto Balsapamba, para la toma a 200msnm.

De esta forma se han determinado los caudales q_{50} y q_{90} . A este último se lo conoce también como caudal firme. En la tabla 9 se presentan estos valores.

Tabla 9 : CAUDALES DE INTERÉS DEL PROYECTO BALSAPAMBA

Toma	720msnm	360msnm	200msnm
$q_{\text{medio}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	3.68	6.75	7.00
$q_{50} \text{ (m}^3/\text{s)}$	2.27	4.17	4.32
$q_{90} \text{ (m}^3/\text{s)}$	0.83	1.53	1.59

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 10.

Tabla 10 : CAUDALES DE INTERÉS, CONSIDERANDO LA DISMINUCIÓN POR EL CAUDAL ECOLÓGICO

Toma	720msnm	360msnm	200msnm
q_{diseño} (m³/s)	3.31	6.08	6.30
q₅₀ (m³/s)	1.90	3.49	3.88
q₉₀ (m³/s)	0.47	0.86	0.89
q_{ecológico} (m³/s)	0.37	0.68	0.70

En los análisis hidrológicos realizados por el ex INECCEL como parte de los estudios de prefactibilidad 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 al caudal medio como caudal de diseño, 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.

2.2. GEOLOGÍA

2.2.1.- Introducción

Debido a la importancia de un estudio geológico para la realización de este proyecto, se ha incluido información disponible de los estudios de prefactibilidad de proyectos cercanos como el Caluma Bajo, y los estudios Geológicos Geotécnicos del informe de inventario del proyecto Balsapamba, realizados por el ex INECEL.

Los sitios de obra se implantan en el basamento volcánico de la Formación Macuchi, afectado por metamorfismo de contacto por los cuerpos intrusivos cuarzo dioríticos. Superficialmente son comunes los depósitos coluviales y suelos de alteración. A lo largo del río Cristal se han depositado potentes terrazas aluviales.

2.2.2.- Características Geológicas Regionales

La geología del Ecuador corresponde a una serie de litológicas y estructuralmente distintas de orientación sensiblemente Norte-Sur.

Estas zonas son, de Oeste a Este:

- Zona Litoral
- Cordillera Occidental
- Depresión Interandina
- Cordillera Oriental
- Zonas de Escamas
- Cuenca Oriental

La vertiente Oeste de la Cordillera Occidental, sector donde se encuentra el proyecto Balsapamba, está formada por rocas esencialmente piroclásticas, que se presentan en las vecindades de Balsapamba como “Formación Macuchi”, la cual está intrusionada por rocas ácidas e intermedias.

Litología

Las formaciones encontradas corresponden básicamente a:

- Un basamento rocoso, constituido por las Formaciones Macuchi.
- Intrusiones ácidas a intermedias.
- Materiales detríticos cuaternarios.

La formación Macuchi es de origen predominantemente volcánico, caracterizado por lavas y rocas volcánoclasticas. En lo que se refiere a los intrusitos, estos han sido identificados principalmente como rocas graníticas, aunque existen variaciones locales que ocupan una gama tan amplia como la escala granito-microdiorita. En la hoja Geológica de Guaranda se distinguen dos cuerpos intrusitos a diferentes alturas: el batolito de Puroloma y el de Caluma-Echeandía.

Las formaciones cuaternarias comprenden a:

- Terrazas indiferenciadas.

- Depósitos coluviales recientes.
- Depósitos aluviales recientes.

Las terrazas indiferenciadas son potentes acumulaciones de detrito de origen volcánico, consistentes en cenizas, limos, arenas y cantos rodados.

Los depósitos aluviales recientes corresponden a terrazas fluviales alineadas con los cauces actuales de los ríos. Constituyen parte del lecho de la inundación.

Los depósitos coluviales, aparecen principalmente como acumulaciones a pie de monte, con desarrollo y ubicaciones variables, y muestran frecuentemente un potente desarrollo residual.

Estructuras

Un rasgo tectónico importante es la alineación N-S de cuerpos intrusivos, algunos de los cuales afectan directamente al proyecto Balsapamba.

Geomorfología

El aprovechamiento Balsapamba se encuentra ubicado en el flanco Oeste de la Cordillera Occidental, con características de topografía abruptas, ríos angostos y profundos, encañonados, con corte típico en “V” que atestiguan el levantamiento continuo en la región.

2.2.3.- Aspectos Geológicos-Geotécnicos del proyecto

2.2.3.1.- Litología

En la margen izquierda de la cota 640 aparecen a nivel del cauce, lavas metamorizadas, masivas, poco fracturadas, impermeables, cubiertas de suelo de alteración superficial. El talud de pendiente abrupta es estable.

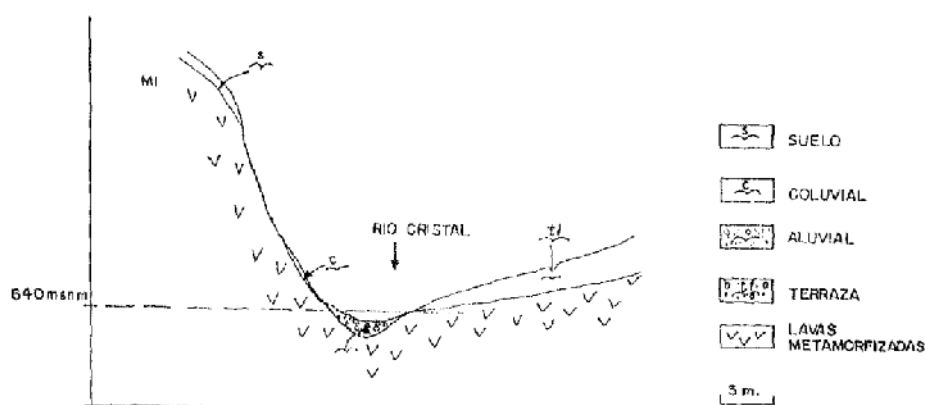


FIGURA 2.7. Litología en la parte alta del proyecto

El aluvial del cauce es poco potente y se halla compuesto por cantos de 10 cm de diámetro promedio el 60% y arena-grava el 40%.

En la margen derecha aparece una terraza, aluvial, permeable, que contiene grandes cantos de 50 cm de diámetro promedio. Este depósito (al igual que el aluvial del cauce) deben ser tratados en relación a la permeabilidad y poca consolidación. El factor geológico de la toma es 1.25.

Para el desvío puede utilizarse el sistema de cierre parcial del cauce, método que no es afectado directamente por la geología. El factor es 1.00.

2.2.3.2. Aspectos Geotécnicos

Las obras de derivación podrían ubicarse en aluviales muy gruesos o en roca fresca. En ambos casos se deberá impermeabilizar las cimentaciones y los estribos para evitar filtraciones.

Los canales serán excavados indistintamente en suelos residuales y coluviales, pero también en roca, generalmente fracturada y fresca a medianamente meteorizada. Los canales deberán ser revestidos, aún en caso de ser excavados en roca, para prevenir filtraciones en diaclasas y planos de estratificación, meteorizados o no.

Se espera que las condiciones de excavación varíen de excelentes a pobres, dependiendo de la litología, meteorización, orientación de diaclasamiento y estratificación, alteración hidrotermal, fallamiento, etc. El soporte consistirá en pernos de anclaje, cuando sean necesarios, con malla de alambre y hormigón lanzado ocasionales cuando se encuentren litologías erosionables o exfoliables.

Las tuberías de presión cruzarán suelos residuales, coluviales y aluviales y, ocasionalmente, roca. Los anclajes, en los primeros casos, requerirán pesados bloques de gravedad. No se recomienda rellenar la trinchera excavada para la tubería de presión.

Las casas de máquinas que se proponen serán construidas en aluviales, en los cuales se recomienda cimentaciones en zapatas. Aunque no se espera encontrar el lecho rocoso cerca de la superficie en estas áreas, se procurará ajustar las alineaciones de canales y tubería de presión a los sitios rocosos.

2.2.3.3. Sismicidad

A 20 km al E-NE, en la región de San Miguel de Bolívar, se halla ubicado un sismo histórico, del siglo XVII de 11-12 grados de intensidad MM, según esto, el área presenta un riesgo que hay que considerar. Las obras, en general, serán implantadas en roca masiva y dura, lo que atenúa el efecto de cualquier sismo. El área está catalogada como hipocentros superficiales y magnitudes entre 5 y 6 Richter. La calificación sísmica es de 38/100, es decir, se trata de un área sísmicamente peligrosa, al ser el 100/100 la condición ideal.

2.2.3.4. Volcanismo

Ausente en la zona del aprovechamiento.

2.2.3.5. Materiales de Construcción

En cuanto a roca, existe cualquier cantidad de material volcánico en la zona del proyecto.

En conclusión, este proyecto es factible en todas sus obras a pesar de los inconvenientes geológicos – geotécnicos descritos que sin anular el proyecto, incidirán en su costo. Se reitera la recomendación de realizar un estudio de campo más detenido en la ruta del canal de trasvase.

CAPÍTULO 3

PRODUCCIONES ENERGÉTICAS

3.1. Introducción

La determinación de las producciones energéticas es una herramienta 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, de la presente tesis se determinaron estos caudales tomando como base los registrados en el período 1965-1999.

3.2. Metodología de cálculo

En la simulación de las producciones energéticas de este proyecto se analiza en cascada las tres centrales (BA-A, BA-M y BA-B) en las diferentes cotas (720-360-200) respectivamente, a su vez se coloca un reservorio de regulación diaria en los proyectos Balsapamba alto y Balsapamba medio. Para esto se especifican las características de cada central, como la caída neta, caudal de diseño, potencia instalada, punto de captación, entre otras.

A continuación se han detallado el dimensionamiento del reservorio y la operación en cascada. Cabe recalcar que se utilizan reservorios de regulación diaria en las centrales de Balsapamba alto y medio. Para el efecto se analiza la operación del proyecto en cascada en un día del año, siendo este un día en el cual se puede observar el beneficio de energía aguas abajo del proyecto.

3.2.1. Dimensionamiento del Reservorio de regulación en Balsapamba Alto y Balsapamba Medio.

El propósito de construir un reservorio en Balsapamba Alto y Medio es de almacenar el agua y producir energía en las horas donde existe mayor demanda de energía eléctrica tal como se muestra en la figura (3.1). Esto es a partir de las siete de la noche, ya que es a esta hora donde se empieza a tener un gran consumo de energía eléctrica por parte de los usuarios.

Otra de las razones es la de ganar energía eléctrica en las épocas secas que corresponde a los meses entre julio y diciembre. El reservorio ubicado en Balsapamba Alto y Medio nos permite generar energía eléctrica aun teniendo afluencias de caudales muy bajos ya que esta agua se la almacena, una vez lleno el reservorio se lo descarga totalmente a plena carga en horas picos tal como se muestra en la figura (3.1).

OPERACION DEL RESERVORIO

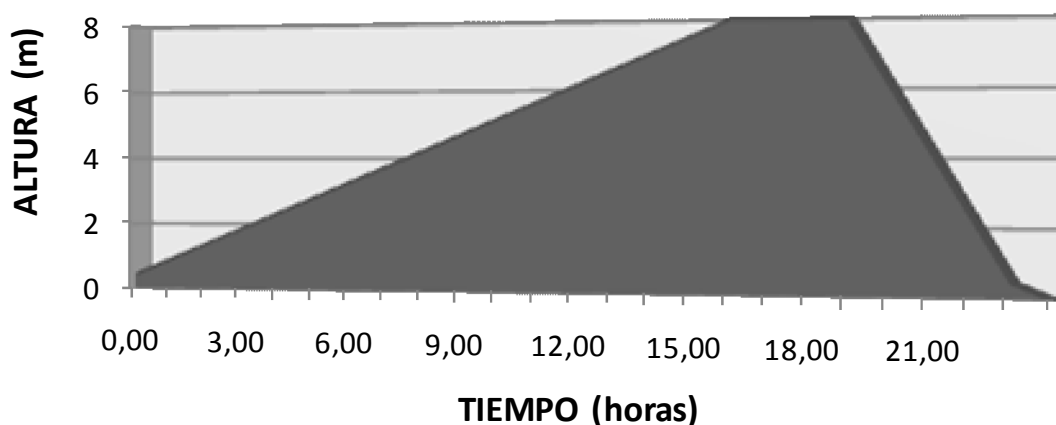


Fig3.1. Operación del reservorio BA-A en horas pico

Como los tres proyectos de Balsapamba se encuentran en cascada son regulados primeramente en Balsapamba Alto y después Balsapamba Medio, así nos permite ganar energía aguas abajo.

A continuación se detalla cómo obtener los reservorios de Balsapamba alto y medio:

El reservorio de regulación diaria será vaciado en promedio cuatro horas según el operador lo requiera, se determinó mediante pruebas en Excel que el volumen del reservorio más conveniente y óptimo es de 36000 metros cúbicos tal como se muestra en la figura (3.2).

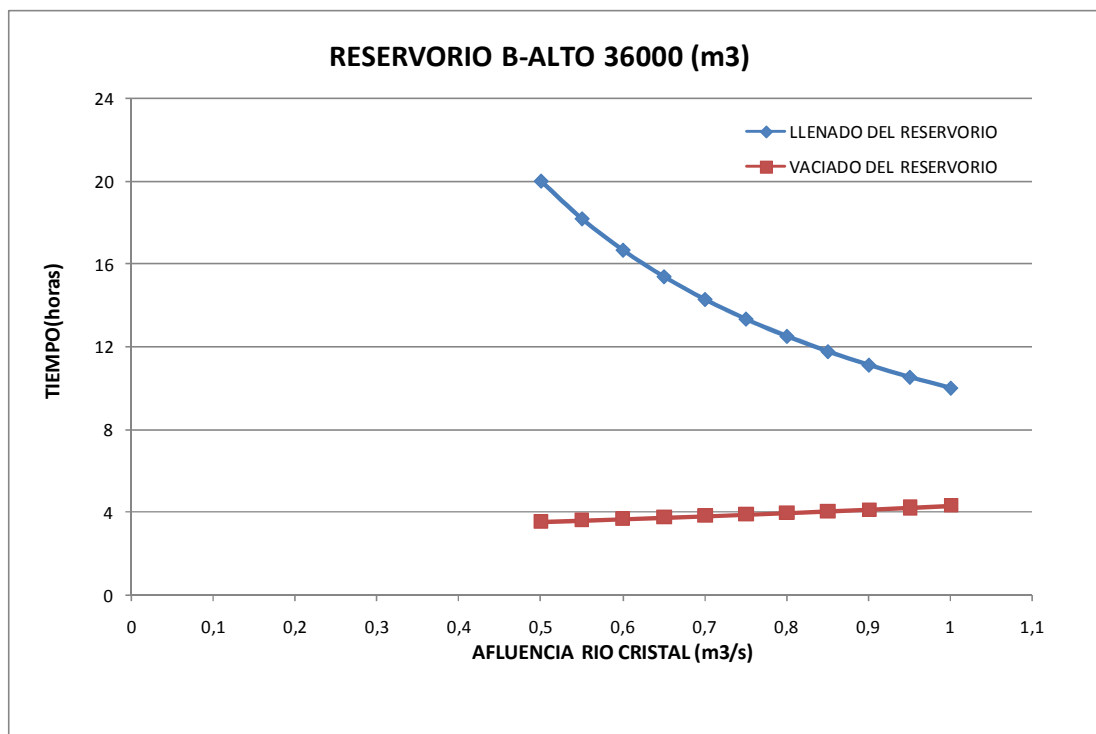


Fig3.2. Dimensionamiento del reservorio en BA-A

3. 3.- Operación diaria de las Centrales en Cascada.

La operación en cascada de las 3 centrales es de la siguiente manera:

Primero, la Central de Balsapamba Alto entra en funcionamiento con las aguas del río Cristal.

Segundo, la central de Balsapamba Medio entra en funcionamiento con las aguas turbinadas del río Cristal y las aguas del río Vergel.

Tercero, La central de Balsapamba Bajo entra en funcionamiento con las aguas turbinadas del rio Cristal y el rio Vergel.

Para el análisis de la operación en cascada se deben conocer los parámetros de cada central.

3.3.1 Parámetros de cada central

En Balsapamba Alto se tomaron los siguientes Parámetros en consideración:

Tabla 11: PARÁMETROS BA-A

Volumen del reservorio	V(m3)	36000
Caudal de diseño	q(m3/seg)	3,31
Altura máxima del reservorio	Hmax(mts)	8
Potencia	P(MW)	6,66
Altura bruta	Hbruta(mts)	240
Altura neta	Hneta (mts)	223,2
Caudal mínimo turbinado	Qmin(m3/seg)	0,273075

Para el funcionamiento en cascada aguas abajo de las centrales de Balsapamba Medio y Bajo se considero lo siguiente:

Tabla 12: PARÀMETROS BA-M

Volumen del reservorio	V(m3)	36000
Caudal de diseño	q(m3/seg)	6,08
Altura máxima del reservorio	Hmax(mts)	8
Potencia	P(MW)	6,12
Altura bruta	Hbruta(mts)	120
Altura neta	Hneta (mts)	111,6
Caudal mínimo turbinado	Qmin(m3/seg)	1,216

Tabla 13: PARÀMETROS BA-B

Caudal de diseño	q(m3/seg)	6,31
Potencia	P(MW)	3,17
Altura bruta	Hbruta(mts)	60
Altura neta	Hneta (mts)	55,8
Caudal mínimo turbinado	Qmin(m3/seg)	1,262

Para el efecto en cascada de las centrales, se analiza la operación del proyecto en cascada en un día del año.

Como por ejemplo el mes de Septiembre, en este mes la afluencia es pequeña y se utiliza el reservorio de regulación diaria para poder turbinar los caudales que no se pueden turbinar en los proyectos aguas abajo. El reservorio de regulación solamente se lo utiliza para las horas pico.

3.3.2. Establecimiento de las afluencias horarias

Lo primero que se debe hacer es establecer las afluencias horarias durante las 24 horas de un día en el mes. En nuestro análisis solo tenemos los caudales mensuales para lo cual asumimos que este caudal lo tenemos a cada hora de ese mes. En la siguiente figura se muestra las afluencias en Balsapamba alto a cada hora del día.

Tabla 14: AFLUENCIAS HORARIAS

MES	HORAS	AFLUENCIA HORARIA(m3/s)
S E P T I E M B R E		
	23,00	0,628597209
	24,00	0,628597209
	1,00	0,628597209
	2,00	0,628597209
	3,00	0,628597209
	4,00	0,628597209
	5,00	0,628597209
	6,00	0,628597209
	7,00	0,628597209
	8,00	0,628597209
	9,00	0,628597209
	10,00	0,628597209
	11,00	0,628597209
	12,00	0,628597209
	13,00	0,628597209
	14,00	0,628597209
	15,00	0,628597209
	16,00	0,628597209
	17,00	0,628597209
	18,00	0,628597209
	19,00	0,628597209
	20,00	0,628597209
	21,00	0,628597209
	22,00	0,628597209

3.3.3. Tiempo de llenado

Para el análisis se tiene primeramente que llenar el reservorio de regulación, para esto se debe de obtener el tiempo que tarda el reservorio en llegar a su máximo nivel, a este tiempo se lo ha denominado tiempo de llenado. Este tiempo varía dependiendo del caudal que se tenga en el día.

$$(h) = \frac{(\quad)}{\quad * 3600(\quad)}$$

Donde:

Vreservorio: Volumen de agua en el Reservorio

Qafluencia: Caudal de afluencia durante el día

3.3.4. Caudal de operación del reservorio

Este caudal se lo regula de tal forma que al sumarse con el caudal de afluencia sea igual al caudal de diseño.

$$(h) = Q_{\text{diseño}} - Q_{\text{afluencia}}$$

$Q_{\text{diseño}}$: Caudal de diseño de la central

$Q_{\text{afluencia}}$: Caudal de afluencia durante el día

3.3.5. Tiempo de descarga

Cuando el reservorio llega a su máximo nivel, se puede turbinar una cierta cantidad de horas. Este tiempo depende del número de horas que se requiere turbinar al caudal de diseño del proyecto y nos permite saber cuántas horas podemos turbinar con el reservorio durante el día. El tiempo de descarga promedio de nuestro reservorio es de 4 horas.

$$(h) = \frac{(\quad)}{\quad * 3600}$$

Donde:

$V_{\text{reservorio}}$: Volumen del reservorio

$Q_{\text{operación del reservorio}}$: Caudal de operación del reservorio

3.3.6. Caudal turbinado para la generación de energía.

Este caudal se lo utiliza al momento de generar la energía eléctrica. Para obtener el caudal turbinable se deben considerar los siguientes casos:

- 1.- Reservorio llegue a su nivel máximo antes de las horas pico.
- 2.- Reservorio no llegue a su nivel máximo antes de las horas pico.

Reservorio llegue a su nivel máximo antes de las horas pico

Si el reservorio se llena antes de las horas pico y el caudal de afluencia es turbinable (caudal mayor que el caudal mínimo de generación), se genera solamente con el caudal de afluencia hasta que sea la hora pico. Cuando sea la hora pico, el caudal turbinable será igual a la suma del caudal de operación del reservorio más el caudal de afluencia.

Si el reservorio se llena antes de las horas pico y el caudal de afluencia no es turbinable (caudal menor que el caudal mínimo de generación), se genera solamente en las horas pico y el caudal turbinable será igual a la suma del caudal de afluencia mas el caudal de operación del reservorio.

Reservorio no llegue a su nivel máximo antes de las horas pico.

Si el reservorio no se ha llenado antes de las horas pico debido a que el caudal de afluencia es demasiado pequeño, se turbinara en las horas pico si y solo si el volumen del reservorio es mayor del 60% caso contrario se tendrá que esperar que se llene y generar al siguiente día. El caudal turbinable para este caso se igual a la suma del caudal de operación del reservorio mas el caudal de afluencia. En la siguiente figura se muestra los caudales turbinados en Balsapamba alto.

Tabla 15: CAUDAL TURBINADO

MES	HORAS	AFLUENCIA HORARIA(m3/s)	CAUDAL TURBINADO(m3/s)
S E P T I E M B R E			
	23,00	0,628597209	0
	24,00	0,628597209	0
	1,00	0,628597209	0
	2,00	0,628597209	0
	3,00	0,628597209	0
	4,00	0,628597209	0
	5,00	0,628597209	0
	6,00	0,628597209	0
	7,00	0,628597209	0
	8,00	0,628597209	0
	9,00	0,628597209	0
	10,00	0,628597209	0
	11,00	0,628597209	0
	12,00	0,628597209	0
	13,00	0,628597209	0
	14,00	0,628597209	0
	15,00	0,628597209	0,628597209
	16,00	0,628597209	0,628597209
	17,00	0,628597209	0,628597209
	18,00	0,628597209	0,628597209
	19,00	0,628597209	3,31
	20,00	0,628597209	3,31
	21,00	0,628597209	3,31
	22,00	0,628597209	3,31

3.3.7. Volumen turbinado

Este es el volumen de agua que se utiliza para generar la energía eléctrica. El volumen turbinado depende del caudal turbinado y del tiempo de operación de la central.

$$(3) = Q_{\text{turbinado}} * t_{\text{generación}}$$

Donde

Q turbinado: Caudal turbinado.

T generación: Tiempo de operación de la central.

En la Tabla 16 se muestran los volúmenes de agua turbinados por la central de Balsapamba Alto en el mes de Septiembre

Tabla 16: VOLUMEN TURBINADO

MES	HORAS	AFLUENCIA HORARIA(m3/s)	CAUDAL TURBINADO(m3/s)	VOLUMEN TURBINADO(m3)
S E P T I E M B R E	23,00	0,628597209	0	0
	24,00	0,628597209	0	0
	1,00	0,628597209	0	0
	2,00	0,628597209	0	0
	3,00	0,628597209	0	0
	4,00	0,628597209	0	0
	5,00	0,628597209	0	0
	6,00	0,628597209	0	0
	7,00	0,628597209	0	0
	8,00	0,628597209	0	0
	9,00	0,628597209	0	0
	10,00	0,628597209	0	0
	11,00	0,628597209	0	0
	12,00	0,628597209	0	0
	13,00	0,628597209	0	0
	14,00	0,628597209	0	0
	15,00	0,628597209	0,628597209	2262,949953
	16,00	0,628597209	0,628597209	2262,949953
	17,00	0,628597209	0,628597209	2262,949953
	18,00	0,628597209	0,628597209	2262,949953
	19,00	0,628597209	3,31	11916
	20,00	0,628597209	3,31	11916
	21,00	0,628597209	3,31	11916
	22,00	0,628597209	3,31	11916

3.3.8. Altura del agua en el reservorio

Esta altura varía de acuerdo a nivel máximo de agua que se tenga el reservorio siendo su máxima altura de 8 metros.

3.3.9. Coeficiente energético

El coeficiente energético es variable debido a que depende básicamente del nivel de agua que se tenga en el reservorio.

3.3.10. Energía generada por hora (Gwh)

Esta es la cantidad de energía que nos genera la central por cada hora que está operando. En la tabla 17 se muestra la energía obtenida por cada hora y la total obtenida en 24 horas de operación de la central.

Tabla 17 : ENERGÍA GENERADA POR HORA

MES	HORAS	AFLUENCIA HORARIA(m ³ /s)	CAUDAL TURBINADO (m ³ /s)	VOLUMEN TURBINADO(m ³)	ALTURA DEL RESERVORIO(m)	CE(wh/m ³)	GW H
S E P T I E M B R E	23,00	0,628597209	0	0	0,470588235	560,7421647	0
	24,00	0,628597209	0	0	0,941176471	561,9219294	0
	1,00	0,628597209	0	0	1,411764706	563,1016941	0
	2,00	0,628597209	0	0	1,882352941	564,2814588	0
	3,00	0,628597209	0	0	2,352941176	565,4612235	0
	4,00	0,628597209	0	0	2,823529412	566,6409882	0
	5,00	0,628597209	0	0	3,294117647	567,8207529	0
	6,00	0,628597209	0	0	3,764705882	569,0005176	0
	7,00	0,628597209	0	0	4,235294118	570,1802824	0
	8,00	0,628597209	0	0	4,705882353	571,3600471	0
	9,00	0,628597209	0	0	5,176470588	572,5398118	0
	10,00	0,628597209	0	0	5,647058824	573,7195765	0
	11,00	0,628597209	0	0	6,117647059	574,8993412	0
	12,00	0,628597209	0	0	6,588235294	576,0791059	0
	13,00	0,628597209	0	0	7,058823529	577,2588706	0
	14,00	0,628597209	0	0	7,529411765	578,4386353	0
	15,00	0,628597209	0,628597209	2262,949953	8	579,6184	0,00131165
	16,00	0,628597209	0,628597209	2262,949953	8	579,6184	0,00131165
	17,00	0,628597209	0,628597209	2262,949953	8	579,6184	0,00131165
	18,00	0,628597209	0,628597209	2262,949953	8	579,6184	0,00131165
	19,00	0,628597209	3,31	11916	6,117647059	574,8993412	0,0054804
	20,00	0,628597209	3,31	11916	4,235294118	570,1802824	0,00679427
	21,00	0,628597209	3,31	11916	2,352941176	565,4612235	0,00673804
	22,00	0,628597209	3,31	11916	0,470588235	560,7421647	0,0066818
ENERGIA TOTAL							0,0309411

3.4. Operación de la central en Balsapamba Medio y

Balsapamba Bajo

Para la operación de la central en Balsapamba medio se usaron los mismos criterios de operación que en Balsapamba alto con la diferencia que el reservorio se llena con la afluencia del río VERGEL y se la descarga en las horas picos, en conjunto con las aguas turbinadas del río CRISTAL para así turbinar con el caudal de estos dos ríos a su máxima capacidad. A continuación en la siguiente figura (3.4) se aprecia la operación del reservorio en Balsapamba Medio.

Tabla 18: DATOS RESERVORIO BALSAPAMBA MEDIO

MES		AFLUENCIA HORARIA R.VERGE(m3/s)	CAUDAL TURBINABLE(m3/s)	AFLUENCIA R.CRISTAL(m3/s)	CAUDAL TOTAL TURBINABLE (m3/s)	CAUDAL TOTAL TURBINADO (m3)	VOLUMEN TURBINADO(m3)	ALTURA DEL RESERVORIO(m)	CE(Wh/m3)	GWH
S E P T I E M B R E	0,00	0,524192531	0	0	0	0	0	0,4	280,784	0
	1,00	0,524192531	0	0	0	0	0	0,8	281,7868	0
	2,00	0,524192531	0	0	0	0	0	1,2	282,7896	0
	3,00	0,524192531	0	0	0	0	0	1,6	283,7924	0
	4,00	0,524192531	0	0	0	0	0	2	284,7952	0
	5,00	0,524192531	0	0	0	0	0	2,4	285,798	0
	6,00	0,524192531	0	0	0	0	0	2,8	286,8008	0
	7,00	0,524192531	0	0	0	0	0	3,2	287,8036	0
	8,00	0,524192531	0	0	0	0	0	3,6	288,8064	0
	9,00	0,524192531	0	0	0	0	0	4	289,8092	0
	10,00	0,524192531	0	0	0	0	0	4,4	290,812	0
	11,00	0,524192531	0	0	0	0	0	4,8	291,8148	0
	12,00	0,524192531	0	0	0	0	0	5,2	292,8176	0
	13,00	0,524192531	0	0	0	0	0	5,6	293,8204	0
	14,00	0,524192531	0	0	0	0	0	6	294,8232	0
	15,00	0,524192531	0	0	0	0	0	6,4	295,826	0
	16,00	0,524192531	0	0,628597209	0,628597209	0	0	6,8	296,8288	0
	17,00	0,524192531	0	0,628597209	0,628597209	0	0	7,2	297,8316	0
	18,00	0,524192531	0	0,628597209	0,628597209	0	0	7,6	298,8344	0
	19,00	0,524192531	0	0,628597209	0,628597209	0	0	8	299,8372	0
	20,00	0,524192531	2,77	3,31	6,08	6,08	21888	6,126683058	295,1407944	0,00516803
	21,00	0,524192531	2,77	3,31	6,08	6,08	21888	4,253366116	290,4443889	0,00635725
	22,00	0,524192531	2,77	3,31	6,08	6,08	21888	2,380049175	285,7479833	0,00625445
	23,00	0,524192531	2,77	3,31	6,08	6,08	21888	0,506732233	281,0515777	0,00615166
ENERGIA TOTAL										0,02393139

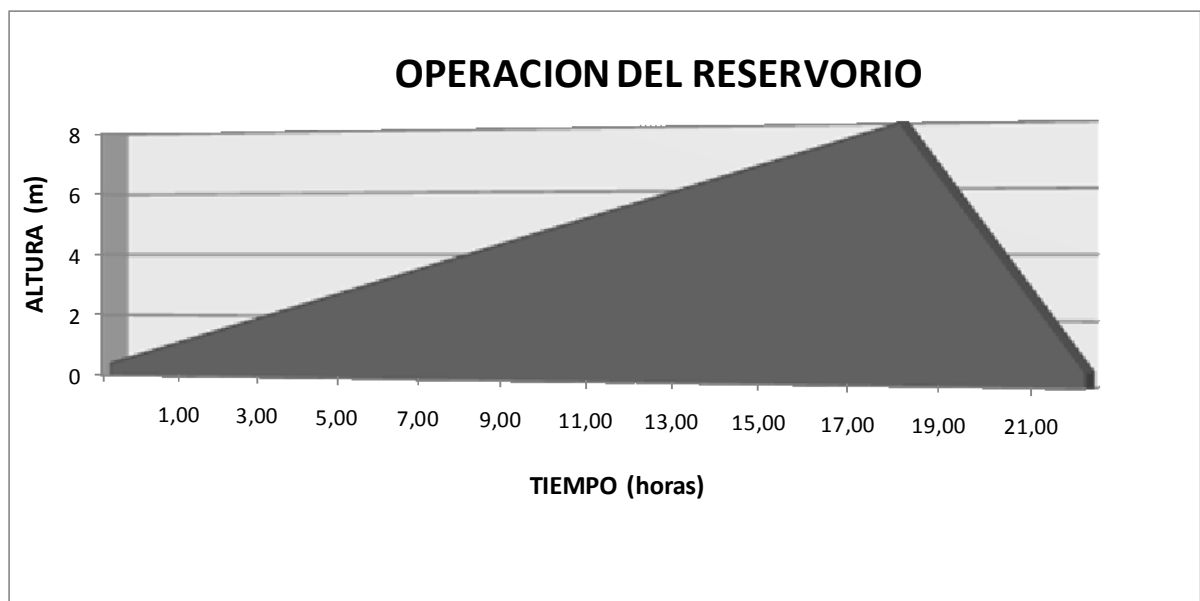


Fig3.4 Operación del reservorio B-medio en horas pico

En la central de Balsapamba Bajo turбина las aguas procedentes de la central de Balsapamba Medio en conjunto a las pequeñas afluentes al río CRISTAL.

Tabla 19: OPERACIÓN BALSAPAMBA BAJO

MES	HORAS	AFLUENCIA HORARIA RIO VERGEL (m3/s)	AFLUENCIA HORARIA RIO CRISTAL (m3/s)	AFLUENCIA RIACHUELO (m3/s)	CAUDAL TURBINABLE (m3/s)	CAUDAL TURBINADO (m3/s)	VOLUMEN TURBINADO (m3)	CE(Wh/m3)	GWH
	0,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
	1,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
	2,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
	3,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
	4,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
	5,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
S	6,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
E	7,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
P	8,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
T	9,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
I	10,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
E	11,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
M	12,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
B	13,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
R	14,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
E	15,00	0	0	0,041541325	0,041541325	0	0	139,8906	0
	16,00	0	0,628597209	0,041541325	0,670138534	0	0	139,8906	0
	17,00	0	0,628597209	0,041541325	0,670138534	0	0	139,8906	0
	18,00	0	0,628597209	0,041541325	0,670138534	0	0	139,8906	0
	19,00	0	0,628597209	0,041541325	0,670138534	0	0	139,8906	0
	20,00	2,77	3,31	0,041541325	6,121541325	6,121541325	22037,54877	139,8906	0,00246628
	21,00	2,77	3,31	0,041541325	6,121541325	6,121541325	22037,54877	139,8906	0,00308285
	22,00	2,77	3,31	0,041541325	6,121541325	6,121541325	22037,54877	139,8906	0,00308285
	23,00	2,77	3,31	0,041541325	6,121541325	6,121541325	22037,54877	139,8906	0,00308285
								ENERGIA TOTAL	0,01171481

3.5. Resultados

Se han realizado los cálculos necesarios para prever el comportamiento de la central durante los próximos 50 años. Previamente se explicó paso a paso el ingreso de los datos para el modelado de datos de las tres centrales en cascada. En las tablas 20 21 y 22 se incluyen los resultados totales obtenidos para las simulaciones realizadas, cuyas captaciones están a 720 360 y 200msnm.

Tabla 20: TABLA DE RESULTADOS DE BALSAPAMBA ALTO

BA-A	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
Caudales Promedio Esperados (m3/s)	3,58	6,95	7,40	6,81	5,07	2,62	1,72	1,27	1,06	0,93	1,00	1,36	3,12
Capacidad Máxima Promedio Mensual (MW)	5,55	6,60	6,67	6,61	6,28	4,44	2,96	2,12	1,75	1,60	1,68	2,07	4,03
Generación Promedio Mensual (GWh)	4,00	4,76	4,80	4,76	4,52	3,20	2,13	1,53	1,26	1,15	1,21	1,49	
Generación Anual Promedio (GWh)	2,90												
Energía Anual Firme (GWh)	26.35												
Capacidad Anual Firme (MW)	3.05												

Tabla 21: TABLA DE RESULTADOS DE BALSAPAMBA MEDIO

BA-M	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
Caudales Promedio Esperados (m3/s)	6,56	12,74	13,57	12,48	9,30	4,81	3,16	2,33	1,94	1,71	1,83	2,50	5,72
Capacidad Máxima Promedio Mensual (MW)	5,09	6,07	6,12	6,07	5,76	4,08	2,72	1,94	1,59	1,45	1,53	1,90	3,69
Generación Promedio Mensual (GWh)	3,67	4,37	4,41	4,37	4,15	2,94	1,96	1,40	1,14	1,05	1,10	1,37	
Generación Anual Promedio (GWh)	2,66												
Energía Anual Firme (GWh)	24.19												
Capacidad Anual Firme (MW)	2.80												

Tabla 22: TABLA DE RESULTADOS DE BALSAPAMBA BAJO

BA-B	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
Caudales Promedio Esperados (m3/s)	6,80	13,20	14,06	12,93	9,63	4,98	3,27	2,42	2,01	1,77	1,90	2,59	5,92
Capacidad Máxima Promedio Mensual (MW)	2,64	3,14	3,17	3,15	2,99	2,11	1,41	1,00	0,81	0,75	0,78	0,98	1,91
Generación Promedio Mensual (GWh)	1,90	2,26	2,28	2,27	2,15	1,52	1,01	0,72	0,59	0,54	0,56	0,70	
Generación Anual Promedio (GWh)	1,38												
Energía Anual Firme (GWh)	12,49												
Capacidad Anual Firme (MW)	1,46												

3.5.1. Serie de Caudales

De los resultados promedios obtenidos de la transposición de caudales se pueden analizar parámetros específicos que nos den una referencia del comportamiento del flujo de caudal en cada una de las centrales del proyecto.

3.5.1.2. Mínimos y máximos caudales obtenidos

Así, para BA-B de los resultados obtenidos en la Tabla 42 se considera que el mes con menor caudal esperado promedio es el mes de Octubre con 1.71 m³/sg, siendo el periodo de menor caudal el comprendido entre los meses de Junio y Diciembre ya que sus valores están por debajo del promedio anual que es de 6.30 m³/sg. Por el contrario el mes en el cual se obtiene un mayor caudal esperado promedio es Marzo con un valor de 14.06 m³/sg, y el periodo en el que se obtienen un mayor caudal turbinado son los meses comprendidos entre Enero y Mayo cuyos valores están por encima del promedio anual que es de 6.467 m³/sg.

En BA-M tenemos el máximo caudal promedio esperado mensual en Marzo, siendo este de 13.57 m³/sg, así mismo la etapa en la que se obtiene los mayores registro de caudales son los meses comprendidos entre Enero y Mayo

con caudales superiores al promedio anual que es de 6.08 m³/sg. El rango de tiempo en el que se obtiene el menor caudal esperado es entre los meses de Junio y Diciembre, siendo estos valores menores que el promedio anual de caudal esperado que es de 6.08 m³/sg, siendo el mes en el que registra el menor valor el mes de Octubre con un valor de 1.71 m³/sg.

Para BA-A, los meses con mayor flujo de caudal esperado promedio son los meses comprendidos entre Enero y Mayo con un valor por encima del caudal turbinado promedio anual que es de 3.31 m³/sg, siendo el mes más lluvioso Marzo con un caudal esperado de 7.40 m³/sg. Los meses con menor flujo de caudal son los comprendidos entre Junio y Diciembre con un valor de caudal esperado promedio por debajo del promedio anual que es de 3.9 m³/sg, y con un mínimo caudal esperado promedio de 0.93 m³/sg en el mes de Octubre.

Cabe recalcar que por ser un proyecto de 3 centrales hidroeléctricas en cascada, estas comparten los mismos periodos de sequia como de época lluviosa, lo que se ve reflejado en el análisis de los resultado de la serie sintética. En este análisis se considera temporada lluviosa a la comprendida en los meses cuyos caudales están por

encima del promedio anual y como temporada seca a los meses en los cuales el caudal mensual está por debajo del promedio anual

Tabla 23: INDICATIVO DE TEMPORADA SECA, TEMPORADA LLUVIOSA, MES MÁS LLUVIOSO Y MES MÁS SECO

Balsapamba Alto

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
.m3/seg.	3,58	6,95	7,40	6,81	5,07	2,62	1,72	1,27	1,06	0,93	1,00	1,36	3,31

Balsapamba Medio

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
m3/seg.	6,56	12,74	13,57	12,48	9,30	4,81	3,16	2,33	1,94	1,71	1,83	2,50	6,08

Balsapamba Bajo

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
m3/seg.	6.80	13.20	14.06	12.93	9.63	4.98	3.27	2.42	2.01	1.77	1.90	2.59	6.30

3.5.2. Generación Estimada

3.5.2.1. Generación Mensual Promedio

Basándose en los caudales turbinados mensuales promedios obtenidos a través de los cálculos en Excel, para un periodo de 35 años para las 3 centrales en cascada, se puede estimar la generación mensual promedio para dichos caudales.

Para la toma a 200 m.s.n.m. la producción anual promedio es de 1.38 GWh, donde la mayor generación mensual promedio se produce en el mes de Marzo con una generación de 2.28 GWh, por el contrario, el mes en el cual la central produce su más bajo valor de generación, es el mes de Octubre con un valor de 0.53 GWh.

En la central ubicada en la toma a 360 m.s.n.m. la generación anual promedio es de 2.65 GWh, siendo el mes de mayor producción Marzo con una producción estimada de 4.41 GWh. En la temporada seca se produce la menor generación estimada con un valor promedio mensual de 1.05 GWh.

Para la central que se encuentra en la toma a 720 m.s.n.m. se tiene una generación anual promedio de 2.90 GWh,

obteniéndose un máximo valor de producción energética en el mes de Marzo con 4.80 GWh y registrando una mínima producción con 1.15 GWh en la temporada seca.

No está demás recalcar que al ser un proyecto de 3 centrales en cascadas las características energéticas son muy similares por aprovechar y compartir el mismo recurso hídrico, en este caso es el Rio Cristal y sus afluentes, lo que se evidencia en los valores analizados en los párrafos anteriores.

Tabla 24: CAPACIDAD DE GENERACIÓN PROMEDIO MENSUAL MULTIANUAL PARA BA-ALTO, BA-MEDIO Y BA-BAJO

Balsapamba Alto

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
GWH	3,99	4.75	4.80	4.76	4.52	3.20	2.13	1.53	1.26	1.15	1.21	1.49	2.90

Balsapamba Medio

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
GWH	3.67	4.37	4.41	4.37	4.15	2.94	1.96	1.40	1.15	1.05	1.10	1.37	2.65

Balsapamba Bajo

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
GWH	1.90	2.26	2.28	2.26	2.15	1.52	1.01	0.73	0.58	0.53	0.56	0.70	1.38

3.5.3. Curva de Duración de Energía

En la curva de duración de Energía generada para BA-B(figura 6.6) se observa que con un nivel de seguridad probabilística del 95% se obtiene una energía de 12.49 Gwh, con una probabilidad del 50% se tiene una energía de 16.19 Gwh, lo que indica que la energía Firme del proyecto es de 12.49 Gwh.

En la curva de duración de Energía generada para la BA-MEDIO (figura 6.7), se tiene una Energía Firme de 24.19 Gwh y una energía al 50% de probabilidad de 31.34 Gwh.

Para BA-ALTO la curva de duración de energía da como resultado una Energía Firme de 26.35 GWh y una energía de 34.24 GWh con una probabilidad de ocurrencia del 50% (Figura 6.8).

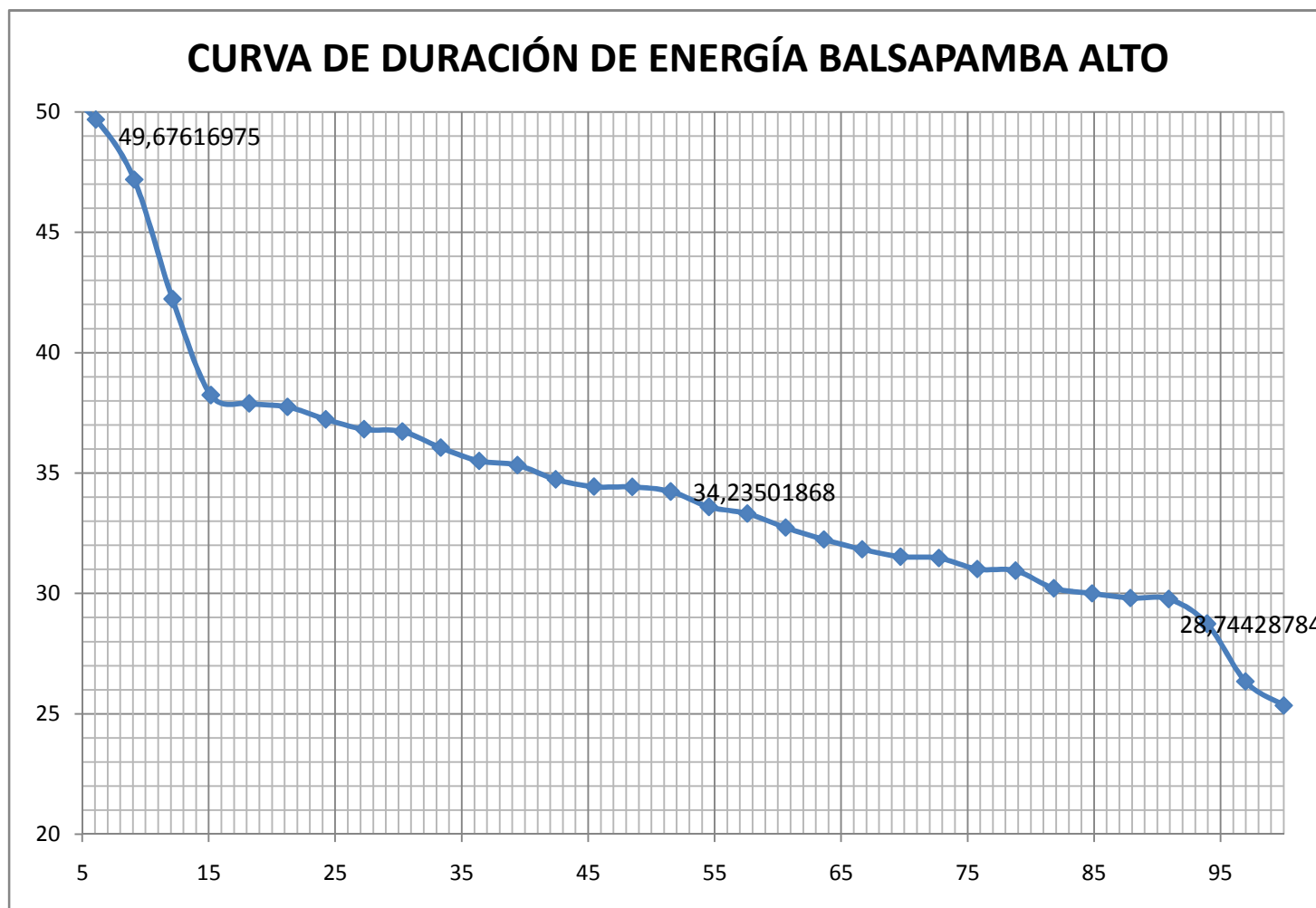


FIGURA 3.5. Curva de duración de energía de BA-ALTO.

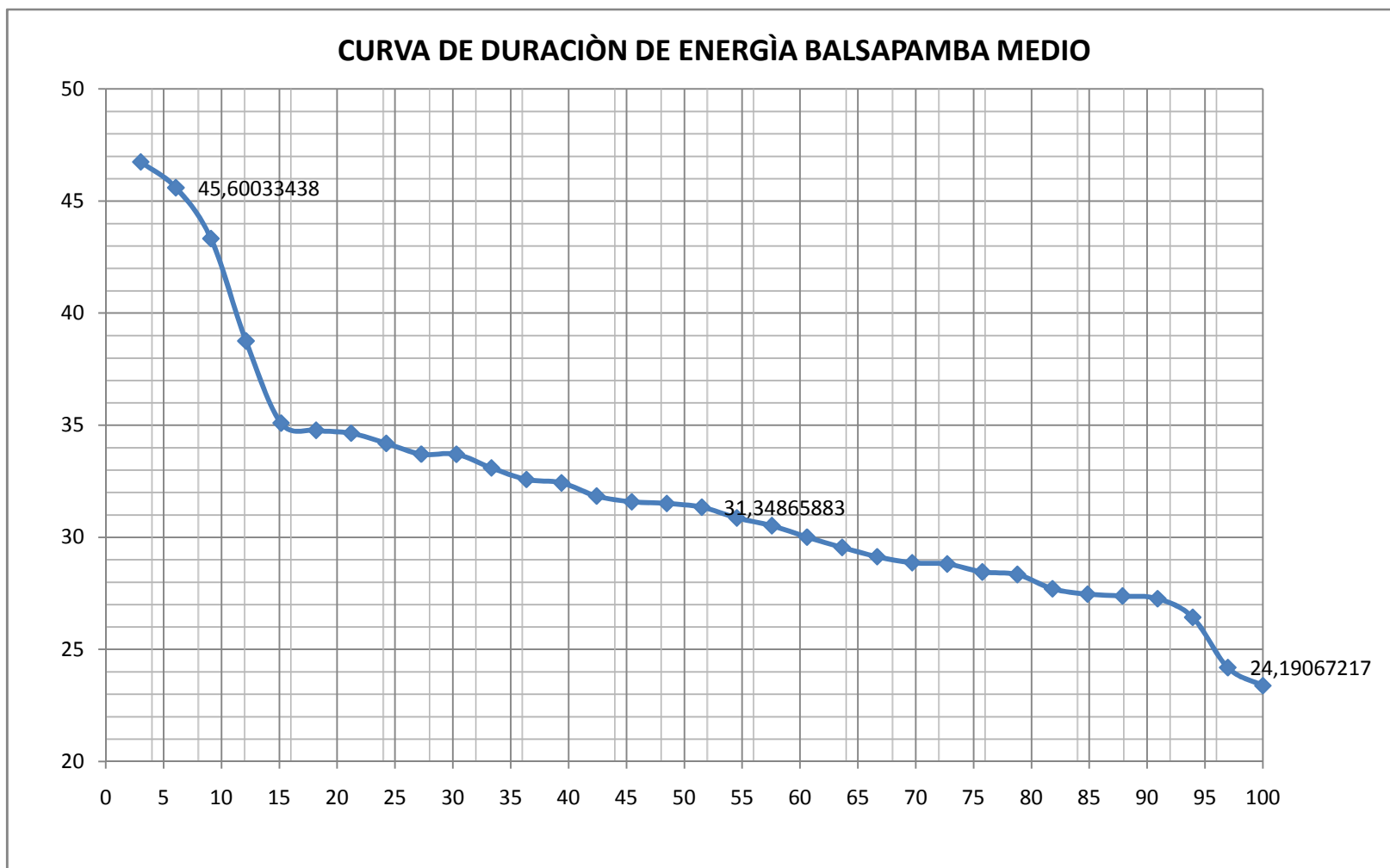


FIGURA 3.6. Curva de duración de energía de BA-MEDIO.

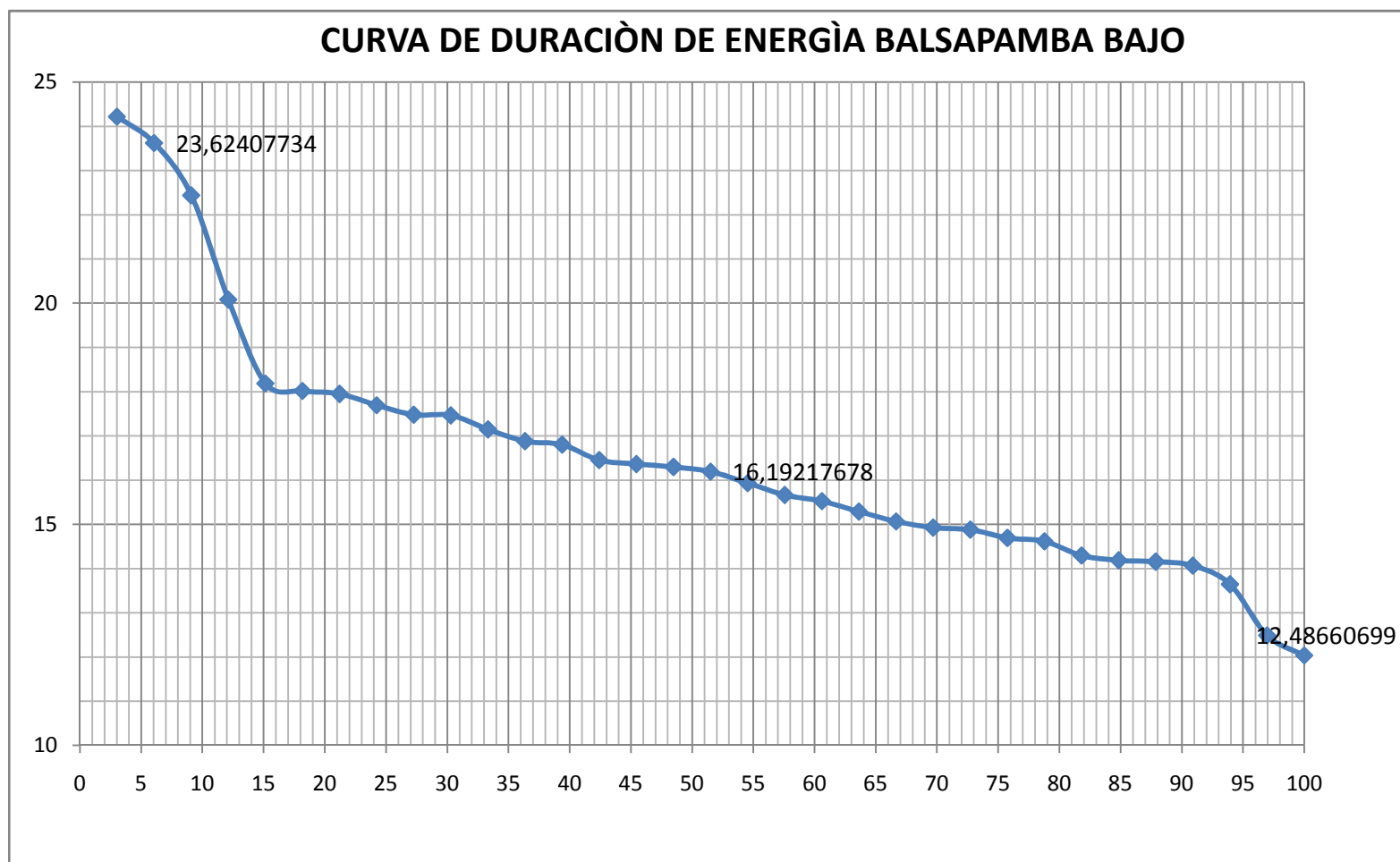


FIGURA 3.7. Curva de duración de energía de BA-BAJO

CAPÍTULO 4

DISEÑO DEL PROYECTO

4.1. Descripción general del proyecto

La cuenca de estudio Balsapamba atraviesa las provincias de Bolívar y Los Ríos, y su afluente de mayor altura se ubica a los 2920 msnm. El proyecto se ha establecido como 3 centrales hidroeléctricas en cascada; la primera toma se la ha ubicado a 720 msnm, la segunda a 360 msnm y la tercera a 200 msnm.



4.1.1. PROYECTO BALSAPAMBA ALTO

La primera toma se ubica a 720msnm. El área de drenaje de la toma del Proyecto Balsapamba Alto es de 96 Km², con un perímetro de 44km y la precipitación media ponderada (PMP) es de 1358mm².

El área de drenaje mantiene la forma de una hoja, conformada por 8 afluentes, entre los cuales tenemos la quebrada Oschuaycu que es el que nace a mayor altura (2920 msnm)

La población que se vería afectado por la conducción del agua hasta la casa de máquinas es La Variante; sin embargo, esta población no adquiere el agua del río Cristal, sino de pequeños afluentes a éste, cuyo recurso no se ve afectado por el proyecto.

El Proyecto Balsapamba Alto tiene su toma en la cota 720 msnm, y la descarga se la realiza en el mismo río Cristal, en la cota 480 msnm (figura 4.1). El aprovechamiento se desarrolla por el margen izquierdo

del río (río abajo). Los tramos de conducción se los realizará con 3823m de canal.

La conducción se complementa con una tubería de presión de 614m de longitud.

4.1.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO BALSAPAMBA ALTO, TOMA A 720 m.s.n.m.

Tabla 25: CARACTERÍSTICAS BA-A

BALSAPAMBA ALTO	
Cota de cierre (msnm)	720
Cota de restitución (msnm)	480
Caída bruta (m)	240
Caudal de diseño (m ³ /s)	3.31
Caudal firme (m ³ /s)	0.47
Potencia Instalada (MW)	6,66
Conducción (m)	3823
Tubería de presión (m)	614

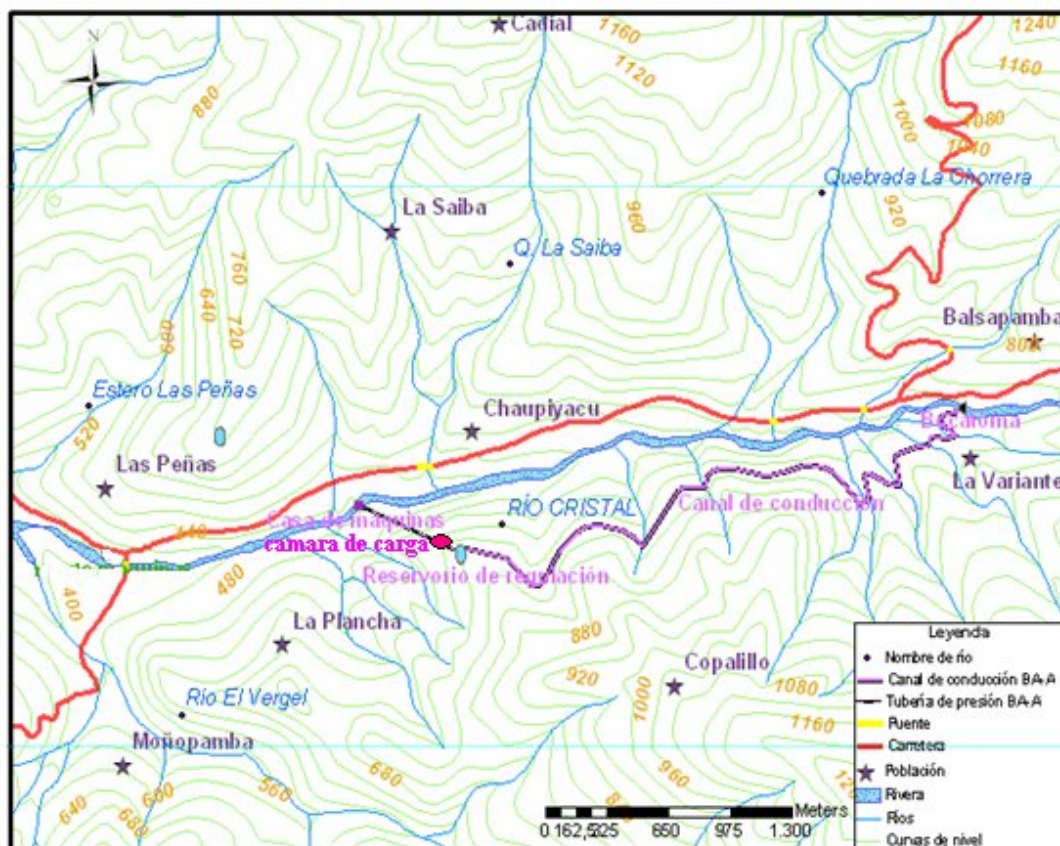


Figura 4.1 Proyecto Balsapamba Alto

4.1.2. PROYECTO BALSAPAMBA MEDIO

El Proyecto Balsapamba medio se ubica a 360 msnm. El área de drenaje de la toma de este proyecto es de 164 Km², con un perímetro de 55Km y la precipitación media ponderada (PMP) es de 1453 mm².

El área de drenaje mantiene la forma de una hoja, conformada por 13 afluentes, entre los cuales tenemos el de mayor aportación a la cuenca, el Río Vergel.

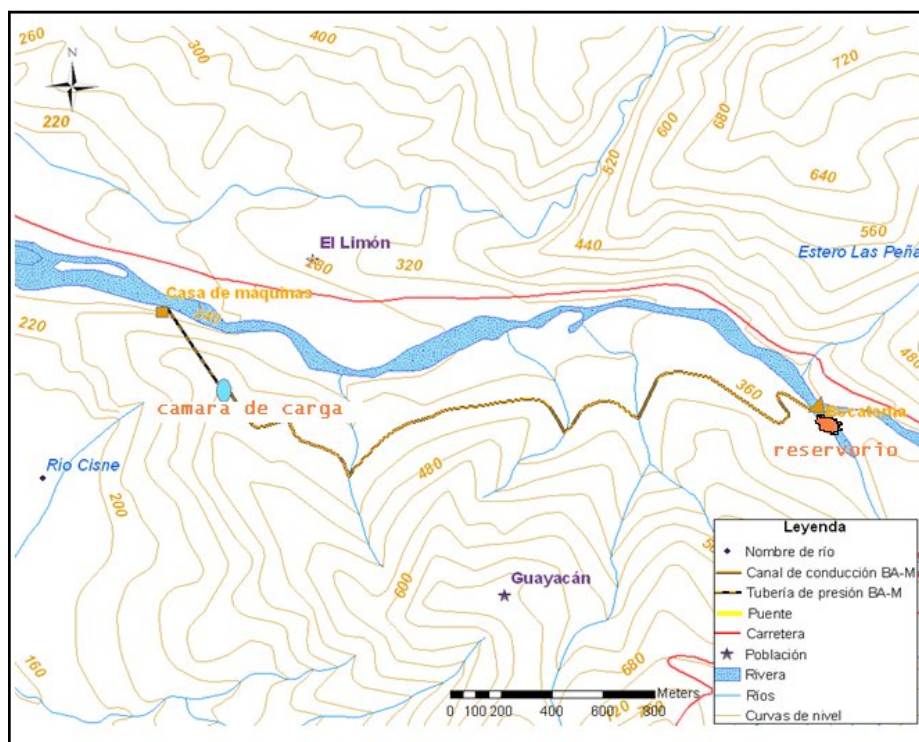
La captación se realiza en la cota 360, y la descarga a 240 msnm (Ver figura 4.2). El aprovechamiento se desarrolla por el margen izquierdo del río (río abajo), para lo cual se necesita 3136 m de canal de conducción.

La conducción se complementa con una tubería de presión de 412 m de longitud. La descarga de las aguas turbinadas se hace al mismo Río Cristal.

4.1.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO BALSAPAMBA MEDIO CON CAPTACIÓN A 360 m.s.n.m.

Tabla 26: CARACTERÍSTICAS BA-M

Cota de cierre (msnm)	360
Cota de restitución (msnm)	240
Caída bruta (m)	120
Caudal de diseño (m ³ /s)	6.08
Caudal firme (m ³ /s)	0.86
Potencia Instalada (MW)	6.12
Conducción (m)	3136
Tubería de presión (m)	412



Proyecto Balsapamba Medio

4.1.3. PROYECTO BALSAPAMBA BAJO

La tercera toma se ubica a 200 msnm. El área de drenaje de la toma 3 es de 169 Km², con un perímetro de 59 Km. La precipitación media ponderada (PMP) es de 1465 mm².

El área de drenaje mantiene la forma de una hoja, conformada por 26 afluentes

La captación se realiza a 200msnm, y la descarga a 140msnm (Ver figura 4.3). El aprovechamiento se desarrolla por el margen izquierdo del río (río abajo), para lo cual se necesita 568 m de canal de conducción

La conducción se complementa con una tubería de presión de 601m de longitud. La descarga de las aguas turbinadas se hace al mismo Río Cristal

**4.1.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO BALSAPAMBA
BAJO CON CAPTACIÓN A 200 m.s.n.m.**

Tabla 27: CARACTERISTICAS BA-B

Cota de cierre (msnm)	200
Cota de restitución (msnm)	140
Caída neta (m)	60
Caudal de diseño (m ³ /s)	6.30
Caudal firme (m ³ /s)	0.89
Potencia Instalada (MW)	3.17
Conducción (m)	568
Tubería de presión (m)	601

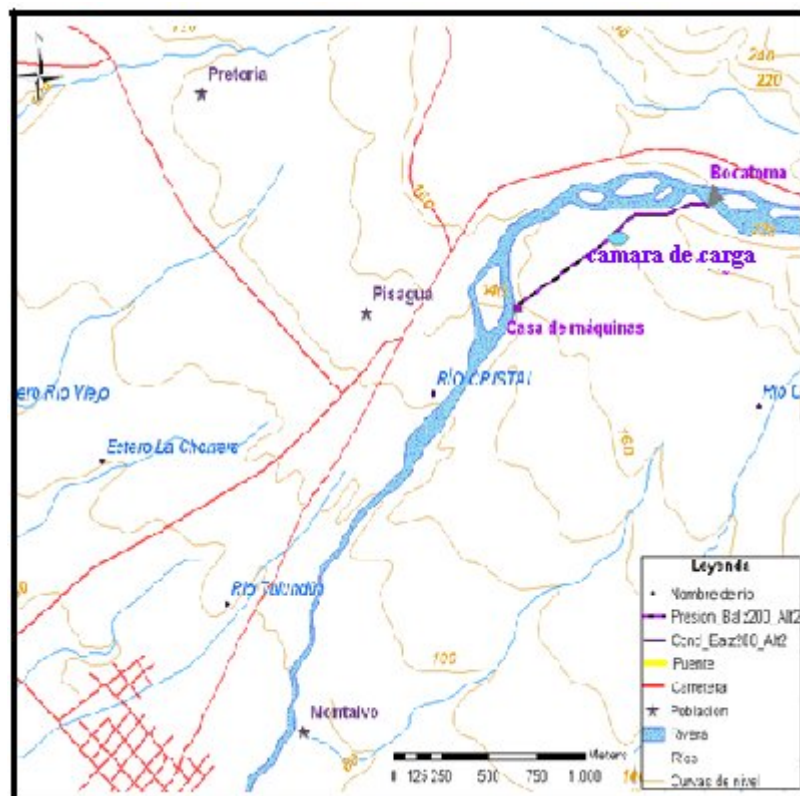


Figura 4.3 Proyecto Balsapamba Bajo

4.2. DISEÑO PRELIMINAR

El diseño del Proyecto Hidroeléctrico Balsapamba se ha realizado tomando como base el Informe de Prefactibilidad de Centrales Hidroeléctricas de Mediana Capacidad Grupo 3: Chanchan, Echeandía y Caluma realizado por INECCEL, debido a que por ser proyectos de capacidades similares, su diseño estructural y de operación no varían significativamente en sus principales características constructivas, como son: Obras Civiles e Hidráulicas, Equipo Mecánico y Equipo Eléctrico.

Este proyecto está diseñado para funcionar como 3 centrales en cascada a lo largo del Río Cristal. El análisis de los 3 niveles de Toma se realizará en forma conjunta puesto que las características de cada una de las centrales son similares en cuanto a caudal y generación, resaltando las individualidades de cada una de las centrales cuando sea necesario hacerlo.

4.2.1. Obras Civiles e Hidráulicas

4.2.1.1. Caminos de Acceso

El presente proyecto consiste en tres centrales hidroeléctricas ubicadas en cascada a lo largo del río Cristal, cuyas aguas corren paralelas a la carretera principal que interconecta las ciudades de Guaranda y Babahoyo. En la tabla 28 se detallan las distancias de separación entre las obras importantes de cada central y la carretera principal.

Tabla 28: DISTANCIAS DE SEPARACIÓN ENTRE LAS OBRAS IMPORTANTES DE CADA CENTRAL Y LA CARRETERA PRINCIPAL

CENTRAL CARACTERÍSTICA	BA-B	BA-M	BA-A
A bocatoma (m)	600	200	100
A casa de maquinas (m)	750	500	500
A tanques de presión (m)	600	800	1120

En estos tramos no existen caminos de acceso, por lo que se necesita construir vías carrozables hasta las obras de toma en el río Cristal. Las distancias que se presentan son medidas desde la carretera principal Guaranda-Babahoyo hasta los lugares mencionados.

4.2.1.2. Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico está formado por una conducción que se realiza desde la toma que se hace en el río, llevando el caudal a presión, procurando en lo posible mantener la misma cota, hasta llegar al sitio donde está la tubería de presión, la cual conduce el agua hasta la casa de maquinas, para finalmente restituirla al río. Cabe resaltar que el dimensionamiento de los componentes del sistema hidráulico se realiza en base al caudal de diseño de cada central; por esta razón la dimensión de estos componentes no varía significativamente entre centrales que tienen caudales de diseño parecidos.

Los principales componentes del sistema hidráulico son:

- Obras de Toma
- Desarenador
- Obras de conducción
- Obras de arte en la conducción
- Reservorio

- Tanque de carga
- Tubería de presión
- Casa de maquinas y patio de maniobras
- Canal de restitución

4.2.1.3. Obras de Toma

El tipo de obra de toma ha sido seleccionado en base a consideraciones de operación de la central. Para el dimensionamiento de estas obras se han considerado datos de orden hidrológico, hidroenergético, morfológico y geológico.

Las obras de toma diseñadas para este proyecto son de tipo de rejilla de fondo y constan de: Azud, Cámara de limpieza, Orificio de toma, Deposito de sedimentación, Rejilla, Dique sumergido y Compuertas de admisión al canal.

El plano de las obras de toma se lo puede observar en el plano BAL-01.

Azud

El azud debe soportar las fuerzas que se generan por la presión del agua durante la operación normal de la central y cuando se presenten situaciones extremas, como lo son las crecidas. También debe impedir que ocurran filtraciones a lo largo de su estructura. El azud se ha dimensionado en base a nuestro análisis de crecidas, realizado en el capítulo 2, en el cual se ha considerado un período de retorno de 100 años.

El ancho del río y la consistencia de los suelos de cimentación son también parámetros muy importantes a tener en cuenta para dimensionar el azud. En los sitios de captación de las tres centrales, los suelos están constituidos principalmente por depósitos aluviales, por lo que el perfil de contacto del azud se ha diseñado de modo que los efectos del flujo de filtración se atenúen.

Las cantidades de obra de excavación y de hormigón para el azud han sido calculadas en base a los resultados del dimensionamiento de los mismos, considerando la magnitud de las crecientes, el caudal de diseño y las

dimensiones del canal. En la tabla 29 se detallan los principales parámetros.

Tabla 29: PARÁMETROS IMPORTANTES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL AZUD

CENTRAL PARÁMETRO	BA-B	BA-M	BA-A
Longitud del vertedero (m)	30	30	25
Longitud del zampeado (m)	12,5	12,5	11,0
Altura del azud (m)	2,9	2,9	2,6
Cota del cimacio (m.s.n.m.)	203	363	723
Ancho del vano de limpieza (m)	2,8	2,8	2,8
Caudal de Crecida (m ³ /sg)	217	211	123

Orificio de Toma

La capacidad del orificio de la toma ha sido dimensionada en base al caudal óptimo obtenido del análisis de caudales descrito en el capítulo 2. Para facilidad de las

obras se ha tratado de ubicar el punto de toma en los tramos rectos del río.

Las cantidades de obra de excavación y de hormigón para la bocatoma han sido calculadas en base a los resultados del dimensionamiento de los mismos, considerando la magnitud de las crecientes, el caudal de diseño y las dimensiones del canal. En la tabla 30 se encuentra detallado los principales parámetros

Tabla 30: PRINCIPALES PARÁMETROS DEL ORIFICIO DE TOMA

CENTRAL PARÁMETRO	BA-B	BA-M	BA-A
	Margen Izquierdo	Margen Izquierdo	Margen Derecho
Caudal de captación (m ³ /sg)	6.30	6,08	3,31
Ancho de orificio (m)	2,00	2,00	1,50
Altura de orificio (m)	1,50	1,50	1,00
Cota de umbral de entrada (m.s.n.m.)	202,00	362,00	722,00

Dique sumergido

Ubicado en el orificio de toma esta diseñado como el primer obstáculo que impide el paso de sedimentos.

Depósito de sedimentación

Se encuentran antes de la rejilla y es el lugar donde se depositan los sedimentos que la rejilla impide el paso.

Rejilla

Ubicada antes de cada una de las compuertas de captación. Están diseñadas para no permitir el paso de sedimento de mediano tamaño.

Cámara de limpieza

En el diseño se encuentra ubicado a lado de las compuertas de admisión, cumple el papel de descarga de los sedimentos acumulados en el depósito de sedimentación aunque también puede hacer el papel de cámara de descarga en caso de crecidas del río.

4.2.1.4. Desarenador

El Desarenador tiene como función remover las partículas que se sedimentan al reducirse la velocidad con que son transportadas por el agua.

El tipo de desarenador ha sido seleccionado en base a consideraciones de operación de la central. El desarenador utilizado es de tipo limpieza periódica. Para el dimensionamiento del desarenador se considera aspectos de orden hidráulicos como es el caudal de diseño en la conducción, la velocidad del agua que pasa por el mismo y el diámetro mínimo de las partículas a sedimentarse.

Considerando que los desarenadores irán cimentándose en terrazas aluviales, el pre dimensionamiento estructural se ha efectuado para estas condiciones. El plano BAL-01 se puede observar el modelo de desarenador a utilizarse.

Con el propósito de asegurar el continuo ingreso del flujo, se coloca 2 compuertas de admisión. Esto es con el fin de que en caso de necesitar mantenimiento una de las compuertas ya sea correctivo o preventivo, la otra

continúe operando en forma normal o también puede servir como un auxiliar de regulación de caudal en caso de ser necesario.

Las compuertas son de tipo planas y deslizantes para aprovechar al máximo el caudal del río. Se ha buscado la ubicación de los desarenadores en sitios morfológicamente aptos para su implantación. En las tablas siguientes se encuentran detalladas las principales características.

Tabla 31 : CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL DESARENADOR

ADMISIÓN

CENTRAL PARÁMETROS	BA-B	BA-M	BA-A
Numero de Puertas	2	2	2
Dimensiones de las compuertas (m x m)	1,5 x 2	1,5 x 2	1 x 1,9
Longitud de la transición (m)	9,0	9,0	5,9

CÁMARAS

CENTRAL PARÁMETRO	BA-B	BA-M	BA-A
Numero de cámaras	1	1	1
Caudal de diseño por cámara (m ³ /sg)	6,30	6,08	3,31
Ancho de cámara (m)	4,4	4,4	3,0

Longitud útil (m)	20	20	20
Altura útil (m)	2,4	2,4	2,4

UMBRAL DE SALIDA

CENTRAL PARÁMETRO	BA-B	BA-M	BA-A
Ancho total (m)	6	6	6
Longitud de transición (m)	5,9	5,9	5,9
Numero de compuertas (m)	2	2	2
Dimensión conductos de purga BxH (m x m)	1,5 x 2,5	1,5 x 2,5	1,0 x 2,0

4.2.1.5. Obras de conducción

Las obras de conducción adoptadas para los diferentes aprovechamientos prevén un flujo a gravedad y son del tipo de canal abierto

La sección hidráulica del canal es de geometría trapezoidal. Se ha previsto ubicar en el lado exterior un camino de mantenimiento de 6 metros de ancho. Se adopto conducciones a cielo abierto en toda la longitud de la conducción.

En las conducciones a cielo cubierto, los taludes de corte para la conformación de la plataforma han sido seleccionados considerando los tipos de suelos a ser excavados.

En los tramos de entrada y salida se ha previsto excavación y revestimiento aumentado y el uso de soportes metálicos permanentes. En la tabla 32 se encuentran detallados los principales parámetros.

Tabla 32: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS OBRAS DE CONDUCCIÓN

CENTRAL PARÁMETRO	BA-B	BA-M	BA-A
Longitud total (m)	568	3136	6126
Longitud canales (m)	568	3136	5976
Caudal de diseño (m ³ /sg)	6,30	6,08	3,31

CANAL DE CONDUCCIÓN

CENTRAL PARÁMETROS	BA-B	BA-M	BA-A
Longitud (m)	568	3136	6126
Pendiente (grados)	0,00033	0,00033	0,00037
Ancho de la base (Trapezoide-base mayor) (m)	1,5	1.5	1,0
Calado normal (m)	2,10	2.10	1,84
Velocidad (m/sg)	1,18	1.18	1,10

4.2.1.6. Obras de arte en la conducción

Se han previsto tres tipos de obras de arte, las cuales son:
Aliviaderos, Pasos de quebradas y Pasos de agua.

Los aliviaderos han sido ubicados al inicio y al final de la conducción. Son de tipo lateral, formando parte de una estructura de sección triangular.

Los pasos de agua han sido previstos en los sitios de cruce del canal con cursos de agua intermitentes. Estas obras son de características similares a los aliviaderos y se diferencia por tener en la zona de aliviadero una losa de hormigón armado sobre la cual pasaran caudales del curso de agua en el periodo lluvioso.

4.2.1.7. Reservorios

Los Reservorios tienen la capacidad necesaria de almacenamiento para permitir trasladar recursos hídricos de las horas en las que se tiene flujo de caudal a las horas de regulación.

Se han previstos reservorios de regulación diaria en los Proyectos de Balsapamba Alto y Balsapamba Medio. Su ubicación ha sido condicionada por aspectos morfológicos y geológicos, mientras que su capacidad ha sido determinada en base al análisis de caudales según lo indicado en el capítulo 2. En la tabla 33 se encuentra detallado los principales parámetros.

Tabla 33: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS RESERVORIOS

CENTRAL PARÁMETRO	BA-M	BA-A
Longitud (m)	90	90
Ancho (m)	50	50
Profundidad (m)	8	8
Volumen total (m ³)	36000	36000
Tiempo de reserva a Pot. Nominal (horas)	4	4
Numero de compuertas	2	2
Tipo de Compuertas	Plana deslizante	Plana deslizante
Dimensión compuertas BxH (m x m)	2 x 2	2 x 2

4.2.1.8. Tanque de presión

Los tanques de presión son del tipo cámara rectangular y estarán ubicados en el extremo del reservorio de regulación diaria.

La parte final del tanque de presión constituye la estructura de control, provista de rejilla fina para retención de basuras, compuertas de control y ducto de aireación. Lateralmente se encuentra una compuerta de lavado. Para la ubicación y el dimensionamiento de esta obra se han considerado aspectos de orden morfológico, geológico e hidráulico.

La ubicación se ha hecho considerando la posición de la tubería de presión y la casa de maquinas tratando de que los sitios en que serán ubicados sean morfológicamente los más aptos para su implantación esto es que las pendientes transversales sean pocas pronunciadas. El dimensionamiento hidráulico se ha efectuado considerando la velocidad del flujo delante de la rejilla y un funcionamiento adecuado de la entrada a la tubería de presión.

Los niveles característicos del tanque han sido definidos considerando la altura mínima de succión, así como las condiciones de rechazo de carga o incremento brusco de la misma. En la tabla 34 se encuentra detallado los principales parámetros.

Tabla 34: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TANQUE DE PRESIÓN

CENTRAL PARÁMETRO	BA-B	BA-M	BA-A
Caudal de diseño (m ³ /sg)	6,30	6,08	2,04
Longitud del tanque (m)	10,00	10,00	5,00
Ancho del tanque (m)	5,00	5,00	3,00
Altura total (m)	5,00	5,00	4,00

4.2.1.9. Tubería de Presión

En el proyecto se ha previsto la instalación de una sola tubería de presión cerrada de diámetro constante. Su

ubicación y mantenimiento se ha hecho considerando aspectos morfológicos y geológicos del lugar, así como también de criterios hidroenergéticos y económicos.

Para la cuantificación del costo se ha tomado en cuenta los costos de excavación, así como el hormigón de los anclajes y apoyos. El trazado de las tuberías ha estado condicionado a aspectos fundamentalmente geológicos evitando siempre zonas de posible inestabilidad. En la tabla 35 se encuentra detallado los principales parámetros.

Tabla 35: CARÁCTERÍSTICAS GENERALES DE LA TUBERÍA DE PRESIÓN

CENTRAL PARÁMETRO	BA-B	BA-M	BA-A
Diámetro (m)	1,50	1,50	1,00
Longitud (m)	601,00	412,00	907,00

4.2.1.10. Casa de Máquinas

En este proyecto se ha diseñado la casa de maquinas con cubierta metálica ubicada al pie de la ladera y convenientemente alejada de la orilla del río a los cuales se restituye el caudal turbinado.

En la toma los materiales de fundación de las estructuras de hormigón estarán constituidos por depósitos aluviales.

El dimensionamiento de la casa de maquinas se ha realizado considerando turbinas Pelton para la central ubicada en la cota 720 m.s.n.m. de eje horizontal y turbinas Francis para las restantes, acopladas a

generadores individuales cada una de ellas. Cabe recalcar que tanto las turbinas como los generadores utilizados por cada una de las centrales constan de sus respectivos dispositivos de protección e interrupción.

La distancia entre los ejes de los grupos se ha calculado en función del diámetro externo del rodete y el área de montaje se ha adoptado a 1.5 veces la distancia entre grupos. En la tabla 36 se encuentra detallado los principales parámetros.

Tabla 36: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CASA DE MÁQUINAS

CENTRAL PARÁMETRO	BA-B	BA-M	BA-A
	BA-B	BA-M	BA-A
Tipo	Cubierta metálica	Cubierta metálica	Cubierta metálica
Longitud total (m)	27,00	27,00	27,00
Ancho total (m)	7,62	7,62	7,62
Tipo de turbinas	Francis	Francis	Pelton
Numero de turbinas	2 x 1,6 Mw	2 x 3,20 Mw	2 x 3,4 Mw
Potencia instalada (Mw)	3,17	6,12	6,66

4.2.1.11. Canal de Restitución.

Tiene como fin restituir el agua turbinada al río sin que produzca una erosión excesiva en el cauce. Los niveles de restitución determinados para diferentes condiciones de operación se indican a continuación en la tabla 37.

Tabla 37: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CANAL DE RESTITUCIÓN

CENTRAL PARÁMETRO	BA-B	BA-M	BA-A
Cota de restitución (m.s.n.m.)	140	240	360
Longitud (m.)	150	150	150

4.2.2. Equipo Mecánico.

Con respecto al equipo mecánico se ha tomado en consideración los elementos más importantes, de manera que si se quiere obtener mayor información por favor referirse a los estudios de INECEL. El principal equipo

mecánico tomado en consideración se presenta a continuación:

4.2.2.1. Turbinas

Las turbinas serán de tipo Francis de eje horizontal y de rodete simple, que operen a una velocidad de 900 rpm.

Las principales características de cada uno de las turbinas a utilizarse en el Proyecto Balsapamba se resumen en la tabla 38.

Tabla 38: CARACTERÍSTICAS DE LAS TURBINAS

CENTRAL PARÁMETRO	BA-B	BA-M	BA-A
Numero de Turbinas	2	2	2
Tipo	Francis	Francis	Pelton
Potencia (KW)	1600,00	3200,00	3400,00

4.2.2.2. Válvulas de Entrada (de guardia)

Una válvula de entrada de tipo mariposa será provista para cada turbina entre la turbina de presión y el caracol de la turbina para permitir el desagüe de la misma para inspección y mantenimiento y también para cierre de emergencia del flujo de agua en el caso de falla de los álabes móviles.

Las válvulas de entrada serán operadas hidráulicamente solamente en la apertura, debiendo ser la operación de cierre mediante contrapeso. El diámetro de la válvula es de aproximadamente 750 mm.

4.2.2.3. Reguladores.

Cada turbina estará provista de un regulador PID para mantener una velocidad de la turbina constante mediante la regulación automática de la apertura de los álabes móviles como respuesta a los cambios de carga. Los reguladores serán del tipo electro-hidráulico

4.2.2.4. Compuertas del Proyecto

Entre las principales compuertas a utilizarse en el Proyecto Hidroeléctrico Balsapamba tenemos las siguientes: Compuertas Tipo Radial, Compuertas Tipo Deslizantes y Compuertas Planas con ruedas.

Compuertas de Tipo Radial

Trabajarán totalmente sumergidas, empleándose en los desagües de fondo y para la limpieza del fondo del reservorio, para evacuar los materiales pesados como piedras y arena, que se depositarán en este sitio, dada la configuración de la bocatoma.

Compuertas de Tipo Deslizantes

Serán empleadas en la zona de la bocatoma para permitir o no el paso de agua, para evacuación en labores de limpieza del canal desarenador, y como compuertas de mantenimiento de las compuertas tipo radial y de las turbinas.

Compuertas Planas con Ruedas

Similares a las deslizantes, pero a ser empleadas en condiciones no equilibradas de presión de agua en las dos caras.

4.2.3. Equipo Eléctrico

De la misma manera que se realizó el resumen para equipo mecánico tomando los estudios de INECEL, se realizó un resumen considerando los principales equipos eléctricos, y el cual se presenta a continuación:

4.2.3.1. Generadores

Las principales características de cada uno de los generadores a utilizarse en el Proyecto Balsapamba se resumen en la tabla 38.

Tabla 39: CARACTERÍSTICAS DE LOS GENERADORES

CENTRAL PARÁMETRO	BA-B	BA-M	BA-A
Numero de Generadores	2	2	2
Potencia de cada Generador (MVA)	1,60	3,20	3,40
Factor de Potencia (Inductivo)	0,90	0,90	0,90
Tensión de cada Generador (KV)	4,16+/- 5%:	4,16+/- 5%:	4,16+/- 5%:
Frecuencia (Hz)	60	60	60
Velocidad (r.p.m.)	720	720	720

4.2.3.2. Disyuntores de Unidad

Por exigencias mínimas de mantenimiento se recomiendan disyuntores en SF₆, con mando trifásico con resorte y motor a corriente continua, corriente nominal 600 amperios, corriente de ruptura nominal 25KA, corriente de falla 1 segundo 25 KA; de diseño normalizado. Cada

disyuntor de unidad irá contenido en el cubículo respectivo de 4.16 Kv. Los disyuntores serán de tipo extraíbles para mantenimiento y pruebas.

4.2.3.3. Transformador Principal

Las principales características de cada uno de los transformadores a utilizarse en el Proyecto Balsapamba se resumen en la tabla 39.

Tabla 40: CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES

CENTRAL PARÁMETRO	BA-B	BA-M	BA-A
Número de Transformadores	1	1	1
Numero de devanados por transformador	3	3	3
Potencia (MW)	3,40	6,40	6,80
Numero de Fases	Trifásico	Trifásico	Trifásico
Tensión de las bobinas (KV/KV/KV)	4.16/69/13.8	4.16/69/13.8	4.16/69/13.8
Frecuencia (Hz)	60	60	60
Conexiones de los devanados	$\triangle / Y_{\downarrow} / Y_{\downarrow}$	$\triangle / Y_{\downarrow} / Y_{\downarrow}$	$\triangle / Y_{\downarrow} / Y_{\downarrow}$

4.2.3.4. Sistemas de Servicios Auxiliares

Se dispondrá de un transformador de servicios auxiliares de 4.16/0.48 Kv y potencia estimada de 300 KVA. Estará

conectado a las barras del cubículo de 4.16 Kv. La energía para los servicios auxiliares será distribuida a la casa de máquinas y a la subestación a través de los tableros de 480 voltios y de los subtableros de 220/127 voltios.

4.2.3.5. Subestación

Cada central cuenta con una subestación que estará ubicada en la parte posterior de la casa de maquinas El patio de la subestación se ubica en la parte posterior de la casa de máquinas. Del terciario del transformador principal de BA-A se dispondrá de una capacidad de 4 MVA a 13.8 Kv para distribuir a los poblados cercanos a la central. A cada uno de los transformadores se los han ubicado convenientemente junto a sus respectivas casa de máquinas para acortar su conexión mediante cables a la barra general de 4.16 Kv así como para dejar libre el espacio necesario para la construcción y montaje de cada una de las subestaciones a 69 Kv. La alimentación a las barras de 69 Kv parte del seccionador.

CAPÍTULO 5

PRESUPUESTO DE OBRA

5.1. Introducción

Para el desarrollo del presupuesto de las tres centrales en cascada se contó con la información de costos de materiales, equipos electromecánicos y equipos hidromecánicos dados por la compañía de Consultores en Ingeniería CAMINOSCA, Caminos y Canales Cía. Ltda., en enero del 2006.

Los costos unitarios dados por Caminosca, fueron basados en la tarifa de los equipos y maquinaria, costos de mano de obra, costos de materiales y equipos.

5.2. Presupuesto de Obras Civiles

A continuación se presenta el presupuesto de obras civiles para cada una de las centrales en cascada.

5.2.1. BALSAPAMBA-ALTO

En la tabla 28 se muestran las cantidades de obras civiles para la toma ubicada en la cota 720 m.s.n.m (BA-A).

Tabla 41: CANTIDADES DE OBRAS CIVILES DE BA-A

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
BOCATOMA Y AZUD				\$ 1.137.852,76
REPLANTEO, DESBROCE Y LIMPIEZA	Ha	1	220,00	220,00
CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS ATAGUIAS	Gl	1	30802,92	30.802,92
DESVIO DEL RÍO	Gl	1	30802,92	30.802,92
EXCAVACIÓN COMÚN CON AGUA(PARA MUROS, AZUD, ETC)	m³	4880	6,47	31.573,60
EXCAVACIÓN EN ROCA CON AGUA(PARA MUROS, AZUD, ETC)	m³	11440	9,04	103.417,60
ELLENOS CON MATERIAL CLASIFICADO	m³	8160	14,93	121.828,80
ORMIGÓN PARA AZUD	m³			
ORMIGÓN PARA ZAMPEADO	m³			
ORMIGÓN PARA MUROS, VIGAS Y SEMEJANTES	m³			
ORMIGÓN PARA REPLANTILLOS	m³	3264	181,75	593.232,00
CERO DE REFUERZO	Kg	39168	1,70	66.585,60
CERO ESTRUCTURAL	Kg	39168	3,24	126.904,32
YECCIÓN A PRESIÓN PARA PANTALLA DE IMPERMEABILIZACIÓN	m	68	440,00	29.920,00
OMPUERTA PLANA PARA DESAGUE DE FONDO (1 DE 2m x 2.7m)	U	1	2565,00	2.565,00
DESARENADOR				\$ 146.246,00
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: COMÚN	m³	9480	3,00	28440,00
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: ROCA	m³	400	11,00	4400,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	1480	5,00	7400,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	680	12,00	8160,00
ORMIGÓN PARA MUROS	m³	340	181,75	61795,00
CERO DE REFUERZO	Kg	16680	1,70	28356,00
OMPUERTAS PLANAS (3 DE 2m x 1.9m)	U	3	2565,00	7695,00

CONDUCCION: CANAL				\$ 1.853.800,89
REPLANTEO, DESBROCE Y LIMPIEZA	Ha	3,016	220,00	663,52
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: COMÚN	m³	30160	3,00	90480,00
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: ROCA	m³	1840	11,00	20240,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	10556	5,00	52780,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	920	12,00	11040,00
LIMPIEZA DE DERRUMBES	m³	9048	1,10	9952,80
HORMIGÓN DE REVESTIMIENTO PARA CANAL	m³	7917	182,41	1444139,97
DRENAJE CANAL	ml	532	5,49	2920,68
SUB-BASE (PARA PAVIMENTO DEL CAMINO)	m³	4250	10,64	45220,00
RELLENOS CON MATERIAL CLASIFICADO PARA PLATAFORMA Y TERRAPLÉN	m³	2300	14,93	34339,00
EXCAVACIÓN COMÚN - OBRAS DE ARTE	m³	360	6,80	2448,00
HORMIGÓN PARA MUROS, VIGAS TABLERO DE OBRAS DE ARTE	m³	342	214,26	73276,92
ACERO DE REFUERZO	Kg	39000	1,70	66300,00
ALIVIADEROS TIPO				\$ 481.388,24
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	1840	3,00	5520,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	4960	11,00	54560,00
HORMIGON PARA MUROS	m³	1424	214,26	305106,24
ACERO DE REFUERZO	Kg	71200	1,56	111072,00
COMPUERTAS (3 de 1m x 1m)	U	2	2565,00	5130,00
PASOS DE AGUA				\$ 55.072,32
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	583,2	5,00	2916,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	252	12,00	3024,00
HORMIGON PARA MUROS	m³	132	214,26	28282,32
ACERO DE REFUERZO	Kg	3500	1,56	5460,00
COMPUERTAS (6 de 2m x 2m)	ml	6	2565,00	15390,00
RESERVOIRIO DE REGULACIÓN 36000 m3				\$ 942.176,80
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: COMÚN	m³	16000	3,00	48000,00
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: ROCA	m³	4000	11,00	44000,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	5600	5,00	28000,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	2000	12,00	24000,00
SUB-BASE DE MATERIAL DRENAJE	m³	1280	11,18	14310,40
TUBERÍA DE DRENAJE	ml	640	5,77	3692,80
HORMIGÓN DE REVESTIMIENTO	m³	550	191,64	105402,00
HORMIGON PARA MUROS	m³	110,00	187,05	20575,50
ACERO DE REFUERZO	m³	5333,00	1,70	9066,10
ACERO ESTRUCTURAL	Kg	160000	4,00	640000,00
COMPUERTAS (2 DE 2m x 2m)	U	2	2565,00	5130,00
TANQUE DE CARGA				\$ 9.157,00
REPLANTEO, DESBROCE Y LIMPIEZA	ha	1	220,00	220,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	60	5,00	300,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	12	12,00	144,00
RELLENO SIMPLE	m³	7,2	2,00	14,40
HORMIGON PARA MUROS	m³	16	187,05	2992,80
ACERO DE REFUERZO	Kg	24	1,70	40,80
ACERO ESTRUCTURAL	Kg	720	4,00	2880,00
COMPUERTAS (1 DE 2m x 2m)	U	1	2565,00	2565,00
TUBERIA DE PRESION				\$ 2.034.042,94
REPLANTEO, DESBROCE Y LIMPIEZA	ha	1	220,00	220,00
EXCAVACIÓN COMÚN - TUBERÍA DE PRESIÓN	m³	14375	7,14	102637,50
EXCAVACIÓN EN ROCA - TUBERÍA DE PRESIÓN	m³	14375	24,00	345000,00
RELLENO SIMPLE	m³	250	2,00	500,00
HORMIGÓN PARA BLOQUES DE APOYO	m³	600	228,11	136866,00
ACERO DE REFUERZO	Kg	12000	1,70	20400,00
TUBERÍA BLINDADA PRESIÓN (DIÁMETRO 1m)	U	1,00	1428419,44	1428419,44

CASA DE MAQUINAS				\$ 184.032,55
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: COMÚN	m³	4680	3,00	14040,00
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: ROCA	m³	936	11,00	10296,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	270	5,00	1350,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	270	12,00	3240,00
RELLENOS CON MATERIAL CLASIFICADO PARA CASA DE MAQUINAS	m³	561,6	14,93	8384,69
ORMIGÓN ESTRUCTURAL	m³	99	159,06	15746,94
ORMIGÓN PARA APOYOS DE EQUIPOS	m³	79,2	211,24	16730,21
ORMIGÓN PARA PAREDES	m³	291	234,71	68300,61
ACERO DE REFUERZO	Kg	19560	1,70	33252,00
PUERTA METALICA	m2	205,74	61,69	12692,10
CANAL DE RESTITUCIÓN				\$ 17.025,60
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	80	5,00	400,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	80	12,00	960,00
ORMIGÓN DE REVESTIMIENTO	m³	40	191,64	7665,60
ACERO ESTRUCTURAL	Kg	2000	4,00	8000,00
TERRENOS Y SERVIDUMBRES				\$ 419.776,40
TERRENOS	Ha	20,00	2498,53	49970,60
EDIFICACIONES	m2	640,00	429,43	274835,20
CULTIVOS	Ha	20,00	2498,53	49970,60
GASTOS LEGALES DE ADQUISICIÓN	gl	1,00	25000,00	25000,00
IMPREVISTOS	gl	1,00	20000,00	20000,00
CAMINOS DE ACCESO				\$ 288.000,00
CAMINO DE ACCESO - TOMA 720	Km	0,1	160000,00	16000,00
CAMINO DE ACCESO - RESERVORIO	Km	1,2	160000,00	192000,00
CAMINO DE ACCESO - CASA DE MAQUINAS	Km	0,5	160000,00	80000,00
MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL				\$ 220.000,00
MITIGACIÓN AMBIENTAL	gl	1	220000,00	220000,00

5.2.2 BALSAPAMBA-MEDIO

En la tabla 29 se muestran las cantidades de obras civiles para la toma ubicada en la cota 360 m.s.n.m. (BA-M).

Tabla 42: CANTIDADES DE OBRAS CIVILES DE BA-M

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
BOCATOMA Y AZUD				\$ 1.488.193,00
REPLANTEO, DESBROCE Y LIMPIEZA	Ha	1	220,00	220,00
CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS ATAGUIAS	Gl	1	30802,92	30.802,92
DESVO DEL RÍO	Gl	1	30802,92	30.802,92
EXCAVACIÓN COMÚN CON AGUA(PARA MUROS, AZUD, ETC)	m³	7320	6,47	47.360,40
EXCAVACIÓN EN ROCA CON AGUA(PARA MUROS, AZUD, ETC)	m³	17160	9,04	155.126,40
RELLENOS CON MATERIAL CLASIFICADO	m³	12240	14,93	182.743,20
HORMIGÓN PARA AZUD	m³			
HORMIGÓN PARA ZAMPEADO	m³			
HORMIGÓN PARA MUROS, VIGAS Y SEMEJANTES	m³			
HORMIGÓN PARA REPLANTILLOS	m³	4896	181,75	889.848,00
ACERO DE REFUERZO	Kg	58752	1,70	99.878,40
ACERO ESTRUCTURAL	Kg	1224	3,24	3.965,76
INYECCIÓN A PRESIÓN PARA PANTALLA DE IMPERMEABILIZACIÓN	m	102	440,00	44.880,00
COMPUERTA PLANA PARA DESAGUE DE FONDO (1 DE 2m x 2.7m)	U	1	2565,00	2.565,00
DESARENADOR				\$ 215.521,50
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: COMÚN	m³	14220	3,00	42660,00
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: ROCA	m³	600	11,00	6600,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	2220	5,00	11100,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	1020	12,00	12240,00
HORMIGON PARA MUROS	m³	510	181,75	92692,50
ACERO DE REFUERZO	Kg	25020	1,70	42534,00
COMPUERTAS PLANAS (3 DE 2m x 1.9m)	U	3	2565,00	7695,00
CONDUCCION: CANAL				\$ 1.566.832,66
REPLANTEO, DESBROCE Y LIMPIEZA	Ha	2	220,00	440,00
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: COMÚN	m³	27440	3,00	82320,00
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: ROCA	m³	2560	11,00	28160,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	9604	5,00	48020,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	1280	12,00	15360,00
LIMPIEZA DE DERRUMBES	m³	8232	1,10	9055,20
HORMIGÓN DE REVESTIMIENTO PARA CANAL	m³	6272	182,41	1144075,52
DRENAJE CANAL	ml	798	5,49	4381,02
SUB-BASE (PARA PAVIMENTO DEL CAMINO)	m³	4250	10,64	45220,00
RELLENOS CON MATERIAL CLASIFICADO PARA PLATAFORMA Y TERRAPLÉN	m³	3200	14,93	47776,00
EXCAVACIÓN COMÚN - OBRAS DE ARTE	m³	360	6,80	2448,00
HORMIGÓN PARA MUROS, VIGAS TABLERO DE OBRAS DE ARTE	m³	342	214,26	73276,92
ACERO DE REFUERZO	Kg	39000	1,70	66300,00
ALIVIADEROS TIPO				\$ 481.388,24
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	1840	3,00	5520,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	4960	11,00	54560,00
HORMIGON PARA MUROS	m³	1424	214,26	305106,24
ACERO DE REFUERZO	Kg	71200	1,56	111072,00
COMPUERTAS (2 de 1m x 1m)	U	2	2565,00	5130,00
PASOS DE AGUA				\$ 26.170,85
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	291,6	5,00	1458,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	126	12,00	1512,00
HORMIGON PARA MUROS	m³	66	214,26	14141,16
ACERO DE REFUERZO	Kg	874,8	1,56	1364,69
COMPUERTAS (3 de 2m x 2m)	U	3	2565,00	7695,00
RESERVOIRIO DE REGULACION 36000 m3				\$ 942.176,80
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: COMÚN	m³	16000	3,00	48000,00
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: ROCA	m³	4000	11,00	44000,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	5600	5,00	28000,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	2000	12,00	24000,00
SUB-BASE DE MATERIAL DRENAJE	m³	1280	11,18	14310,40
TUBERÍA DE DRENAJE	ml	640	5,77	3692,80
HORMIGÓN DE REVESTIMIENTO	m³	550	191,64	105402,00
HORMIGON PARA MUROS	m³	110,00	187,05	20575,50
ACERO DE REFUERZO	m³	5333,00	1,70	9066,10
ACERO ESTRUCTURAL	Kg	160000	4,00	640000,00
COMPUERTAS (2 DE 2m x 2m)	U	2	2565,00	5130,00

TANQUE DE CARGA				\$ 23.879,38
PLANTEO, DESBROCE Y LIMPIEZA	ha	1	220,00	220,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	250	5,00	1250,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	50	12,00	600,00
RELLENO SIMPLE	m³	30	2,00	60,00
HORMIGÓN PARA MUROS	m³	37,5	187,05	7014,38
ACERO DE REFUERZO	Kg	100	1,70	170,00
ACERO ESTRUCTURAL	Kg	3000	4,00	12000,00
PUERTAS (1 DE 2m x 2m)	U	1	2565,00	2565,00
TUBERÍA DE PRESIÓN				\$ 1.731.778,50
PLANTEO, DESBROCE Y LIMPIEZA	ha	1	220,00	220,00
EXCAVACIÓN COMÚN - TUBERÍA DE PRESIÓN	m³	20125	7,14	143692,50
EXCAVACIÓN EN ROCA - TUBERÍA DE PRESIÓN	m³	20125	24,00	483000,00
RELLENO SIMPLE	m³	250	2,00	500,00
HORMIGÓN PARA BLOQUES DE APOYO	m³	600	228,11	136866,00
ACERO DE REFUERZO	Kg	12000	1,70	20400,00
TUBERÍA BLINDADA PRESIÓN (DIÁMETRO 1.5m)	U	1,00	947100,00	947100,00
CASA DE MAQUINAS				\$ 184.032,55
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: COMÚN	m³	4680	3,00	14040,00
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: ROCA	m³	936	11,00	10296,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	270	5,00	1350,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	270	12,00	3240,00
RELLENOS CON MATERIAL CLASIFICADO PARA CASA DE MAQUINAS	m³	561,6	14,93	8384,69
HORMIGÓN ESTRUCTURAL	m³	99	159,06	15746,94
HORMIGÓN PARA APOYOS DE EQUIPOS	m³	79,2	211,24	16730,21
HORMIGÓN PARA PAREDES	m³	291	234,71	68300,61
ACERO DE REFUERZO	Kg	19560	1,70	33252,00
CUBIERTA METALICA	m2	205,74	61,69	12692,10
CANAL DE RESTITUCIÓN				\$ 25.538,40
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	120	5,00	600,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	120	12,00	1440,00
HORMIGÓN DE REVESTIMIENTO	m³	60	191,64	11498,40
ACERO ESTRUCTURAL	Kg	3000	4,00	12000,00
TERRENOS Y SERVIDUMBRES				\$ 419.776,40
TERRENOS	Ha	20,00	2498,53	49970,60
EDIFICACIONES	m2	640,00	429,43	274835,20
CULTIVOS	Ha	20,00	2498,53	49970,60
GASTOS LEGALES DE ADQUISICIÓN	gl	1,00	25000,00	25000,00
IMPREVISTOS	gl	1,00	20000,00	20000,00
CAMINOS DE ACCESO				\$ 240.000,00
CAMINO DE ACCESO - TOMA 360	Km	0,2	160000,00	32000,00
CAMINO DE ACCESO - RESERVORIO	Km	0,8	160000,00	128000,00
CAMINO DE ACCESO - CASA DE MAQUINAS	Km	0,5	160000,00	80000,00
MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL				\$ 220.000,00
MITIGACIÓN AMBIENTAL	gl	1	220000,00	220000,00

5.2.3. BALSAPAMBA-BAJO

En la tabla 42 se muestran las cantidades de obras civiles para la toma ubicada en la cota 200 m.s.n.m. (BA-B).

Tabla 43: CANTIDADES DE OBRAS CIVILES DE BA-B

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
BOCATOMA Y AZUD				\$ 1.488.193,00
REPLANTEO, DESBROCE Y LIMPIEZA	Ha	1	220,00	220,00
CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS ATAGUIAS	Gl	1	30802,92	30.802,92
DESVIO DEL RÍO	Gl	1	30802,92	30.802,92
EXCAVACIÓN COMÚN CON AGUA(PARA MUROS, AZUD, ETC)	m³	7320	6,47	47.360,40
EXCAVACIÓN EN ROCA CON AGUA(PARA MUROS, AZUD, ETC)	m³	17160	9,04	155.126,40
RELLENOS CON MATERIAL CLASIFICADO	m³	12240	14,93	182.743,20
HORMIGÓN PARA AZUD	m³			
HORMIGÓN PARA ZAMPEADO	m³			
HORMIGÓN PARA MUROS, VIGAS Y SEMEJANTES	m³			
HORMIGÓN PARA REPLANTILLOS	m³	4896	181,75	889.848,00
ACERO DE REFUERZO	Kg	58752	1,70	99.878,40
ACERO ESTRUCTURAL	Kg	1224	3,24	3.965,76
INYECCIÓN A PRESIÓN PARA PANTALLA DE IMPERMEABILIZACIÓN	m	102	440,00	44.880,00
COMPUERTA PLANA PARA DESAGUE DE FONDO (1 DE 2m x 2.7m)	U	1	2565,00	2.565,00
DESARENADOR				\$ 215.521,50
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: COMÚN	m³	14220	3,00	42660,00
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: ROCA	m³	600	11,00	6600,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	2220	5,00	11100,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	1020	12,00	12240,00
HORMIGON PARA MUROS	m³	510	181,75	92692,50
ACERO DE REFUERZO	Kg	25020	1,70	42534,00
COMPUERTAS PLANAS (3 DE 2m x 1.9m)	U	3	2565,00	7695,00
CONDUCCION: CANAL				\$ 460.886,16
REPLANTEO, DESBROCE Y LIMPIEZA	Ha	0,284	220,00	62,48
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: COMÚN	m³	4970	3,00	14910,00
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: ROCA	m³	1030	11,00	11330,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	1739,5	5,00	8697,50
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	515	12,00	6180,00
LIMPIEZA DE DERRUMBES	m³	1491	1,10	1640,10
HORMIGÓN DE REVESTIMIENTO PARA CANAL	m³	1136	182,41	207217,76
DRENAJE CANAL	ml	798	5,49	4381,02
SUB-BASE (PARA PAVIMENTO DEL CAMINO)	m³	4250	10,64	45220,00
RELLENOS CON MATERIAL CLASIFICADO PARA PLATAFORMA Y TERRAPLÉN	m³	1287,5	14,93	19222,38
EXCAVACIÓN COMÚN - OBRAS DE ARTE	m³	360	6,80	2448,00
HORMIGÓN PARA MUROS, VIGAS TABLERO DE OBRAS DE ARTE	m³	342	214,26	73276,92
ACERO DE REFUERZO	Kg	39000	1,70	66300,00
ALIVIADEROS TIPO				\$ 331.288,40
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	11504	3,00	34512,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	3100	11,00	34100,00
HORMIGON PARA MUROS	m³	890	214,26	190691,40
ACERO DE REFUERZO	Kg	44500	1,56	69420,00
COMPUERTAS (1 de 1m x 1m)	U	1	2565,00	2565,00
TANQUE DE CARGA				\$ 23.879,38
REPLANTEO, DESBROCE Y LIMPIEZA	ha	1	220,00	220,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	250	5,00	1250,00
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	50	12,00	600,00
RELLENO SIMPLE	m³	30	2,00	60,00
HORMIGON PARA MUROS	m³	37,5	187,05	7014,38
ACERO DE REFUERZO	Kg	100	1,70	170,00
ACERO ESTRUCTURAL	Kg	3000	4,00	12000,00
COMPUERTAS (1 DE 2m x 2m)	U	1	2565,00	2565,00

TUBERIA DE PRESION					\$ 1.731.778,50
REPLANTEO, DESBROCE Y LIMPIEZA	ha	1	220,00	220,00	
EXCAVACIÓN COMÚN - TUBERÍA DE PRESIÓN	m³	20125	7,14	143692,50	
EXCAVACIÓN EN ROCA - TUBERÍA DE PRESIÓN	m³	20125	24,00	483000,00	
RELLENO SIMPLE	m³	250	2,00	500,00	
HORMIGÓN PARA BLOQUES DE APOYO	m³	600	228,11	136866,00	
ACERO DE REFUERZO	Kg	12000	1,70	20400,00	
TUBERÍA BLINDADA PRESIÓN (DIÁMETRO 1,5m)	U	1,00	947100,00	947100,00	
CASA DE MAQUINAS					\$ 184.032,55
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: COMÚN	m³	4680	3,00	14040,00	
EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA: ROCA	m³	936	11,00	10296,00	
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	270	5,00	1350,00	
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	270	12,00	3240,00	
RELLENOS CON MATERIAL CLASIFICADO PARA CASA DE MAQUINAS	m³	561,6	14,93	8384,69	
HORMIGÓN ESTRUCTURAL	m³	99	159,06	15746,94	
HORMIGÓN PARA APOYOS DE EQUIPOS	m³	79,2	211,24	16730,21	
HORMIGÓN PARA PAREDES	m³	291	234,71	68300,61	
ACERO DE REFUERZO	Kg	19560	1,70	33252,00	
CUBIERTA METALICA	m2	205,74	61,69	12692,10	
CANAL DE RESTITUCIÓN					\$ 25.538,40
EXCAVACIÓN CAJÓN: COMÚN	m³	120	5,00	600,00	
EXCAVACIÓN CAJÓN: ROCA	m³	120	12,00	1440,00	
HORMIGÓN DE REVESTIMIENTO	m³	60	191,64	11498,40	
ACERO ESTRUCTURAL	Kg	3000	4,00	12000,00	
TERRENOS Y SERVIDUMBRES					\$ 419.776,40
TERRENOS	Ha	20,00	2498,53	49970,60	
EDIFICACIONES	m2	640,00	429,43	274835,20	
CULTIVOS	Ha	20,00	2498,53	49970,60	
GASTOS LEGALES DE ADQUISICIÓN	gl	1,00	25000,00	25000,00	
IMPREVISTOS	gl	1,00	20000,00	20000,00	
CAMINOS DE ACCESO					\$ 312.000,00
CAMINO DE ACCESO - TOMA 240	Km	0,6	160000,00	96000,00	
CAMINO DE ACCESO - RESERVORIO	Km	0,6	160000,00	96000,00	
CAMINO DE ACCESO - CASA DE MAQUINAS	Km	0,75	160000,00	120000,00	
MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL					\$ 220.000,00
MITIGACIÓN AMBIENTAL	gl	1	220000,00	220000,00	
EQUIPAMIENTO ELECTRO - MECANICO					\$ 516.500,00
TURBINA PELTON Y REGULADOR (2 x 1700KW)	gl	2	56000,00	112000,00	
GENERADOR (2 de 1.7 MW, 4.16 KV)	U	2	126000,00	252000,00	
TRANSFORMADOR (3.4 MW, 4.16/69/13.8KV)	U	1	60000,00	60000,00	
TABLEROS DE CONTROL	U	1	45000,00	45000,00	
EQUIPOS AUXILIARES, INCLUIDO GENERADOR DE EMERGENCIA	U	1	32500,00	32500,00	
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA DE 13.8 Kv (global)	Km	0,5	30000,00	15000,00	
EQUIPOS HIDROMECAÑICOS					\$ 201.236,34
REGULADORES DE VELOCIDAD	U	2	22181,48	44362,96	
VÁLVULAS ESFERICAS	U	2	22181,48	44362,96	
PUENTE DE GRÚA	U	1	36741,20	36741,20	
SISTEMAS AUXILIARES	gl	1	75769,22	75769,22	
SUBESTACION					\$ 975.108,00
OBRAS CIVILES (SERVICIO ELÉCTRICO Y SANITARIO)	gl	1	197765,00	197765,00	
EQUIPOS	gl	1	137343,00	137343,00	
LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 69 Kv (OBRE CIVIL Y EQUIPOS)	Km	8	60000,00	480000,00	
BARRA DE CONEXION	gl	1	160000,00	160000,00	

5.3. Presupuesto de Equipos Electro-mecánicos y S/E.

A continuación se presenta el presupuesto de obras electro-mecánicas y de subestación para cada una de las Centrales en cascada.

5.3.1. BALSAPAMBA-ALTO

En la tabla 43 se muestra las cantidades de obras electro-mecánicas, hidro-mecánicas y de subestación para la toma ubicada en la cota 720 m.s.n.m.

Tabla 44: CANTIDADES DE OBRA ELECTROMECAÑICAS, HIDROMECAÑICAS Y DE SUBESTACIÓN DE BA-A

EQUIPAMIENTO ELECTRO - MECANICO				\$ 783.000,00
TURBINA PELTON Y REGULADOR (3500 KW)	Gl	2	80000,00	160000,00
GENERADOR (3,5 MW, 4.16 KV)	U	2	176000,00	352000,00
TRANSFORMADOR (7 MW, 4.16/69/13.8KV)	U	1	100000,00	100000,00
TABLEROS DE CONTROL	U	1	90000	90000,00
EQUIPOS AUXILIARES, INCLUIDO GENERADOR DE EMERGENCIA	U	1	66000	66000,00
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA DE 13.8 Kv (global)	Km	0,5	30000,00	15000,00
EQUIPOS HIDROMECAÑICOS				\$ 201.236,34
REGULADORES DE VELOCIDAD	U	2	22181,48	44362,96
VÁLVULAS ESFERICAS	U	2	22181,48	44362,96
PUENTE DE GRÚA	U	1	36741,20	36741,20
SISTEMAS AUXILIARES	Gl	1	75769,22	75769,22
SUBESTACION				\$ 1.795.109,13
OBRAS CIVILES (SERVICIO ELÉCTRICO Y SANITARIO)	Gl	1	297766,62	\$ 297.766,62
EQUIPOS	Gl	1	237343,41	\$ 237.343,41
LÍNEAS DE TRANSMISION	Km	21	6000,00	\$ 126.000,00

5.3.2. BALSAPAMBA-MEDIO

En la tabla 44 se muestran las cantidades de obras electromecánicas, hidro-mecánicas y de subestación para la toma ubicada en la cota 360 m.s.n.m.

Tabla 45: CANTIDADES DE OBRAS ELECTROMECAÑICAS, HIDROMECAÑICAS Y DE SUBESTACIÓN DE BA-M

EQUIPAMIENTO ELECTRO - MECANICO				\$ 783.000,00
TURBINA PELTON Y REGULADOR (2 x 3250KW)	gl	2	80000,00	160000,00
GENERADOR (2 de 3.25 MW, 4.16 KV)	U	2	176000,00	352000,00
TRANSFORMADOR (6.5 MW, 4.16/69/13.8KV)	U	1	100000,00	100000,00
TABLEROS DE CONTROL	U	1	90000	90000,00
EQUIPOS AUXILIARES, INCLUIDO GENERADOR DE EMERGENCIA	U	1	66000	66000,00
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA DE 13.8 Kv (global)	Km	0,5	30000,00	15000,00
EQUIPOS HIDROMECAÑICOS				\$ 201.236,34
REGULADORES DE VELOCIDAD	U	2	22181,48	44362,96
VÁLVULAS ESFERICAS	U	2	22181,48	44362,96
PUENTE DE GRÚA	U	1	36741,20	36741,20
SISTEMAS AUXILIARES	gl	1	75769,22	75769,22
SUBESTACION				\$ 1.655.109,13
OBRAS CIVILES (SERVICIO ELÉCTRICO Y SANITARIO)	gl	1	297765,72	297765,72
EQUIPOS	gl	1	237343,41	237343,41
LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 69 Kv (OBRE CIVIL Y EQUIPOS)	Km	16	60000,00	960000,00
BARRA DE CONEXIÓN	gl	1	160000	160000,00

5.3.3. BALSAPAMBA-BAJO

En la tabla 45 se muestran las cantidades de obras electro-mecánicas, hidro-mecánicas y de subestación para la toma ubicada en la cota 240 m.s.n.m.

Tabla 46: CANTIDADES DE OBRAS ELECTROMECÁNICAS, HIDROMECÁNICAS Y DE SUBESTACIÓN DE BA-B

EQUIPAMIENTO ELECTRO - MECANICO				\$ 516.500,00
TURBINA PELTON Y REGULADOR (3500 KW)	Gl	2	56000,00	112000,00
GENERADOR (1.75 MW, 4.16 KV)	U	2	128000,00	256000,00
TRANSFORMADOR (3.50 MW, 4.16/69/13.8KV)	U	1	60000,00	60000,00
TABLEROS DE CONTROL	U	1	45000	
EQUIPOS AUXILIARES, INCLUIDO GENERADOR DE EMERGENCIA	U	1	32500	32500,00
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA DE 13.8 Kv (global)	Km	0,5	30000,00	15000,00
EQUIPOS HIDROMECHANICOS				\$ 201.236,34
REGULADORES DE VELOCIDAD	U	2	22181,48	44362,96
VÁLVULAS ESFERICAS	U	2	22181,48	44362,96
PUENTE DE GRÚA	U	1	36741,20	36741,20
SISTEMAS AUXILIARES	Gl	1	75769,22	75769,22
SUBESTACION				\$ 975.108,00
OBRAS CIVILES (SERVICIO ELÉCTRICO Y SANITARIO)	Gl	1	197765,00	197765,00
EQUIPOS	Gl	1	137343,00	137343,00
LÍNEAS DE TRANSMISION	Km	8	6000,00	48000,00
BARRA DE CONEXIÓN	Gl	1	16000,00	16000,00

5.4. Resumen y Presupuesto General

A continuación se presenta el resumen y presupuesto general de obras civiles, electromecánicas y de subestación, así como los costos por administración e imprevistos para cada una de las Centrales en cascada.

5.4.1. BALSAPAMBA-ALTO

En la tabla 46 se muestra el resumen general de obras y el presupuesto del proyecto.

Tabla 47: RESUMEN GENERAL DE OBRAS Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO BA-A

RESUMEN GENERAL	SUBTOTAL	%
OBRA CIVIL	\$ 7.788.571,50	73,70%
BOCATOMA Y AZUD	1.137.852,76	10,77%
DESARENADOR	146.246,00	1,38%
CONDUCCION: CANAL	1.853.800,89	17,54%
ALIVIADEROS TIPO	481.388,24	4,56%
PASOS DE AGUA	55.072,32	0,52%
RESERVORIO DE REGULACIÓN 36000 m3	942.176,80	8,92%
TANQUE DE CARGA	9.157,00	0,09%
TUBERIA DE PRESION	2.034.042,94	19,25%
CASA DE MAQUINAS	184.032,55	1,74%
CANAL DE RESTITUCIÓN	17.025,60	0,16%
TERRENOS Y SERVIDUMBRES	419.776,40	3,97%
CAMINOS DE ACCESO	288.000,00	2,73%
MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL	220.000,00	2,08%
EQUIPOS	\$ 984.236,34	9,31%
EQUIPAMIENTO ELECTRO - MECANICO	783.000,00	7,41%
EQUIPOS HIDROMECAÑICOS	201.236,34	1,90%
SUBESTACION	\$ 1.795.109,13	16,99%
Costo Directo de Construcción	10.567.916,97	100%
Ingeniería y Administración (10% C.D.C.)	1.056.791,70	---
Imprevistos (8% C.D.C.)	845.433,36	---
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION DE BALSAPAMBA ALTO	\$ 12.470.142,03	---

La construcción de la primera central en la cota 720 m.s.n.m, se ha presupuestado en \$12'470.142,03. En este valor, ya constan los rubros aproximados por Ingeniería y Administración, e Imprevistos, los cuales fueron obtenidos como un 10% y 8%, de los costos directos de construcción, respectivamente.

5.4.2. BALSAPAMBA-MEDIO

En la tabla 47 se muestra el resumen general de obras y el presupuesto del proyecto.

Tabla 48: RESUMEN GENERAL DE OBRAS Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO BA-M

RESUMEN GENERAL	SUBTOTAL	%
OBRA CIVIL	\$ 7.565.288,27	74,14%
BOCATOMA Y AZUD	1.488.193,00	14,58%
DESARENADOR	215.521,50	2,11%
CONDUCCION: CANAL	1.566.832,66	15,35%
ALIVIADEROS TIPO	481.388,24	4,72%
PASOS DE AGUA	26.170,85	0,26%
RESERVORIO DE REGULACIÓN 36000 m3	942.176,80	9,23%
TANQUE DE CARGA	23.879,38	0,23%
TUBERIA DE PRESION	1.731.778,50	16,97%
CASA DE MAQUINAS	184.032,55	1,80%
CANAL DE RESTITUCION	25.538,40	0,25%
TERRENOS Y SERVIDUMBRES	419.776,40	4,11%
CAMINOS DE ACCESO	240.000,00	2,35%
MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL	220.000,00	2,16%
EQUIPOS	\$ 984.236,34	9,64%
EQUIPAMIENTO ELECTRO - MECANICO	783.000,00	7,67%
EQUIPOS HIDROMECAÑICOS	201.236,34	1,97%
SUBESTACION	\$ 1.655.109,13	16,22%
Costo Directo de Construcción	10.204.633,74	100%
Ingeniería y Administración (10% C.D.C.)	1.020.463,37	---
Imprevistos (8% C.D.C.)	816.370,70	---
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION DE BALSAPAMBA MEDIO	\$ 12.041.467,82	---

La construcción de la segunda central en la cota 360, se ha presupuestado en \$12'041.467,82. En este valor, ya constan los rubros aproximados por Ingeniería y Administración, e Imprevistos, los cuales fueron obtenidos como un 10% y 8%, de los costos directos de construcción, respectivamente.

5.4.3. BALSAPAMBA-BAJO

En la tabla 48 se muestra el resumen general de obras y el presupuesto del proyecto.

Tabla 49: RESUMEN GENERAL DE OBRAS Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO BA-B

RESUMEN GENERAL	SUBTOTAL	%
OBRA CIVIL	\$ 5.412.894,28	76,18%
BOCATOMA Y AZUD	1.488.193,00	20,94%
DESARENADOR	215.521,50	3,03%
CONDUCCION: CANAL	460.886,16	6,49%
ALIVIADEROS TIPO	331.288,40	4,66%
TANQUE DE CARGA	23.879,38	0,34%
TUBERIA DE PRESION	1.731.778,50	24,37%
CASA DE MAQUINAS	184.032,55	2,59%
CANAL DE RESTITUCION	25.538,40	0,36%
TERRENOS Y SERVIDUMBRES	419.776,40	5,91%
CAMINOS DE ACCESO	312.000,00	4,39%
MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL	220.000,00	3,10%
EQUIPOS	\$ 717.736,34	10,10%
EQUIPAMIENTO ELECTRO - MECANICO	516.500,00	7,27%
EQUIPOS HIDROMECANICOS	201.236,34	2,83%
SUBESTACION	\$ 975.108,00	13,72%
Costo Directo de Construcción	7.105.738,62	100%
Ingeniería y Administración (10% C.D.C.)	710.573,86	---
Imprevistos (8% C.D.C.)	568.459,09	---
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION DE BALSAPAMBA BAJO	\$ 8.384.771,57	---

La construcción de la tercera central en la cota 240, se ha presupuestado en \$8'384.771,57. En este valor, ya constan los rubros aproximados por Ingeniería y Administración, e Imprevistos, los cuales fueron obtenidos como un 10% y 8%, de los costos directos de construcción, respectivamente.

Tabla 50: RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO EN CASCADA

RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO	SUBTOTAL
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION DE BALSAPAMBA ALTO	\$ 12.470.142,03
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION DE BALSAPAMBA MEDIO	\$ 12.041.467,82
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION DE BALSAPAMBA BAJO	\$ 8.384.771,57
COSTO TOTAL DEL PROYECTO EN CASCADA	\$ 32.896.381,41

El costo total de la construcción del proyecto, se ha presupuestado en \$32'896.381,41. En este valor, ya constan los rubros aproximados por Ingeniería y Administración, e Imprevistos, los cuales fueron obtenidos como un 10% y 8%, de los costos directos de construcción, respectivamente.

CAPÍTULO 6

EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1. Introducción

En el presente capítulo se realiza la evaluación económica de las tres centrales en cascada del proyecto Balsapamba, para lo cual se ha considerado las últimas disposiciones en el ámbito energético.

También se detalla las hipótesis de cálculo, dentro de la cual encontramos parámetros como remuneración por CER, préstamo de organismos de gobierno, años de vida útil, gastos por concepto de operación y mantenimiento (O&M), y seguros, para todo el proyecto.

Finalmente se realiza la determinación del TIR y el VAN con su respectivo análisis.

6.2. Determinación de la remuneración

Previo a la determinación de los ingresos por venta de energía, se determinaron las producciones de energía

eléctrica y la potencia eléctrica disponible para cada caso, como se muestra en el capítulo 3. Luego se han tomado en cuenta las últimas disposiciones gubernamentales, las cuales regulan el precio del Kilovatio-hora.

6.2.1. Determinación de la Remuneración por venta a Precio de Recursos Energéticos no Convencionales

La remuneración por venta a un precio especial para energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales aprobado por el CONELEC en la Regulación No. CONELEC - 009/06, tiene diferentes valores de acuerdo al tipo de generación y la capacidad de generación en el caso de Hidroeléctricas.

A continuación se presenta la tabla 50, que contiene la lista de precios preferencial para energía producida con recursos energéticos no convencionales.

Tabla 51: PRECIOS PARA ENERGÍA PRODUCIDA CON RECURSOS ENERGÉTICOS NO CONVENCIONALES

CENTRALES	PRECIO (cUSD/kWh)	PRECIO (cUSD/kWh)
	Territorio Continental	Territorio Insular de Galápagos
EOLICAS	9.31	12.10
FOTOVOLTAICAS	28.37	31.20
BIOMASA Y BIOGAS	9.04	9.94
GEOTERMICAS	9.17	10.08
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS HASTA 5 MW	5.80	6.38
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS MAYORES A 5 MW HASTA 10 MW	5.00	5.50

6.2.1.1. Cálculo de la Remuneración por Energía para el Proyecto Balsapamba

Para el cálculo de la remuneración por energía del proyecto en conjunto, cuya potencia instalada total es de 15.81 MW, se ha considerado un precio de venta de 5.00 cUSD/KWh. Este precio corresponde para centrales hidroeléctricas mayores de 5 MW hasta 10 MW, como se muestra en la tabla 50.

Luego se multiplica el precio de venta establecido con los valores de energía mensual obtenidos mediante hojas de cálculo del programa EXCEL.

A continuación se presenta la tabla 51 que contiene la energía y remuneración anual.

Tabla 52: REMUNERACIÓN POR ENERGÍA PARA PROYECTO BALSAPAMBA DURANTE LOS 50 AÑOS DE VIDA DEL PROYECTO

AÑO	ENERGIA GW-h	TOTAL (\$)
1	79,50	4.770.008,45
2	72,22	4.333.127,13
3	60,77	3.646.137,25
4	76,04	4.562.231,48
5	88,01	5.280.304,25
6	71,10	4.265.949,46
7	121,89	7.313.173,11
8	91,52	5.491.429,97
9	82,37	4.942.357,45
10	90,34	5.420.690,17
11	90,68	5.441.032,99
12	78,27	4.696.258,40
13	75,32	4.519.174,93
14	77,08	4.624.853,72
15	81,78	4.906.551,26
16	84,96	5.097.809,39
17	101,07	6.064.249,99
18	112,96	6.777.615,33
19	89,12	5.347.192,16
20	87,90	5.274.052,73
21	84,56	5.073.631,36
22	80,40	4.823.788,87
23	73,91	4.434.400,60
24	86,30	5.177.950,93
25	71,66	4.299.453,46
26	75,16	4.509.633,79
27	83,03	4.981.888,47
28	74,16	4.449.737,43
29	71,35	4.280.975,01
30	68,82	4.129.136,20
31	63,03	3.781.500,56
32	118,90	7.134.034,89
33	82,25	4.934.719,73
34	79,50	4.770.008,45
35	72,22	4.333.127,13
36	60,77	3.646.137,25
37	76,04	4.562.231,48
38	88,01	5.280.304,25
39	71,10	4.265.949,46
40	121,89	7.313.173,11
41	91,52	5.491.429,97
42	82,37	4.942.357,45
43	90,34	5.420.690,17
44	90,68	5.441.032,99
45	78,27	4.696.258,40
46	75,32	4.519.174,93
47	77,08	4.624.853,72
48	81,78	4.906.551,26
49	84,96	5.097.809,39
50	101,07	6.064.249,99

TOTAL PROYECTO	250.160.390,35
----------------	----------------

6.3. Hipótesis de Cálculo

Una vez que se obtuvo el presupuesto para la construcción, y las remuneraciones por la venta de energía; el análisis económico se lo realizó planteando los años de vida útil, número de años de construcción, seguro, costos de operación y mantenimiento.

Además se tomó en cuenta la obtención de un Certificado de Reducción de Emisión de Carbono (CER). El CER fue creado en el tratado de Kyoto para el Financiamiento de Proyectos de Energía Limpia y Renovable. Este mercado de compra-venta de CER está vigente desde el 2005.

Este certificado representa para el proyecto una considerable cantidad de dinero que ingresará. Para nuestro análisis, se considerará que del total del CER vendido en 14 años de funcionamiento de la central.

Para cada una de las tres centrales en cascada, se consideró lo siguiente:

- 1 CER = 1 TON menos de emisión de CO₂
- 1 GWh = 0,7 TON de reducción de CO₂

- 1 GWh = 700 CER'S
- 1 CER = \$13

Para el financiamiento de cada una de las centrales en cascada, se consideró un crédito proveniente del ente gubernamental correspondiente. El porcentaje de endeudamiento corresponde al 80%, mientras que el 20% restante, será tomado como capital propio del inversionista.

6.4. Análisis Económico del Proyecto Balsapamba

A continuación se presentan los resultados obtenidos del TIR y VAN del análisis económico del proyecto en conjunto, con sus respectivos parámetros de evaluación.

6.4.1. Flujo de caja del Proyecto Balsapamba

Para el estudio de esta central se ha considerado 50 años de vida útil, en los cuales se tendrá como costos totales anuales \$1.254,314.16, en los que se incluyen gastos por operación y mantenimiento, pólizas de seguro de las tres centrales, sueldos del personal técnico y administrativo,

asi como también la depreciación correspondiente de los elementos que conforman las centrales.

A continuación en la Tabla 52, se presenta el flujo de caja efectivo, para las tres centrales en cascada.

Tabla 53: FLUJO DE CAJA EFECTIVO

Años	INGRESOS	COSTOS						COSTOS	UTILIDADE	IMPUES	UTILIDADES	DEPREC.	FLUJ.	FLUJO DE INVERSION REAL		VALOR	VALOR	FLUJO
	\$	COSTO PERSONAL	REPUESTOS	PERSONAL	SEGUROS	GASTOS ADMINISTR.	DEPREC.	TOTALES	S ANTES INGRESOS	TO A LA RENTA	DESPUES IMPUESTO		OPERACION	INVERSION	CAPITAL DE TRAB	CERS	RESIDUAL	EFFECTIVO
														(\$32.896.381,41)				-32.896.381,41
1	4.770.008,45	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.519.293,79	0	3.519.293,79	641.62,5	4.160.445,94		(\$250.000,00)	723.451,28		4.633.897,22
2	4.333.27,13	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.082.412,47	0	3.082.412,47	641.62,5	3.723.564,61		(\$250.000,00)	657.90,95		4.130.755,56
3	3.646.137,25	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	2.395.422,59	0	2.395.422,59	641.62,5	3.036.574,74		(\$250.000,00)	552.997,48		3.339.572,22
4	4.562.231,48	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.3115.6,82	0	3.3115.6,82	641.62,5	3.952.668,97		(\$250.000,00)	691938,44		4.394.607,41
5	5.280.304,25	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	4.029.589,58	0	4.029.589,58	641.62,5	4.670.741,73		(\$250.000,00)	800.846,14		5.221.587,88
6	4.265.949,46	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.015.234,80	0	3.015.234,80	641.62,5	3.656.386,95			647.002,34		4.303.389,28
7	7.313.173,11	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	6.062.458,45	0	6.062.458,45	641.62,5	6.703.610,60			1.109.164,59		7.812.775,19
8	5.491.429,97	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	4.240.715,31	0	4.240.715,31	641.62,5	4.881.867,46			832.866,88		5.714.734,34
9	4.942.357,45	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.691.642,79	0	3.691.642,79	641.62,5	4.332.794,94			749.590,88		5.082.385,82
10	5.420.690,17	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	4.169.975,51	0	4.169.975,51	641.62,5	4.811.27,65			822.138,01	1250.000,00	6.883.265,66
11	5.441.032,99	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	4.190.318,33	0	4.190.318,33	641.62,5	4.831.470,48			825.223,34		5.656.693,82
12	4.696.258,40	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.445.543,74	0	3.445.543,74	641.62,5	4.086.695,89			712.265,86		4.798.961,75
13	4.519.174,93	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.268.460,27	0	3.268.460,27	641.62,5	3.909.612,41			685.408,20		4.595.020,61
14	4.624.853,72	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.374.139,06	0	3.374.139,06	641.62,5	4.015.291,21			701.436,15		4.716.727,36
15	4.906.551,26	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.655.836,60	0	3.655.836,60	641.62,5	4.296.988,74					4.296.988,74
16	5.097.809,39	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.847.094,72	0	3.847.094,72	641.62,5	4.488.246,87					4.488.246,87
17	6.064.249,99	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	4.813.535,32	0	4.813.535,32	641.62,5	5.454.687,47					5.454.687,47
18	6.777.615,33	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	5.526.900,67	0	5.526.900,67	641.62,5	6.168.052,82					6.168.052,82
19	5.347.192,15	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	4.096.477,50	0	4.096.477,50	641.62,5	4.737.629,65					4.737.629,65
20	5.274.052,73	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	4.023.338,07	0	4.023.338,07	641.62,5	4.664.490,22					4.664.490,22
21	5.073.631,36	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.822.916,70	0	3.822.916,70	641.62,5	4.464.068,85					4.464.068,85
22	4.823.788,87	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.573.074,21	0	3.573.074,21	641.62,5	4.214.226,36					4.214.226,36
23	4.434.400,60	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.183.685,94	0	3.183.685,94	641.62,5	3.824.838,08					3.824.838,08
24	5.177.950,93	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.927.236,27	0	3.927.236,27	641.62,5	4.568.388,42					4.568.388,42
25	4.299.453,46	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.048.738,80	0	3.048.738,80	641.62,5	3.689.890,95					3.689.890,95
26	4.509.633,79	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.258.919,13	0	3.258.919,13	641.62,5	3.900.071,28					3.900.071,28
27	4.981.888,47	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.731.173,80	0	3.731.173,80	641.62,5	4.372.325,95					4.372.325,95
28	4.449.737,43	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.199.022,77	0	3.199.022,77	641.62,5	3.840.174,92					3.840.174,92
29	4.280.975,01	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.030.260,35	0	3.030.260,35	641.62,5	3.671.412,50					3.671.412,50
30	4.129.166,20	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	2.878.421,54	0	2.878.421,54	641.62,5	3.519.573,69	(\$7.774.257,18)				4.264.683,49
31	3.781.500,56	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	2.530.785,90	0	2.530.785,90	641.62,5	3.171.938,04					3.171.938,04
32	7.134.034,89	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	5.883.320,23	0	5.883.320,23	641.62,5	6.524.472,37					6.524.472,37
33	4.934.719,73	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.684.005,07	0	3.684.005,07	641.62,5	4.325.157,22					4.325.157,22
34	4.770.008,45	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.519.293,79	0	3.519.293,79	641.62,5	4.160.445,94					4.160.445,94
35	4.333.27,13	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.082.412,47	0	3.082.412,47	641.62,5	3.723.564,61					3.723.564,61
36	3.646.137,25	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	2.395.422,59	0	2.395.422,59	641.62,5	3.036.574,74					3.036.574,74
37	4.562.231,48	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.3115.6,82	0	3.3115.6,82	641.62,5	3.952.668,97					3.952.668,97
38	5.280.304,25	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	4.029.589,58	0	4.029.589,58	641.62,5	4.670.741,73					4.670.741,73
39	4.265.949,46	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.015.234,80	0	3.015.234,80	641.62,5	3.656.386,95					3.656.386,95
40	7.313.173,11	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	6.062.458,45	0	6.062.458,45	641.62,5	6.703.610,60					6.703.610,60
41	5.491.429,97	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	4.240.715,31	0	4.240.715,31	641.62,5	4.881.867,46					4.881.867,46
42	4.942.357,45	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.691.642,79	0	3.691.642,79	641.62,5	4.332.794,94					4.332.794,94
43	5.420.690,17	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	4.169.975,51	0	4.169.975,51	641.62,5	4.811.27,65					4.811.27,65
44	5.441.032,99	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	4.190.318,33	0	4.190.318,33	641.62,5	4.831.470,48					4.831.470,48
45	4.696.258,40	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.445.543,74	0	3.445.543,74	641.62,5	4.086.695,89					4.086.695,89
46	4.519.174,93	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.268.460,27	0	3.268.460,27	641.62,5	3.909.612,41					3.909.612,41
47	4.624.853,72	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.374.139,06	0	3.374.139,06	641.62,5	4.015.291,21					4.015.291,21
48	4.906.551,26	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.655.836,60	0	3.655.836,60	641.62,5	4.296.988,74					4.296.988,74
49	5.097.809,39	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	3.847.094,72	0	3.847.094,72	641.62,5	4.488.246,87					4.488.246,87
50	6.064.249,99	270.000,00	30.000,00	86.400,00	93.625,1	30.000,00	641.62,5	1250.746,6	4.813.535,32	0	4.813.535,32	641.62,5	5.454.687,47					5.454.687,47

TIR 14,58%

VAN

6.4.1.1. Resultados del TIR y VAN

Con los valores de remuneración, costos de inversión, O&M, seguro, y demás parámetros para la evaluación económica, obtenidos o establecidos anteriormente, se realizó la determinación de los índices económicos que ayudaron a interpretar si la central es o no rentable.

El monto del Valor Actual Neto (VAN) que se obtuvo con la tasa del WACC (13 %) fue de cuatro millones ochocientos noventa y seis mil setecientos dos dólares con 43/100 ctvs. De igual forma, del análisis económico se obtuvo una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 14.58 %.

$$\text{TIR} = 14.58\%$$

$$\text{VAN (K} = 13 \%) = 4'896,702.43 \text{ dólares}$$

Estos valores indican que el proyecto es factible y recomendable de realizar bajo las hipótesis anteriormente mencionadas.

CONCLUSIONES

- Morfológicamente y geológicamente, el proyecto Balsapamba no presenta mayores complicaciones técnicas, para la construcción de cualquiera, o de las tres centrales BA-A, BA-M y BA-B; además es favorable que en los puntos de captación no se hayan encontrado viviendas que se vean afectadas por estas construcciones.
- El comportamiento hidrológico del río Cristal para las tres centrales es el mismo, lo que facilita el análisis hidrológico y de producciones energéticas de cada una de las centrales descritas en el presente proyecto. Los reservorios de regulación diaria cobran importancia en los meses de temporada seca, ya que en la etapa invernal actúan como centrales de pasada, debido al caudal excedente propio de dicha estación.
- La construcción de todo el proyecto (Balsapamba Alto, Balsapamba Medio y Balsapamba Bajo) se ha presupuestado en \$ 32'896.381,41. Con este valor para este proyecto de 15,89 MW, se ha calculado que su costo por KW instalado es de \$ 2.070.26 dólares americanos.

- En el análisis económico del presente proyecto, se determinó que el VAN (Valor Actual Neto) aplicando una tasa de descuento del 13% fue de tres millones novecientos ochenta mil setecientos sesenta y seis dólares con 3/100 ctvs. De igual manera de este análisis económico se obtuvo una Tasa Interna de Retorno del 14,58%
- Luego de los cálculos de presupuestos de obra, determinación de las producciones energéticas y análisis económicos realizados, se puede concluir que el proyecto Balsapamba compuesto por las centrales Balsapamba Alto, Balsapamba Medio y Balsapamba Bajo (todas ellas ubicados en el Rio Cristal), es técnicamente factible de construir, y además es económicamente rentable

BIBLIOGRAFÍA

Las siguientes fuentes han sido consultadas para la realización de este proyecto:

1. Proyecto Balsapamba Estudio a nivel de Inventario
Escuela Politécnica Nacional – 1995
2. Informe de Prefactibilidad, Centrales Hidroeléctricas de Mediana Capacidad, Grupo 3: Chanchán, Echeandía y Caluma Tomo I: Informe General Escuela Politécnica Nacional, INECEL – Abril 1983
3. “Aprovechamiento del río Pita en la Provincia de Bolívar para la construcción de una central hidroeléctrica” Escuela Superior Politécnica del Litoral – 2006
4. Cartas ArcView del Ecuador (1:250000) y de la cuenca del Guayas (1:50000) Instituto Geográfico Militar – 2005
5. Anuarios Meteorológicos e Hidrológicos del INAMHI (1963-1999)

6. Archivos magnéticos sobre datos meteorológicos-hidrométricos de la cuenca del Guayas / INAMHI.

7. “Evaluación Hidrológica” (Ensayo HidroRed publicado en el año 2004 y escrito por el especialista en hidrología Oswaldo Ortiz Vera)

8. <http://www.conelec.gov.ec/>

Regulación No. CONELEC – 009/06: “Precios de la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales”.

9. <http://www.bce.fin.ec/>

ANEXOS

ANEXO 1

TERMINOLOGÍA Y TEORÍA HIDROLÓGICA

Cuenca Hidrográfica.- Es toda el área tal que las aguas que llegan a ella procedentes de una precipitación, desembocan en un mismo punto.

Línea Divisoria de Aguas.- Determina los límites de una cuenca. Se conoce también como línea de “divortio aquarum” o línea neutra de flujo. Esta línea inicia y termina en la cota de captación del proyecto.

Para trazar la línea divisoria de la cuenca se pueden seguir las siguientes reglas prácticas:

1. La línea divisoria corta ortogonalmente a las curvas de nivel.
2. Cuando la divisoria va aumentando su altitud, corta a las curvas de nivel por su parte convexa.
3. Cuando la divisoria va disminuyendo su altitud, corta a las curvas de nivel por su parte cóncava.
4. Si cortamos el terreno por el plano normal a la divisoria, el punto de intersección con ésta ha de ser el punto de mayor altitud del terreno.
5. Como comprobación, la línea divisoria nunca debe cortar a un río o arroyo, excepto en el punto donde se desea cerrar la cuenca.

Perímetro de la cuenca (P).- Es la longitud de la línea divisoria de aguas.

Área de la cuenca (A).- Es la superficie de la cuenca comprendida dentro de la curva cerrada de divortio aquarum. Corresponde a la proyección horizontal. En base a este valor se puede clasificar a un sistema hidrológico:

TABLA A1.1

TAMAÑO RELATIVO DE LOS SISTEMAS HIDROLÓGICOS

Unidad Hidrológica	Área (km ²)	# de Orden
Micro cuenca	10 – 100	1, 2, 3
Sub cuenca	101 – 700	4, 5
Cuenca	Más de 700	6 a más

Longitud del Máximo Recorrido (L).- 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 divortio aquarum.

Factor de Forma (F).- Es un parámetro adimensional que denota la forma redondeada o alargada de la cuenca. Este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, rápidas y muy intensas a lentas y sostenidas, según que su factor de forma tienda hacia valores extremos grandes o pequeños, respectivamente.

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

Ecuación A1.1

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

Índice de Compacidad (Kc).- 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, 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 gastos pico muy fuertes y recesiones rápidas, mientras que las alargadas tienen gastos pico más atenuados y recesiones más prolongadas.

$$= \frac{0.28}{\sqrt{Kc}}$$

Ecuación A1.2

De acuerdo al índice de compacidad, se clasifica la forma de una cuenca de la siguiente manera:

TABLA A1.2

FORMAS DE LA CUENCA DE ACUERDO AL ÍNDICE DE COMPACIDAD

Clase de Forma	Índice de Compacidad (K_c)	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

Altitud Media (H).- Es el parámetro ponderado de las altitudes de la cuenca, obtenidas en la carta o mapa topográfico.

$$= \frac{1}{\dots} *$$

ECUACIÓN A1.3

Pendiente de la cuenca.- Conocida también como pendiente de laderas, es el promedio de las pendientes de la cuenca. Este parámetro determina el tiempo de concentración y su influencia en las máximas crecidas. Para calcular este parámetro se puede utilizar una metodología analítica, la cual se representa mediante la siguiente ecuación:

$$= \frac{\dots}{\dots}$$

ECUACIÓN A1.4

Donde S_c es la pendiente de la cuenca, C es la equidistancia entre curvas de nivel (distancia vertical), A el área de la cuenca y l_i la longitud de cada curva de nivel.

La clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente de laderas, se aprecia en la siguiente tabla:

TABLA A1.3

CLASIFICACIÓN DE LAS CUENCAS DE ACUERDO A LA PENDIENTE PROMEDIO DE LADERAS

Pendiente Media (%)	Tipo de Relieve	Símbolo
0 – 3	Plano	P1

3 – 7	Suave	P2
7 – 12	Mediano	P3
12 – 20	Accidentado	P4
20 – 35	Fuerte	P5
35 – 50	Muy Fuerte	P6
50 – 75	Escarpado	P7
> 75	Muy Escarpado	P8

Coefficiente 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.

= —

ECUACIÓN A1.5

Número de Orden de la Cuenca (N).- Es un número que tiene relación estrecha con el número de ramificaciones de la red de drenaje. A mayor número de orden, es mayor el potencial erosivo, mayor el transporte de sedimentos y por tanto mayor también la componente de escorrentía directa que en otra cuenca de similar área. El número de orden de una cuenca es muy vulnerable a sufrir el efecto de escala, la misma que es necesario especificar siempre.

Uno de los métodos aplicados para determinar el número de orden de una cuenca es el criterio de Schumn, el cual dice que este parámetro se determina asignando el primer orden 1 a todos los cauces que no tienen tributarios y, en general la unión de dos cauces de igual orden determinan o dan origen a otro de orden inmediatamente superior, y dos de diferente orden dan origen a otro de igual orden que el de orden mayor, y así sucesivamente hasta llegar al orden de la cuenca. El cauce principal tiene el orden más elevado, que es el orden de la cuenca.

Relación de Confluencias.- Es la relación entre el número total de cauces de cierto orden al número total de cauces de orden inmediatamente superior.

= —

ECUACIÓN A1.6

Donde R_c es la relación de confluencias, n_i el número total de cauces de orden i y n_{i+1} el número total de cauces de orden $i+1$.

La relación de confluencias de la cuenca R_c es el valor promedio de todas las relaciones de confluencias parciales. Es un indicador del potencial erosivo y de la capacidad de evacuación de la escorrentía directa de la cuenca.

Similitud Hidrológica.- Para transferir información hacia una cuenca que no dispone desde otra vecina similar que sí la tiene, existe la necesidad de que ambos sistemas hidrológicos cumplan condiciones de similitud. Dos sistemas hidrológicos son similares si cumplen las condiciones de similitud geométrica, cinemática y dinámica. Los parámetros adimensionales juegan aquí un papel de primerísima importancia.

Similitud Geométrica.- Dos sistemas hidrológicos son similares geométricamente si el Índice de Compacidad tiene un valor equivalente o idéntico en ambos sistemas.

Similitud Cinemática.- Dos sistemas hidrológicos guardan similitud cinemática si la red de drenaje natural tiene la misma conformación geométrica, esto es, cuando la Relación de Confluencia adopta un valor equivalente o idéntico en ambos sistemas.

Similitud Dinámica.- Dos sistemas hidrológicos son similares dinámicamente si el Coeficiente Orográfico tiene igual o idéntico valor en ambos sistemas.

El cumplimiento de las tres condiciones anteriores garantizan la similitud total de los sistemas hidrológicos, que encierran implícitamente similares condiciones de clima, geológicas y hasta de cobertura vegetal.

Precipitación Media Ponderada (PMP).- 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:

$$= \frac{\sum (A_i \times P_i)}{\sum A_i}$$

ECUACIÓN A1.7

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 .

Coefficiente de Transposición.- Se conoce con este nombre al parámetro que nos permite trasladar los datos meteorológicos de una estación hacia otra con similares características físicas y meteorológicas. Se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$= \frac{P_{EF} \times A_{ED}}{P_{ED} \times A_{EF}}$$

ECUACIÓN A1.8

Donde PMP_{EF} y A_{EF} son la Precipitación Media Ponderada y el Área de drenaje de la cuenca de cuya estación no se dispone información, y PMP_{ED} y A_{ED} son la Precipitación Media Ponderada y el Área de drenaje de la cuenca de cuya estación si se dispone información (Estación Base).

Para obtener los datos de la cuenca destino basta con multiplicar uno a uno los valores de la estación fuente por el coeficiente de transposición calculado.

ANEXO 2

CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS HIDROLÓGICOS DEL PROYECTO BALZAPAMBA Y TRANSPOSICIÓN DE CAUDALES DESDE LA ESTACIÓN ECHEANDÍA A BALSAPAMBA

En este Anexo se presentarán los cálculos realizados para obtener los parámetros necesarios para realizar el análisis hidrológico del proyecto Balzapamba. Sin embargo, se detallarán solamente aquellas operaciones para la toma a 360 msnm en el río Cristal. Las operaciones realizadas para calcular los parámetros de las tomas a 760 y 280 msnm en el río Cristal, y de la estación Echeandía en Echeandía (río Soloma, 320 msnm), son análogas.

El **perímetro** y el **área de la cuenca** se obtuvieron utilizando el software XTools Pro 1.0.1 de ArcMap – ArcView 8.2, con las cartas disponibles a escala 1:50000. Los resultados fueron los siguientes:

TABLA A2.1

Altitud de la toma (msnm)	360
Perímetro (km)	55.2474
Área Drenaje (km ²)	164.4117

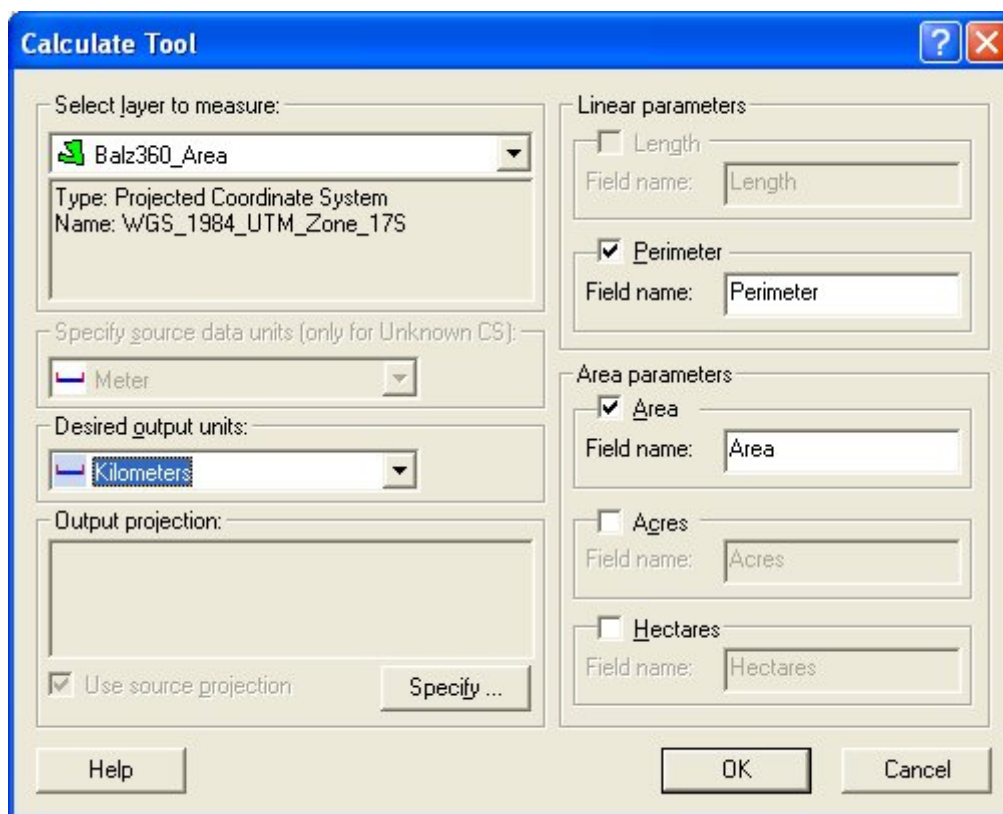


FIGURA A2.1 Herramienta para calcular perímetros y áreas en ArcMap.

El **índice de compacidad** se calculó en Excel, reemplazando los datos de la Tabla A2.1 en la Ecuación A1.2, de la siguiente manera:

$$= \frac{0.28}{\sqrt{}} = \frac{0.28 \times 44.111821}{\sqrt{95.928232}} = 1.261072$$

La **longitud del máximo recorrido** se calculó utilizando el XTools Pro 1.0.1 de ArcMap – ArcView 8.2 (herramienta computacional), con las cartas disponibles a escala 1:50000. Los resultados fueron los siguientes:

Máximo Recorrido = 18.7397 km

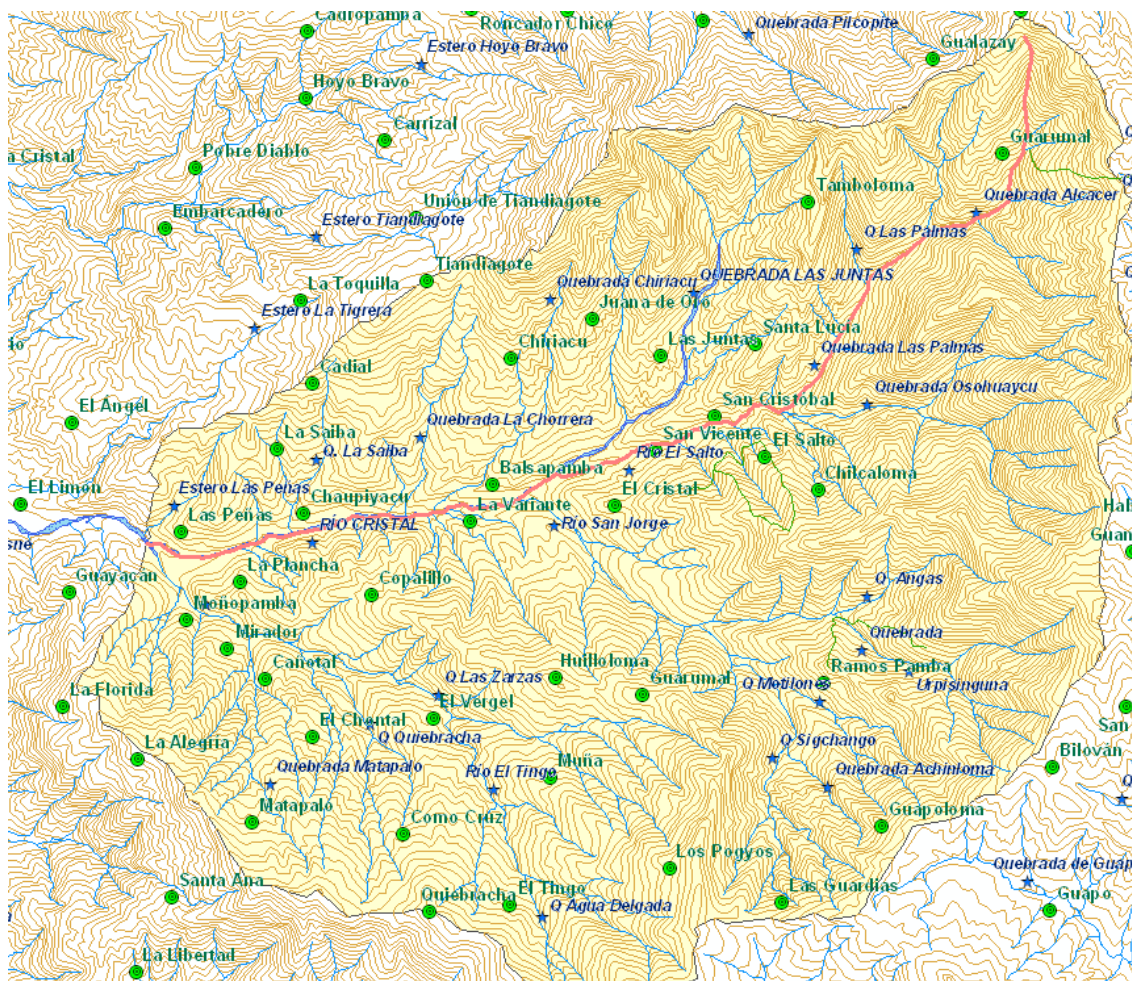


FIGURA A2.2.- Máximo recorrido del proyecto Balzapamba, toma a 360 msnm.

El **Factor de Forma** se calculó en Excel, a partir de la ecuación A1.1, y el resultado fue:

$$= \frac{164.4117}{18.7397} = 0.46817$$

Para determinar la **Relación de Confluencias** de la cuenca fue necesario primero encontrar el número de orden de la cuenca.

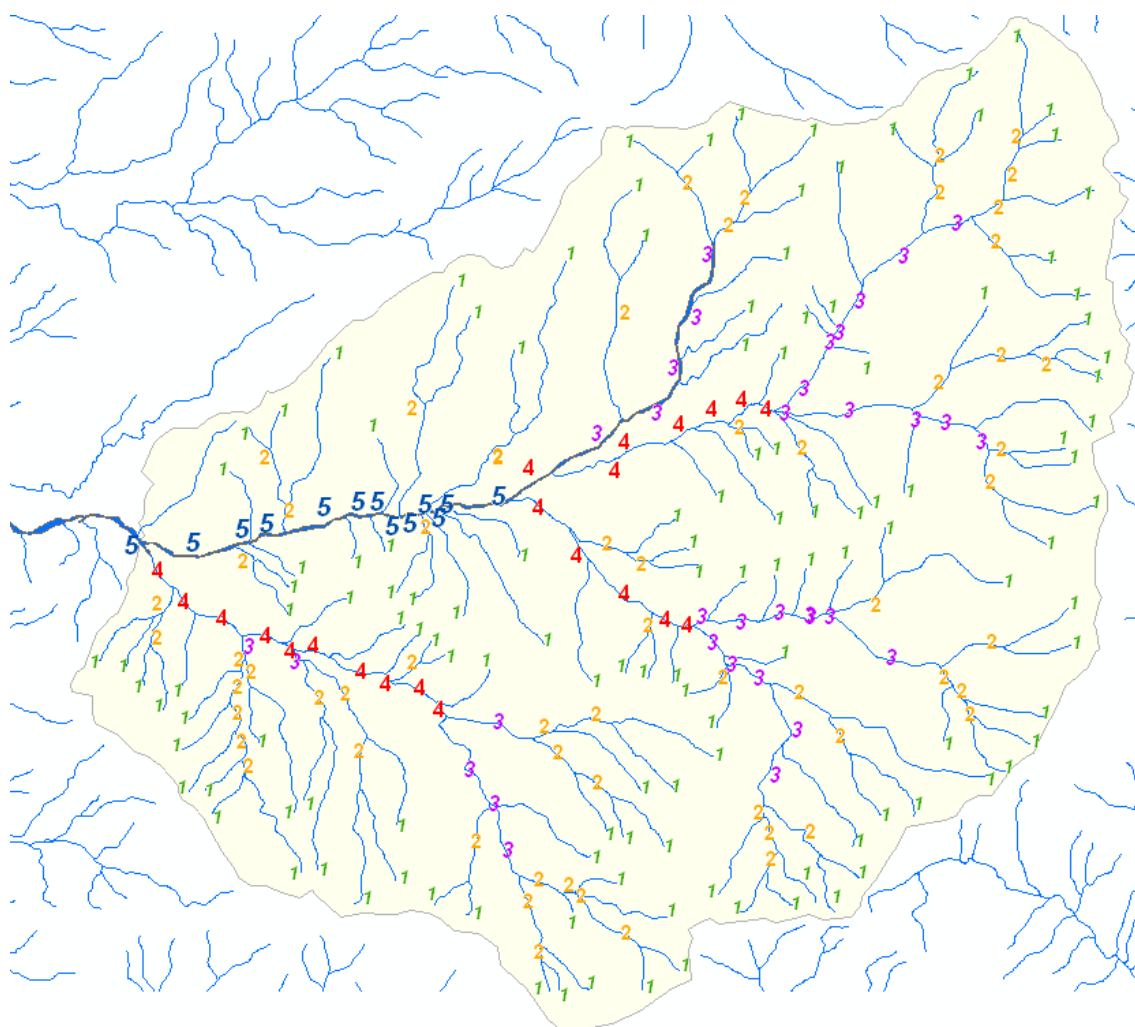


FIGURA A2.3.- Determinación del número de orden del proyecto Balzapamba, toma a 360 msnm.

Luego, en Excel, aplicando la ecuación A1.6, se calcularon las relaciones de confluencias parciales. El promedio de éstas es la relación de confluencias de la cuenca.

TABLA A2.2

TABLA DE LA DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE CONFLUENCIAS DE LA CUENCA, TOMA A 360 msnm, PROYECTO BALZAPAMBA

# de Orden	# de cauces	Relaciones de confluencias parciales	Relación de confluencias de la cuenca
1	133	2.18033	1.80528
2	61	1.84848	
3	33	1.5	
4	22	1.69231	
5	13		

Para determinar **Altitud Media** de la cuenca se emplearon los programas: ArcMap 8.2, con el XTool Pro 1.0.1 y Excel. En el primero se visualizaron las cartas disponibles, a escala 1:50000. Con XTool Pro se calcularon las “áreas acumuladas”, tal y como se explica en el anexo 1, y luego esos datos se tabularon en Excel. Se multiplica cada área acumulada A_i por su correspondiente altitud H_i y la suma total de estos productos dividida entre el área total de la cuenca para la correspondiente toma es la altitud media, tal y como se muestra en la ecuación A1.3. A continuación se presenta la tabla en Excel que se empleó para encontrar este parámetro.

TABLA A2.3

DETERMINACIÓN DE LA ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA, TOMA A 360
msnm, PROYECTO BALZAPAMBA

Cota_i (msnm)	A_i (km²)	Cota_i*A_i
360	0.173039	62.29404
400	0.411162	164.4648
440	0.586295	257.9698
480	0.81184	389.6832
520	1.024715	532.8518
560	1.441832	807.4259
600	1.43901	863.406
640	1.721179	1101.555
680	1.824333	1240.546
720	2.140284	1541.004
760	2.398251	1822.671
800	2.267367	1813.894
840	2.602493	2186.094
880	2.727795	2400.46
920	3.145176	2893.562
960	3.087729	2964.22
1000	3.109517	3109.517
1040	3.41074	3547.17
1080	3.264096	3525.224
1120	3.830174	4289.795
1160	3.625909	4206.054
1200	3.556129	4267.355
1240	4.086772	5067.597
1280	3.760041	4812.852
1320	4.113601	5429.953
1360	4.171418	5673.128
1400	3.899541	5459.357
1440	4.269226	6147.685
1480	3.989416	5904.336
1520	4.537957	6897.695
1560	4.219259	6582.044
1600	4.081668	6530.669
1640	3.942617	6465.892
1680	3.616474	6075.676
1720	3.647962	6274.495

Cota_i (msnm)	A_i (km²)	Cota_i*A_i
1760	3.602509	6340.416
1800	3.180085	5724.153
1840	3.424339	6300.784
1880	3.240647	6092.416
1920	3.334737	6402.695
1960	3.386368	6637.281
2000	3.139929	6279.858
2040	3.166117	6458.879
2080	2.925656	6085.364
2120	2.837046	6014.538
2160	3.079948	6652.688
2200	2.683227	5903.099
2240	2.632673	5897.188
2280	2.377872	5421.548
2320	2.242083	5201.633
2360	2.017693	4761.755
2400	1.681527	4035.665
2440	1.500631	3661.54
2480	1.340616	3324.728
2520	1.338534	3373.106
2560	1.277671	3270.838
2600	1.124216	2922.962
2640	1.018842	2689.743
2680	0.933028	2500.515
2720	0.945	2570.4
2760	1.004248	2771.724
2800	1.013844	2838.763
2840	0.795732	2259.879
2880	0.669801	1929.027
2920	0.544301	1589.359
2960	0.375562	1111.664
3000	0.380662	1141.986
3040	0.132017	401.3317
3080	0.041224	126.9699

$$\times = 260003.1$$

$$= \frac{1}{164.4117} * \frac{260003.1}{164.4117} = 1581.4149$$

Entonces, la altitud media del proyecto para la toma a 360 msnm es igual a 1581.4149 msnm.

El **Coeficiente Orográfico** es obtenido a partir de la ecuación A1.5:

$$= \frac{1581.4149}{164.4117} = 15211.0409$$

Para determinar el **Coeficiente de Transposición (CT)** es necesario primero encontrar primero la **Precipitación Media Ponderada (PMP)**, aplicando las ecuaciones A1.8 y A1.7, respectivamente. El resumen de los cálculos realizados para obtener la precipitación media ponderada se presenta en la siguiente tabla.

TABLA A2.4

RESUMEN DE LOS CÁLCULOS PARA OBTENER EL COEFICIENTE DE TRANSPOSICIÓN, TOMA 360 msnm, PROYECTO BALZAPAMBA

		Echeandia 320msnm	Balzapamba 360msnm
Areas(km2)	Perimetro (km)		55.247421
	Area total (km2)	364.0340	164.41169
	Area_2000-2500	65.7412	0
	Area_1750-2000	173.8318	9.9522
	Area_1500-1750	98.3220	51.8840
	Area_1250-1500	26.1390	82.3659
	Area_1000-1250	0	20.2095
		364.0340	164.4117
Precip(mm2)	Precip_2000-2500	2250	2250
	Precip_1750-2000	1875	1875
	Precip_1500-1750	1625	1625
	Precip_1250-1500	1375	1375
	Precip_1000-1250	1125	1125
		147917.75	0
		325934.65	18660.40
		159773.28	84311.55
		35941.07	113253.18
		0	22735.69
		669566.76	238960.81
PMP		1839.297	1453.430

Se dispone de la cobertura nacional de isoyetas como cartas ArcView, a escala 1:250000. A partir de ellas se ha obtenido la precipitación media ponderada, como se muestra en la tabla A2.4. Con XTool Pro se calculó en ArcMap el área ubicada dentro de dos isoyetas consecutivas en cada cuenca, por ejemplo, entre las isoyetas 2000 y 2500mm el área que corresponde a la cuenca del

proyecto en Echeandía es 65.7412km², y en Balzapamba 0km². Luego se calcula el valor promedio de precipitación dentro de cada área; para los dos valores del ejemplo, esta cantidad sería 2250mm. A continuación se multiplican el área y la precipitación promedio, para cada zona de la cuenca ubicada dentro de dos isoyetas consecutivas. Se suman estos productos y el resultado se divide entre el área total de la cuenca:

Para Echeandía a 320 msnm:

$$= \frac{147917.75 + 325934.65 + 159773.28 + 35941.08 + 0}{364.034} = \frac{669566.76}{364.034} = 1839.297$$

Para Balzapamba a 360 msnm:

$$= \frac{0 + 18660.4 + 84311.55 + 113253.18 + 22735.69}{164.412} = \frac{238960.81}{164.412} = 1453.430$$

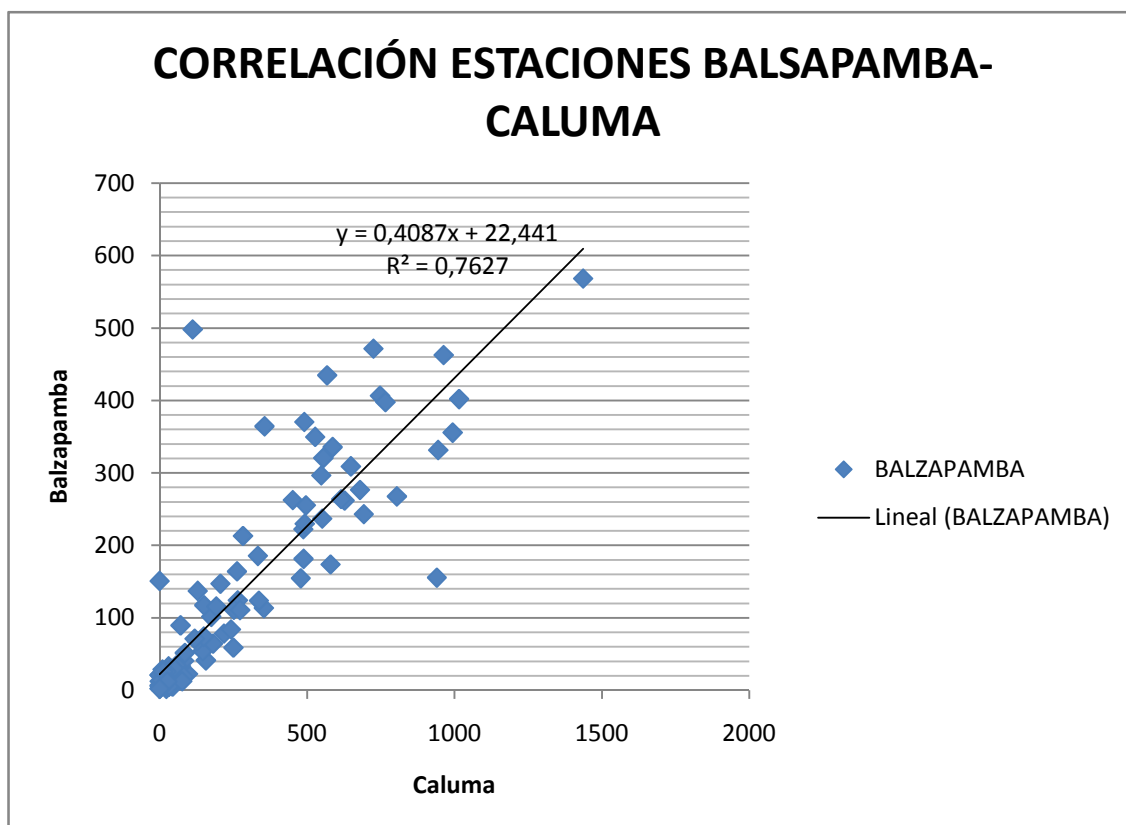
Aplicando la ecuación A1.8 se obtiene el coeficiente de transposición:

$$= \frac{\times}{\times} = \frac{1839.297 \times 364.034}{1453.430 \times 164.412} = 0.35689$$

ANEXO 3

CORRELACIÓN DEL HISTORIAL PLUVIOMÉTRICO DE LA ESTACIÓN CALUMA CON EL DE LA ESTACIÓN BALSAPAMBA

A continuación se presenta el gráfico que muestra la relación que existe entre los datos de la estación Caluma con la estación Balsapamba, y se grafica la recta que describe la tendencia.



El coeficiente de correlación obtenido es de 0.878, el cual es un valor alto. Entonces se justifica la utilización de los datos de la estación Caluma para completar a partir de ellos valores inexistentes de la estación Balsapamba.

En la siguiente tabla se presentan la precipitación promedio mensual de las estaciones Caluma y Balsapamba en mm, desde el año 1982 hasta 1996. Ya se incluyen en la columna correspondiente a los valores de Balsapamba aquellos completados a partir de los conocidos de la Estación Caluma.

AÑO	CALUMA	BALSAPAMBA		
1982	683.9	301.4712	0.5	0.2225
	533.2	239.9856	0.4	0.178
	284.3	138.4344	57.4	25.543
	282.5	137.7	221.1	112.6488
	200.4	104.2032	417.6	192.8208
	3	1.335	848.5	368.628
1983			850.9	369.6072

	587	261.936		56.7	34.7
	920.5	398.004		192.3	115.7
	1243.1	529.6248	1987	679.3	276.6
	963	415.344		804.5	267.7
	393.1	182.8248		112.0	498
	547.4	245.7792			304.1
	172.4	92.7792		478.6	154.7
	232.3	103.3735		22.7	3.8
	136	60.52		25.6	7.1
	191.3	85.1285		17.0	13.2
	353.6	166.7088		4.8	2.136
1984	175.1	101.7		33.7	21.5
	747.4	406.4		19.7	13.8
	963.1	462.6		85.3	51.7
	490.3	370.4	1988		255.5
	18.7	18.6		765.8	397.8
	95.7	22.8		217.9	78.5
	43.9	5.1		626.9	261.9
	23.3	4.2		206.3	147.2
	72.5	33.5		29.9	18.9
	30.1	33.1		33.0	6.6
	156.8	41.5		15.5	9
	150.7	117.5		19.0	22.7
1985	940.0	155.6		35.0	25
	353.5	113.6		39.6	28.7
	692.4	243.2		126.6	67.9
	265.1	124.4	1989	944.7	331.6
	146.0	54.3		1015.4	402
	55.4	19		1435.9	568.1
	22.3	2.1		615.5	263.9
	13.5	13.1		180.8	64.5
	19.9	22.7		29.9	22.6
	0.0	12.5		12.2	7
	27.9	8.1		11.5	8.2
	0.0	151		9.5	19.5
1986	993.6	355.6		71.0	89.7
		194.1		51.6	29.2
	487.4	222.3		149.7	74.2
	648.4	309.1	1990	242.0	84.1
	82.7	40.8		547.9	296.6
	21.4	5.2		262.3	164.2
	24.5	7.8		282.5	213.1
	32.6	5.4		118.8	71.3
	18.8	14.5		82.0	18.9
	39.7	29.9		5.6	7.3

	0.0	2.3		128.9	137.3
	2.7	3.6		25.7	12.1
	23.7	25.9		0.0	2.6
	9.5	28.8		0.0	2
	251.5	111.3			1.8
1991	250.1	59			2.5
	527.3	349.7		8.6	3.827
	551.2	237		303.1	146.1048
	166.2	73.959	1995	518.9	234.1512
	91.6	40.762		413.6	191.1888
	0.0	21.2		362.1	170.1768
	0.0	21.2		303.1	146.1048
	0.0	7.1		54.2	24.119
	0.0	6		7.4	3.293
	9.1	4.0495		51.1	22.7395
		50.3		22.3	9.9235
	339.4	160.9152		5.2	2.314
1992	873.1	378.6648		25.4	11.303
	678.5	299.268		68.4	30.438
	990.2	426.4416		48.3	21.4935
	567.3	253.8984	1996	333.2	185.6
	523.0	235.824		567.9	434.7
	90.7	59.4456		579.6	173.8
	31.9	14.1955			
	6.9	3.0705			
	4.2	1.869			
	4.9	2.1805			
	33.1	14.7295			
	38.1	16.9545			
1993	488.1	181.5			
	725.2	471.5			
	586.6	335.7			
	355.6	364.4			
	272.7	110.9			
	21.0	16.4			
	76.4	12.6			
	10.4	13.4			
	7.2	17.6			
	6.9	14.2			
	11.2	25.7			
	336.4	123.8			
1994	555.0	320.7			
	492.0	229.9			
	451.4	262.5			
	496.1	255.4			

ANEXO 4

ANÁLISIS DE CRECIDAS

El análisis de crecidas consiste en la determinación de los caudales máximos que puede ocurrir en una cuenca durante un período de tiempo determinado. Existen distintas formas de determinar estos caudales, clasificadas de la siguiente manera:

- Métodos directos. Testigos de niveles alcanzados en avenidas históricas.

Archivos y periódicos.

Testimonios de testigos.

- Métodos empíricos.

Curvas envolventes de caudales máximos en función del área.

Aplicación de formulas que proporcionan un caudal punta.

- Métodos estadísticos.

Análisis estadístico de las series de caudales máximos anuales de las estaciones de aforos

Ajuste de una distribución de Gumbel.

Concepto del período de retorno.

- Métodos hidrometeorológicos.

Método del hidrográma unitario. En combinación o no con métodos estadísticos.

En este anexo se desarrolla el método estadístico de Gumbel Tipo I para la determinación de los caudales máximos para 3 sitios de captación en el Río Cristal – Proyecto Balsapamba.

La distribución Gumbel Tipo I se define por la siguiente ecuación:

$$f(x) = \alpha e^{[-\alpha(x-\beta) - e^{-\alpha(x-\beta)}]} \quad \text{Ecuación A4-1}$$

donde α y β son los parámetros de la función. Para muestras muy grandes:

$$\alpha = \frac{1.2825}{S}$$

Ecuación A4-2

$$\beta = \bar{x} - 0.45S$$

Ecuación A4-3

Para muestras relativamente pequeñas:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S}$$

Ecuación A4-4

$$\beta = \bar{x} - \frac{\mu_y}{\alpha}$$

Ecuación A4-5

Donde σ_y y μ_y se muestran en la Tabla A4-1.

Tabla A4-1: Parámetros para muestras pequeñas de la distribución Gumbel

n	μ_y	σ_y	n	μ_y	σ_y
10	0.4952	0.9496	60	0.5521	1.1747
15	0.5128	1.0206	65	0.5535	1.1803
20	0.5236	1.0628	70	0.5548	1.1854
25	0.5309	1.0914	75	0.5559	1.1898
30	0.5362	1.1124	80	0.5569	1.1938
35	0.5403	1.1285	85	0.5578	1.1974
40	0.5436	1.1413	90	0.5586	1.2007
45	0.5463	1.1518	95	0.5593	1.2037

50	0.5485	1.1607	100	0.5600	1.2065
55	0.5504	1.1682			

En la tabla A4-2 se muestran los caudales máximos registrados en la estación Echeandía y los caudales transpuestos a los sitios de captación del proyecto Balsapamba.

Tabla A4-2: Caudales máximos en los sitios de interés

	<i>Mes</i>	<i>Año</i>	<i>Q_{max}</i> <i>(m³/s)</i> <i>ECHEANDÍA</i>	<i>Q_{max}</i> <i>(m³/s)</i> <i>BA</i>	<i>Q_{max}</i> <i>(m³/s)</i> <i>BA-M</i>	<i>Q_{max}</i> <i>(m³/s)</i> <i>BA-B</i>
1	abr	1965	291.43	76.80	131.62	135.32
2	feb	1966	60.1	15.84	27.14	27.91
3	feb	1967	43.32	11.42	19.56	20.11
4	abr	1968	39.66	10.45	17.91	18.41
5	ene	1969	27.03	7.12	12.21	12.55
6	abr	1970	57.36	15.12	25.91	26.63
7	mar	1971	88.7	23.37	40.06	41.19
8	mar	1972	264.04	69.58	119.25	122.60
9	feb	1973	86.03	22.67	38.85	39.95
10	mar	1974	65.04	17.14	29.37	30.20
11	feb	1975	65.04	17.14	29.37	30.20
12	feb	1976	110.15	29.03	49.75	51.14
13	mar	1977	94.11	24.80	42.50	43.70
14	mar	1978	63.8	16.81	28.81	29.62
15	feb	1979	86.63	22.83	39.13	40.22
16	abr	1980	294.17	77.52	132.86	136.59
Coefficiente de Transposición				0.2635	0.451638256	0.464318571

A partir de las ecuaciones anteriores se obtuvieron los siguientes resultados:

	<i>ECHEANDÍA</i>	<i>BA</i>	<i>BA-M</i>	<i>BA-B</i>
Media Aritmética	108.538125	28.6013665	49.0199695	50.3962671
Desv. Estándar	89.4697961	23.5765859	40.4079827	41.5424879
Quasivarianza	8004.84442	555.855405	1632.80507	1725.7783
Coefficiente de Variación	0.82431677	0.82431677	0.82431677	0.82431677

	ECHEANDÍA	BA	BA-M	BA-B
$\sigma_y =$	1.0206	1.0206	1.0206	1.0206
$\mu_y =$	0.5128	0.5128	0.5128	0.5128
$\alpha =$	0.0114072	0.04328871	0.02525739	0.02456762
$\beta =$	63.5840671	16.7553218	28.7169972	29.5232632

TR (años)	PROB=1/TR	ECHEANDÍA	Qmax (m3/s) BA	Qmax (m3/s) BA-M	Qmax (m3/s) BA-B
2	0.500	95.71	25.22	43.23	44.44
50	0.020	405.64	106.89	183.20	188.35
100	0.010	466.85	123.02	210.85	216.77
150	0.007	502.54	132.43	226.97	233.34
200	0.005	527.84	139.09	238.39	245.08
250	0.004	547.44	144.26	247.25	254.19
300	0.003	563.45	148.48	254.48	261.62
350	0.003	576.99	152.04	260.59	267.91

ANEXO 5

TABLAS Y GRÁFICOS OBTENIDOS CON LAS SIMULACIONES EN CASCADA DE LAS CENTRALES BA-A, BA-M, BA-B

TABLA A5-1
Caudales Mensuales Balzapamba cota 720 menos caudal ecológico

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM. ANUAL
1965	4,49	7,95	10,03	14,56	12,62	5,42	2,80	1,60	1,28	1,14	1,37	1,20	5,37
1966	3,76	6,86	5,95	4,00	2,88	1,94	1,41	1,19	0,63	0,61	0,49	0,58	2,53
1967	3,09	5,24	4,85	3,17	2,45	1,78	1,23	0,71	0,53	0,47	0,36	0,42	2,03
1968	1,58	3,38	3,93	3,73	1,83	1,26	0,73	0,52	0,43	0,42	0,35	0,44	1,55
1969	1,56	2,28	3,84	7,27	4,40	2,26	1,72	1,36	1,09	0,45	0,45	0,85	2,29
1970	3,26	4,90	4,29	5,74	5,20	2,56	1,54	1,32	1,15	0,80	0,59	0,92	2,69
1971	2,39	5,58	7,81	5,10	2,55	1,60	1,09	0,71	0,58	0,51	0,42	0,74	2,42
1972	4,10	5,27	10,46	7,97	4,73	5,06	3,63	2,59	2,18	1,99	1,86	3,40	4,44
1973	5,61	7,82	6,01	6,48	4,59	2,72	1,76	1,28	1,15	1,05	0,89	0,98	3,36
1974	1,87	4,59	5,36	3,19	3,38	1,90	1,35	1,01	0,87	0,90	0,85	1,86	2,26
1975	4,31	7,06	6,61	6,52	4,13	2,68	1,76	1,30	1,06	0,99	0,83	0,85	3,18
1976	4,04	7,75	7,89	6,85	4,70	2,79	1,79	1,25	0,99	0,78	0,76	1,21	3,40
1977	2,89	4,60	5,72	5,15	2,97	1,77	1,25	0,98	0,82	0,70	0,55	0,71	2,34
1978	2,74	4,56	5,28	5,64	3,93	2,08	1,34	-0,09	0,08	0,74	0,59	0,92	2,32
1979	2,45	4,92	8,50	2,67	2,65	2,37	1,32	0,97	0,81	0,70	0,52	1,15	2,42
1980	1,15	6,28	5,02	9,06	5,76	2,89	1,58	1,08	0,77	0,65	0,55	1,70	3,04
1981	2,30	8,28	8,00	6,23	8,56	1,72	1,39	1,22	1,12	1,13	1,14	1,22	3,53
1982	3,64	7,33	5,64	4,60	2,92	1,79	1,44	0,96	0,82	1,31	6,28	10,12	3,91
1983	13,39	13,13	13,39	13,27	15,37	4,41	5,26	3,05	2,21	2,08	1,82	0,22	7,30
1984	3,56	9,30	12,06	8,36	4,96	2,18	1,57	1,09	1,58	0,76	0,50	1,45	3,95
1985	3,97	4,51	8,03	4,50	3,32	1,75	1,28	1,07	0,98	1,40	1,34	0,94	2,76
1986	3,72	5,67	5,23	6,63	3,79	1,79	1,22	0,95	1,00	0,98	0,95	0,92	2,74
1987	4,79	8,46	10,54	9,44	7,83	2,98	1,29	0,81	0,48	0,31	0,32	0,43	3,97
1988	3,84	9,10	6,66	6,74	6,00	1,99	1,04	0,61	0,39	0,28	0,21	0,27	3,09
1989	4,67	10,54	10,27	9,00	5,52	2,42	1,50	0,96	0,71	0,74	1,00	0,98	4,03
1990	1,42	5,34	4,42	5,90	3,70	1,92	1,17	0,79	0,54	0,46	0,36	0,78	2,23
1991	2,16	7,55	6,87	5,86	4,23	2,07	1,24	0,79	0,57	0,43	0,37	0,82	2,75
1992	5,02	9,41	14,18	11,13	9,25	4,68	1,81	0,91	0,49	0,32	0,25	0,37	4,82
1993	1,67	9,45	10,91	10,45	5,98	2,34	1,10	0,67	0,46	0,25	1,02	0,63	3,74
1994	3,97	8,51	7,43	8,76	4,57	1,56	0,67	0,38	0,30	0,14	0,11	0,85	3,10
1995	3,83	7,50	3,83	4,32	2,24	1,38	0,94	0,82	0,39	0,24	0,26	0,30	2,17
1996	1,86	8,57	7,30	5,30	2,92	1,33	0,91	0,36	0,23	0,18	0,21	0,29	2,45
1997	2,24	5,42	7,54	6,28	5,26	4,38	2,03	1,90	2,13	2,77	5,39	7,72	4,42
1998	8,13	8,31	7,40	8,03	5,36	1,75	1,45	1,14	1,06	0,62	1,00	0,18	3,70
1999	1,73	7,79	7,80	6,36	6,92	8,22	6,70	8,25	7,12	5,26	1,00	1,36	5,71
PROM	3,58	6,95	7,40	6,81	5,07	2,62	1,72	1,27	1,06	0,93	1,00	1,36	3,31

TABLA A5-2

Caudales Mensuales Balzapamba cota 360 menos caudal ecológico

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM. ANUAL
1965	8,23	14,58	18,40	26,71	23,14	9,93	5,14	2,93	2,35	2,09	2,51	2,20	9,85
1966	6,90	12,58	10,91	7,34	5,28	3,56	2,58	2,18	1,15	1,13	0,90	1,06	4,63
1967	5,67	9,61	8,89	5,81	4,49	3,27	2,25	1,31	0,98	0,86	0,66	0,77	3,71
1968	2,89	6,21	7,22	6,85	3,35	2,30	1,34	0,95	0,79	0,77	0,64	0,81	2,84
1969	2,85	4,17	7,05	13,33	8,07	4,14	3,15	2,50	2,00	0,83	0,83	1,56	4,21
1970	5,97	8,98	7,87	10,53	9,54	4,70	2,83	2,42	2,11	1,47	1,08	1,69	4,93
1971	4,39	10,23	14,32	9,35	4,68	2,93	1,99	1,30	1,07	0,93	0,78	1,36	4,44
1972	7,52	9,67	19,19	14,61	8,68	9,28	6,66	4,76	4,00	3,65	3,41	6,23	8,14
1973	10,29	14,33	11,03	11,88	8,42	4,99	3,22	2,34	2,11	1,92	1,63	1,79	6,16
1974	3,43	8,42	9,83	5,84	6,21	3,49	2,48	1,86	1,60	1,65	1,56	3,41	4,15
1975	7,90	12,95	12,12	11,96	7,57	4,91	3,23	2,39	1,95	1,82	1,53	1,56	5,82
1976	7,41	14,22	14,46	12,56	8,62	5,11	3,28	2,30	1,81	1,44	1,40	2,21	6,24
1977	5,30	8,43	10,50	9,44	5,44	3,25	2,29	1,79	1,51	1,29	1,01	1,29	4,30
1978	5,03	8,37	9,69	10,35	7,21	3,82	2,45	-0,16	0,15	1,36	1,09	1,69	4,25
1979	4,50	9,03	15,59	4,89	4,85	4,35	2,43	1,77	1,49	1,29	0,96	2,10	4,44
1980	2,11	11,52	9,21	16,61	10,56	5,30	2,89	1,99	1,41	1,19	1,01	3,11	5,57
1981	4,21	15,19	14,67	11,42	15,71	3,15	2,55	2,23	2,05	2,07	2,09	2,24	6,47
1982	6,68	13,44	10,34	8,43	5,35	3,29	2,65	1,77	1,51	2,41	11,51	18,56	7,16
1983	24,55	24,07	24,56	24,34	28,18	8,09	9,65	5,59	4,06	3,82	3,34	0,40	13,39
1984	6,53	17,06	22,11	15,33	9,10	3,99	2,88	1,99	2,89	1,40	0,92	2,65	7,24
1985	7,28	8,26	14,72	8,25	6,08	3,21	2,35	1,97	1,79	2,57	2,47	1,73	5,06
1986	6,82	10,41	9,58	12,16	6,95	3,27	2,23	1,74	1,84	1,81	1,74	1,69	5,02
1987	8,79	15,51	19,34	17,32	14,36	5,46	2,37	1,49	0,88	0,57	0,58	0,79	7,29
1988	7,04	16,69	12,22	12,36	11,01	3,65	1,91	1,12	0,71	0,52	0,38	0,50	5,67
1989	8,57	19,32	18,83	16,51	10,12	4,44	2,75	1,76	1,30	1,36	1,83	1,79	7,38
1990	2,60	9,79	8,11	10,82	6,78	3,53	2,15	1,44	1,00	0,85	0,66	1,43	4,10
1991	3,97	13,85	12,59	10,74	7,76	3,79	2,27	1,45	1,04	0,79	0,69	1,51	5,04
1992	9,20	17,27	26,01	20,40	16,97	8,58	3,31	1,68	0,89	0,58	0,46	0,67	8,83
1993	3,07	17,34	20,00	19,16	10,97	4,30	2,01	1,23	0,85	0,46	1,87	1,15	6,87
1994	7,28	15,61	13,62	16,06	8,37	2,86	1,23	0,69	0,55	0,25	0,20	1,56	5,69
1995	7,03	13,75	7,02	7,92	4,11	2,54	1,73	1,51	0,71	0,45	0,47	0,55	3,98
1996	3,41	15,72	13,39	9,71	5,35	2,44	1,66	0,67	0,42	0,32	0,38	0,52	4,50
1997	4,12	9,94	13,84	11,52	9,65	8,04	3,73	3,49	3,90	5,09	9,89	14,15	8,11
1998	14,91	15,23	13,58	14,73	9,83	3,20	2,66	2,09	1,95	1,14	1,83	0,32	6,79
1999	3,18	14,28	14,31	11,67	12,68	15,08	12,28	15,14	13,05	9,65	1,83	2,50	10,47
PROM	6,56	12,74	13,57	12,48	9,30	4,81	3,16	2,33	1,94	1,71	1,83	2,50	6,08

TABLA A5-3

Caudales Mensuales Balzapamba cota 200 menos caudal ecológico

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM. ANUAL
1965	8,53	15,11	19,07	27,67	23,98	10,29	5,32	3,04	2,43	2,16	2,60	2,27	10,20
1966	7,15	13,04	11,31	7,60	5,47	3,69	2,68	2,26	1,19	1,17	0,93	1,10	4,80
1967	5,88	9,95	9,21	6,02	4,65	3,39	2,33	1,35	1,01	0,89	0,68	0,80	3,85
1968	2,99	6,43	7,48	7,10	3,47	2,38	1,39	0,99	0,82	0,80	0,66	0,84	2,95
1969	2,96	4,32	7,30	13,81	8,36	4,29	3,26	2,59	2,07	0,86	0,86	1,62	4,36
1970	6,19	9,30	8,15	10,91	9,88	4,87	2,93	2,51	2,19	1,53	1,12	1,76	5,11
1971	4,55	10,60	14,84	9,69	4,85	3,03	2,07	1,34	1,11	0,97	0,81	1,41	4,60
1972	7,80	10,02	19,88	15,13	8,99	9,61	6,90	4,93	4,14	3,79	3,54	6,46	8,43
1973	10,66	14,85	11,42	12,31	8,72	5,17	3,34	2,43	2,19	1,99	1,69	1,85	6,38
1974	3,56	8,72	10,19	6,06	6,43	3,62	2,57	1,93	1,66	1,71	1,61	3,53	4,30
1975	8,19	13,42	12,56	12,39	7,84	5,08	3,35	2,47	2,02	1,88	1,59	1,62	6,03
1976	7,68	14,73	14,98	13,02	8,93	5,30	3,40	2,38	1,87	1,49	1,45	2,29	6,46
1977	5,49	8,73	10,87	9,78	5,64	3,37	2,37	1,85	1,56	1,34	1,05	1,34	4,45
1978	5,21	8,67	10,04	10,72	7,47	3,96	2,54	-0,16	0,15	1,40	1,13	1,75	4,41
1979	4,66	9,35	16,15	5,07	5,03	4,50	2,52	1,84	1,54	1,34	0,99	2,18	4,60
1980	2,19	11,93	9,54	17,21	10,94	5,49	3,00	2,06	1,46	1,23	1,05	3,22	5,78
1981	4,37	15,73	15,20	11,84	16,27	3,26	2,64	2,31	2,13	2,14	2,17	2,32	6,70
1982	6,92	13,92	10,72	8,74	5,54	3,41	2,74	1,83	1,56	2,50	11,93	19,23	7,42
1983	25,44	24,94	25,45	25,22	29,20	8,38	10,00	5,79	4,21	3,95	3,46	0,41	13,87
1984	6,77	17,67	22,90	15,88	9,43	4,14	2,98	2,06	2,99	1,45	0,95	2,75	7,50
1985	7,54	8,56	15,25	8,55	6,30	3,32	2,43	2,04	1,85	2,66	2,55	1,79	5,24
1986	7,06	10,78	9,93	12,59	7,20	3,39	2,31	1,81	1,90	1,87	1,80	1,75	5,20
1987	9,11	16,07	20,03	17,95	14,88	5,66	2,46	1,54	0,91	0,59	0,60	0,82	7,55
1988	7,29	17,29	12,66	12,80	11,41	3,78	1,98	1,16	0,73	0,54	0,40	0,52	5,88
1989	8,88	20,02	19,51	17,10	10,49	4,60	2,85	1,83	1,35	1,41	1,89	1,86	7,65
1990	2,69	10,15	8,40	11,21	7,03	3,65	2,23	1,49	1,03	0,88	0,68	1,48	4,24
1991	4,11	14,35	13,05	11,13	8,04	3,93	2,36	1,50	1,08	0,82	0,71	1,56	5,22
1992	9,54	17,89	26,94	21,14	17,58	8,89	3,43	1,74	0,92	0,60	0,47	0,70	9,15
1993	3,18	17,96	20,72	19,85	11,36	4,45	2,08	1,28	0,88	0,47	1,94	1,20	7,11
1994	7,55	16,18	14,11	16,64	8,68	2,96	1,28	0,71	0,57	0,26	0,21	1,62	5,90
1995	7,28	14,24	7,28	8,21	4,26	2,63	1,79	1,57	0,74	0,47	0,49	0,57	4,13
1996	3,53	16,29	13,87	10,06	5,54	2,53	1,72	0,69	0,43	0,34	0,39	0,54	4,66
1997	4,27	10,30	14,33	11,94	10,00	8,33	3,86	3,61	4,04	5,27	10,25	14,66	8,41
1998	15,45	15,78	14,06	15,27	10,18	3,32	2,76	2,17	2,02	1,19	1,90	0,34	7,04
1999	3,30	14,80	14,83	12,09	13,14	15,62	12,72	15,68	13,52	9,99	1,90	2,59	10,85
PROM	6,80	13,20	14,06	12,93	9,63	4,98	3,27	2,42	2,01	1,77	1,90	2,59	6,30

TABLA A5-4

**POTENCIA (MW) OBTENIDA SIN RESERVORIOS EN BALSAPAMBA
ALTO Y MEDIO**

COTA 720 BALSAPAMBA-ALTO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
1966	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,79976193	3,91137256	2,83939261	2,39426232	1,26626171	1,23717649	0,98430371	1,16891528	3,85603574
1967	6,23184878	6,66774556	6,66774556	6,38456817	4,93068653	3,5933103	2,47437086	1,43524871	1,07162104	0,93981008	0,71986836	0,85037466	3,49726655
1968	3,17330468	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,68360746	2,5283482	1,47497858	1,04466346	0,86559354	0,84929968	0,69824681	0,88562473	2,93390865
1969	3,13403851	4,58536377	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,55036215	3,46111172	2,74960781	2,19825325	0,90851353	0,90851353	1,71388813	3,68440742
1970	6,55812323	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,1659459	3,10653257	2,65616032	2,31680656	1,617615	1,18469214	1,86088964	4,26147897
1971	4,82381556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,13773935	3,21420316	2,19048825	1,42596305	1,17464848	1,0246296	0,8556629	1,49663657	3,4455853
1972	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,22512439	4,39121248	4,01432132	3,74923859	6,66774556	5,89348844
1973	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,4829096	3,5372075	2,57303053	2,32203897	2,10585222	1,78732746	1,96412191	4,42593467
1974	3,77180282	6,66774556	6,66774556	6,41994059	6,66774556	3,83316732	2,72130244	2,04148093	1,75550652	1,8128903	1,7090394	3,74205599	3,98420192
1975	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,38895666	3,54795307	2,62110075	2,13694103	1,99620442	1,68121674	1,71553031	4,3688859
1976	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,61682626	3,60686871	2,52753214	1,98575913	1,57646775	1,54030646	2,43101044	4,38529156
1977	5,8219469	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,9789879	3,57523897	2,51487516	1,96480788	1,65605755	1,4195044	1,1107381	1,42085857	3,78885434
1978	5,52839316	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,19500717	2,69542229	0	0	1,48919175	1,19423113	1,85272063	3,6354957
1979	4,94065669	6,66774556	6,66774556	5,3739484	5,33146905	4,77581502	2,66686339	1,9474497	1,63241912	1,41834946	1,04978764	2,30799559	3,7316871
1980	2,31965242	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,82050096	3,17829862	2,18181377	1,54750312	1,3016698	1,11071902	3,41749712	3,96238642
1981	4,62941418	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,46017026	2,80300397	2,45308425	2,25678783	2,27385708	2,29946096	2,46161888	4,10903164
1982	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,87221689	3,61433538	2,90867866	1,94297356	1,65627509	2,64730371	6,66774556	6,66774556	4,88735472
1983	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,13511449	4,45950541	4,19088151	3,67141825	0	5,42759488
1984	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,3880405	3,16097395	2,18758024	3,17338533	1,53958688	1,00626979	2,91563382	4,30918319
1985	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,52472506	2,58110366	2,16290693	1,9666105	2,82489728	2,70836185	1,89833349	4,25047221
1986	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,59672429	2,45308425	1,91540274	2,01781827	1,98367976	1,90686811	1,85566035	4,08899713
1987	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,99574614	2,60664764	1,63420236	0,96286031	0,62078485	0,63653134	0,86663518	3,8885113
1988	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,01230417	2,09814951	1,22712312	0,77619434	0,57003747	0	0,55029872	3,54773626
1989	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,87713087	3,02479138	1,93585782	1,42873307	1,49601246	2,00644419	1,96982169	4,17312661
1990	2,85547028	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,87257428	2,36619018	1,58412762	1,09649825	0,93161372	0,7234495	1,57115277	3,47267157
1991	4,35855582	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,1637111	2,49866249	1,59132786	1,14613163	0,86982628	0,75356211	1,65579336	3,64237941
1992	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,63616824	1,83992336	0,97749566	0,63885911	0	0,73763717	3,98637974
1993	3,36872144	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,72055403	2,2105545	1,35487045	0,93259651	0	2,05589719	1,26867007	3,54857054
1994	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,14182787	1,35578095	0,75627138	0,60842364	0	0	1,71685496	3,40982388
1995	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,51459932	2,78823501	1,90279909	1,66074102	0,78227848	0	0	0,60583289	3,243789
1996	3,74201767	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,87238534	2,67741413	1,82343658	0,73484379	0	0	0	0,57429022	2,95230203
1997	4,52236294	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,0921048	3,83255562	4,28718375	5,58625419	6,66774556	6,66774556	5,74955668
1998	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,51582978	2,92731151	2,29729928	2,14152	1,25710543	2,01008453	0	3,95732319
PROMEDIO	5,54944847	6,60464308	6,66774556	6,61244921	6,27719234	4,44461422	2,96365449	2,12225611	1,72699759	1,5497635	1,61811306	2,04483606	4,01514281

TABLA A5-5

COTA 360 BALSAPAMBA-MEDIO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
1966	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,31811624	3,58654962	2,60359306	2,19542896	0	0	0	0	3,18325763
1967	5,7143201	6,12385091	6,12385091	5,85435679	4,52121387	3,29490108	2,26888483	1,31605738	0	0	0	0	2,93478632
1968	2,90977515	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,37769944	2,31837957	1,35248784	0	0	0	0	0	2,36082456
1969	2,87376987	4,20456871	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,17247382	3,17368103	2,52126451	2,01569761	0	0	1,57155697	3,2420471
1970	6,01349884	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,73693595	2,84854818	2,43557744	2,12440557	1,48327891	0	1,70635063	3,82033326
1971	4,42321808	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,71107183	2,94727719	2,00857746	1,30754285	0	0	0	1,37234723	2,92846561
1972	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,79119991	4,02654086	3,68094891	3,43788019	6,12385091	5,41061476
1973	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,02757715	3,24345738	2,35935123	2,12920346	1,9309701	1,63889747	1,80100989	4,06247677
1974	3,45857055	6,12385091	6,12385091	5,88679168	6,12385091	3,51483899	2,49530979	1,87194457	1,60971913	1,66233743	1,5671109	3,43129407	3,65578915
1975	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,94142661	3,25331058	2,40342942	1,95947712	1,83042808	1,5415988	1,57306277	4,01016566
1976	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,1503726	3,30733352	2,31763129	1,82085023	1,44554877	1,41239053	2,22912531	4,0252089
1977	5,33845883	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,48245825	3,27833049	2,30602542	1,8016389	1,51852898	1,30162056	0	1,30286228	3,3917897
1978	5,06928349	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,84662957	2,47157887	0	0	1,36552068	0	1,69886002	3,24560635
1979	4,53035606	6,12385091	6,12385091	4,92766472	4,88871309	4,37920378	2,44539167	1,78572224	1,49685362	1,30056154	0	2,11632632	3,3432079
1980	2,12701509	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,33713298	2,91435437	2,00062337	1,41898953	0	0	3,13368844	3,45226728
1981	4,24496091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,17281775	2,57022634	2,24936598	2,06937115	2,08502287	2,10850046	2,25719184	3,77107174
1982	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,38455412	3,31418011	2,6671252	1,78161782	1,51872845	2,42745634	6,12385091	6,12385091	4,48639729
1983	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,62561919	4,08916235	3,84284652	3,3665225	0	4,98259224
1984	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,0236323	2,89846843	2,00591095	2,9098491	1,4117307	0	2,67350276	3,87852906
1985	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12834517	3,23201156	2,36675392	1,98328666	1,80329182	2,59030151	2,48344385	1,74068492	3,90196025
1986	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,29803155	2,24936598	1,75633665	1,850247	1,81894355	1,74851078	1,70155561	3,75352047
1987	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,49782479	2,39017658	1,49848876	0	0	0	0	3,33381205
1988	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,67909928	1,92390707	0	0	0	0	0	3,01852174
1989	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,47210579	2,77359525	1,77509302	1,31008283	1,37177495	1,83981749	1,80623633	3,83066335
1990	2,61833555	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,55097336	2,16968809	1,45257252	0	0	0	1,44067518	2,97730403
1991	3,99659619	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,8179325	2,29115914	1,45917481	0	0	0	1,51828672	3,13154608
1992	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,33419984	1,68712551	0	0	0	0	3,48036923
1993	3,08896337	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,32853199	2,0269773	1,24235419	0	0	1,88516362	0	3,08894951
1994	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	2,88091235	1,24318908	0	0	0	0	1,57427742	3,02646945
1995	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,13968094	2,55668389	1,74477968	1,5228235	0	0	0	0	2,8716143
1996	3,43125893	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,38470858	2,45506621	1,67200789	0	0	0	0	0	2,60954953
1997	4,14679983	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,7522728	3,51427808	3,93115128	5,12233941	6,12385091	6,12385091	5,27781648
1998	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,22385499	2,68421068	2,1065183	1,96367582	0	1,84315552	0	3,53672249
PROMEDIO	5,09365595	6,06569084	6,12385091	6,07225274	5,76318583	4,07669974	2,71813149	1,84145388	1,25957048	1,11126154	1,12486951	1,66728629	3,57649243

TABLA A5-6

COTA 200 BALSAPAMBA-BAJO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
1966	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,75487854	1,85789632	1,34870739	1,13727114	0	0	0	0	1,64913572
1967	2,96011917	3,17271881	3,17271881	3,03266066	2,34206898	1,7068172	1,17532259	0,68174107	0	0	0	0	1,52034727
1968	1,50731514	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,74970822	1,20096174	0,70061269	0	0	0	0	0	1,22306285
1969	1,48866376	2,17804117	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,16141545	1,64402307	1,30605974	1,04416712	0	0	0,81409439	1,67955176
1970	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,45381684	1,47559848	1,26167231	1,10047977	0,76836479	0	0,88391989	1,98395384
1971	2,29130542	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,44041877	1,52674186	1,04047875	0,67733039	0	0	0	0,71090021	1,51711099
1972	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,48192654	2,08581958	1,90679683	1,78088292	3,17271881	2,80309803
1973	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,60437414	1,68016845	1,22218578	1,10296516	1,00027676	0,84897796	0,93295507	2,10462478
1974	1,79160089	3,17271881	3,17271881	3,0494625	3,17271881	1,82074894	1,29261473	0,96970049	0,83386306	0,86112027	0,81179124	1,77747119	1,89387748
1975	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,55974663	1,68527258	1,24501907	1,0150439	0,94819421	0,79857552	0,81487442	2,0775267
1976	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,66798436	1,71325743	1,20057412	0,94323272	0,7488199	0,73164335	1,15472645	2,08531936
1977	2,76541637	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,84001062	1,69823334	1,19456207	0,93328091	0,78662495	0,67426254	0	0,67490577	1,75712108
1978	2,62597876	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,99262234	1,28032169	0	0	0,70736393	0	0,88003962	1,68143347
1979	2,34680479	3,17271881	3,17271881	2,55261773	2,53244009	2,26850523	1,26675626	0,92503579	0,77539672	0,67371394	0	1,09629457	1,7319169
1980	1,10183155	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,76472955	1,50968725	1,03635839	0,73506174	0	0	1,6233062	1,78848749
1981	2,19896505	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,64357587	1,33142283	1,16521148	1,07197096	1,08007883	1,09224064	1,16926541	1,95363386
1982	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,78929454	1,71680408	1,38161816	0,92290963	0,78672827	1,25746544	3,17271881	3,17271881	2,32426108
1983	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,91417052	2,11825863	1,99066266	1,74391837	0	2,58133682
1984	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,0843129	1,50145806	1,03909745	1,50735345	0,73130154	0	1,38492185	2,00933661
1985	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,67423931	1,22602051	1,02737767	0,93413715	1,34182213	1,28646796	0,90170566	2,02128037
1986	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,70843884	1,16521148	0,90981354	0,95846076	0,94224502	0,9057596	0,88143599	1,94457994
1987	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,84797075	1,23815386	0,77624376	0	0	0	0	1,72716353
1988	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,90583868	0,99661799	0	0	0	0	0	1,56383756
1989	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,31663012	1,43677154	0,91952967	0,67864615	0,71060376	0,95305809	0,93566246	1,98454132
1990	1,35634426	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,83946719	1,12393692	0,75245833	0	0	0	0,7462953	1,5424481
1991	2,07030772	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,97775676	1,18686107	0,75587843	0	0	0	0,78649945	1,62234822
1992	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,72717466	0,87396094	0	0	0	0	1,8031207
1993	1,60013782	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,24225634	1,0500102	0,64356151	0	0	0,97654819	0	1,60028244
1994	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,4923637	0,64399399	0	0	0	0	0,81550362	1,56795461
1995	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,14442815	1,3244076	0,90382682	0,78884958	0	0	0	0	1,48769895
1996	1,77745299	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,78937455	1,27176784	0,86612974	0	0	0	0	0	1,3519068
1997	2,14811586	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,94374387	1,82045838	2,03640609	2,65346267	3,17271881	3,17271881	2,73426821
1998	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,67001406	1,39046874	1,09121384	1,01721891	0	0,95478725	0	1,83227474
PROMEDIO	2,64058479	3,14257706	3,17271881	3,14594864	2,98569315	2,11185798	1,40806792	0,95390577	0,65247985	0,57565319	0,58272996	0,86372527	1,8529952

TABLA A5-7

ENERGIA (MWH) GENERADA SIN RESERVORIOS EN BALSAPAMBA ALTO Y MEDIO

COTA 720 BALSAPAMBA-ALTO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO	ANUAL
1966	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,17582859	2,81618825	2,04436268	1,72386887	0,91170843	0,89076707	0,70869867	0,841619	2,77634573	33,3161488
1967	4,48693112	4,8007768	4,8007768	4,59688908	3,5500943	2,58718342	1,78154702	1,03337907	0,77156715	0,67666326	0,51830522	0,61226976	2,51803192	30,216383
1968	2,28477937	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,65219737	1,8204107	1,06198457	0,75215769	0,62322735	0,61149577	0,5027377	0,6376498	2,11241423	25,3489707
1969	2,25650773	3,30146191	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,27626075	2,49200044	1,97971762	1,58274234	0,65412974	0,65412974	1,23399946	2,65277334	31,8332801
1970	4,72184873	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,71948105	2,23670345	1,91243543	1,66810072	1,1646828	0,85297834	1,33984054	3,06826486	36,8191783
1971	3,4731472	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,69917233	2,31422628	1,57715154	1,0266934	0,84574691	0,73773331	0,61607729	1,07757833	2,48082142	29,769857
1972	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,76208956	3,16167298	2,89031135	2,69945179	4,8007768	4,24331167	50,9197401
1973	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,94769491	2,5467894	1,85258198	1,67186806	1,5162136	1,28687577	1,41416777	3,18667296	38,2400755
1974	2,71569803	4,8007768	4,8007768	4,62235722	4,8007768	2,75988047	1,95933776	1,46986627	1,2639647	1,30528102	1,23050837	2,69428031	2,86862538	34,4235045
1975	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,8800488	2,55452621	1,88719254	1,53859754	1,43726718	1,21047605	1,23518182	3,14559785	37,7471742
1976	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,04411491	2,59694547	1,81982314	1,42974657	1,13505678	1,10902065	1,75032752	3,15740992	37,8889191
1977	4,19180177	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,30487129	2,57417206	1,81071012	1,41466167	1,19236144	1,02204317	0,79973143	1,02301817	2,72797513	32,7357015
1978	3,98044307	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,02040516	1,94070405	0	0	1,07221806	0,85984642	1,33395886	2,6175569	31,4106828
1979	3,55727282	4,8007768	4,8007768	3,86924285	3,83865771	3,43858681	1,92014164	1,40216378	1,17534177	1,02121161	0,7558471	1,66175683	2,68681471	32,2417765
1980	1,67014974	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,19076069	2,28837501	1,57090592	1,11420224	0,93720225	0,7997177	2,46059793	2,85291822	34,2350187
1981	3,33317821	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,49132259	2,01816286	1,76622066	1,62488724	1,6371771	1,65561189	1,77236559	2,95850278	35,5020333
1982	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,22799616	2,60232147	2,09424863	1,39894096	1,19251806	1,90605867	4,8007768	4,8007768	3,5188954	42,2267448
1983	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,41728244	3,2108439	3,01743468	2,64342114	0	3,90786831	46,8944198
1984	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,15938916	2,27590124	1,57505777	2,28483744	1,10850255	0,72451425	2,09925635	3,1026119	37,2313428
1985	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,53780204	1,85839464	1,55729299	1,41595956	2,03392604	1,95002053	1,36680011	3,06033999	36,7240799
1986	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,58964149	1,76622066	1,37908997	1,45282915	1,42824943	1,37294504	1,33607545	2,94407793	35,3289352
1987	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,31693722	1,8767863	1,1766257	0,69325943	0,44696509	0,45830256	0,62397733	2,79972814	33,5967376
1988	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,888859	1,51066765	0,88352865	0,55885992	0,41042698	0	0,39621508	2,55437011	30,6524413
1989	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,51153423	2,17784979	1,39381763	1,02868781	1,07712897	1,44463982	1,41827162	3,00465116	36,0558139
1990	2,0559386	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,78825348	1,70365693	1,14057188	0,78947874	0,67076188	0,52088364	1,13123	2,50032353	30,0038823
1991	3,13816019	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,99787199	1,79903699	1,14575606	0,82521477	0,62627492	0,54256472	1,19217122	2,62251317	31,4701581
1992	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,61804113	1,32474482	0,70379687	0,45997856	0	0,53109877	2,87019341	34,442321
1993	2,42547944	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,3987989	1,59159924	0,97550673	0,67146949	0	1,48024597	0,91344245	2,55497079	30,6596494
1994	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,26211606	0,97616228	0,5445154	0,43806502	0	0	1,23613557	2,4550732	29,4608783
1995	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,25051151	2,00752921	1,37001535	1,19573353	0,56324051	0	0	0,43619968	2,33552808	28,026337
1996	2,69425272	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,22811745	1,92773817	1,31287434	0,52908753	0	0	0	0,41348896	2,12565746	25,5078896
1997	3,25610132	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,94631545	2,75944004	3,0867723	4,02210302	4,8007768	4,8007768	4,13968081	49,6761697
1998	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,53139744	2,10766429	1,65405548	1,5418944	0,90511591	1,44726086	0	2,8492727	34,1912724
PROMEDIO	3,9956029	4,75534302	4,8007768	4,76096343	4,51957848	3,20012224	2,13383123	1,5280244	1,24343827	1,11582972	1,1650414	1,47228196	2,89090282	

TABLA A5-8

COTA 360 BALSAPAMBA-MEDIO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO	ANUAL
1966	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,82904369	2,58231573	1,87458701	1,58070885	0	0	0	0	2,29194549	27,5033459
1967	4,11431047	4,40917265	4,40917265	4,21513689	3,25527399	2,37232878	1,63359708	0,94756131	0	0	0	0	2,11304615	25,3565538
1968	2,09503811	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,4319436	1,66923329	0,97379125	0	0	0	0	0	1,69979368	20,3975242
1969	2,06911431	3,02728947	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,00418115	2,28505034	1,81531045	1,45130228	0	0	1,13152102	2,33427391	28,011287
1970	4,32971917	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,41059388	2,05095469	1,75361576	1,52957201	1,06796082	0	1,22857245	2,75063995	33,0076794
1971	3,18471702	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,39197172	2,12203958	1,44617577	0,94143085	0	0	0	0,98809001	2,10849524	25,3019429
1972	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,44966394	2,89910942	2,65028322	2,47527374	4,40917265	3,89564263	46,7477115
1973	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,61985555	2,33528931	1,69873288	1,53302649	1,39029847	1,18000618	1,29672712	2,92498327	35,0997993
1974	2,4901708	4,40917265	4,40917265	4,23849001	4,40917265	2,53068407	1,79662305	1,34780009	1,15899778	1,19688295	1,12831985	2,47053173	2,63216819	31,5860183
1975	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,55782716	2,34238362	1,73046918	1,41082352	1,31790822	1,10995114	1,1326052	2,88731927	34,6478313
1976	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,70826827	2,38128014	1,66869453	1,31101217	1,04079512	1,01692118	1,60497022	2,89815041	34,7778049
1977	3,84369036	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,94736994	2,36039796	1,66033383	1,29718001	1,09334086	0,93716681	0	0,93806084	2,44208859	29,305063
1978	3,64988411	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,76957329	1,77953678	0	0	0,98317489	0	1,22317922	2,33683657	28,0420389
1979	3,26185636	4,40917265	4,40917265	3,5479186	3,51987343	3,15302672	1,760682	1,28572001	1,07773461	0,93640431	0	1,52375495	2,40710969	28,8853163
1980	1,53145087	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,84273574	2,09833514	1,44044883	1,02167246	0	0	2,25625568	2,48563244	29,8275893
1981	3,05637186	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,28442878	1,85056297	1,61954351	1,48994722	1,50121647	1,51812033	1,62517813	2,71517166	32,5820599
1982	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,87687897	2,38620968	1,92033014	1,28276483	1,09348448	1,74776856	4,40917265	4,40917265	3,23020605	38,7624726
1983	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,05044581	2,94419689	2,7668495	2,4238962	0	3,58746641	43,049597
1984	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,89701526	2,08689727	1,44425588	2,09509135	1,0164461	0	1,92492199	2,79254093	33,5104911
1985	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,41240852	2,32704832	1,70406282	1,42796639	1,29837011	1,86501709	1,78807957	1,25329314	2,80941138	33,7129366
1986	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,37458272	1,61954351	1,26456239	1,33217784	1,30963935	1,25892776	1,22512004	2,70253474	32,4304169
1987	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,95843385	1,72092714	1,07891191	0	0	0	0	2,40034468	28,8041362
1988	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,64895148	1,38521309	0	0	0	0	0	2,17333565	26,0800278
1989	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,21991617	1,99698858	1,27806697	0,94325964	0,98767796	1,32466859	1,30049016	2,75807761	33,0969313
1990	1,8852016	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,55670082	1,56217543	1,04585221	0	0	0	1,03728613	2,1436589	25,7239068
1991	2,87754926	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,7489114	1,64963458	1,05060587	0	0	0	1,09316644	2,25471318	27,0565582
1992	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,40062389	1,21473037	0	0	0	0	2,50586585	30,0703902
1993	2,22405363	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,11654303	1,45942366	0,89449502	0	0	1,35731781	0	2,22404365	26,6885238
1994	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,07425689	0,89509613	0	0	0	0	1,13347974	2,179058	26,148696
1995	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,98057028	1,8408124	1,25624137	1,09643292	0	0	0	0	2,0675623	24,8107476
1996	2,47050643	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,87699018	1,76764767	1,20384568	0	0	0	0	0	1,87887566	22,5465079
1997	2,98569588	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,70163642	2,53028022	2,83042892	3,68808438	4,40917265	4,40917265	3,80002786	45,6003344
1998	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,32117559	1,93263169	1,51669317	1,41384659	0	1,32707197	0	2,54644019	30,5572823
PROMEDIO	3,66743228	4,3672974	4,40917265	4,37202197	4,1494938	2,93522381	1,95705467	1,32584679	0,90689075	0,80010831	0,80990605	1,20044613	2,57507455	

TABLA A5-9

COTA 200 BALSAPAMBA-BAJO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO	ANUAL
1966	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,98351255	1,33768535	0,97106932	0,81883522	0	0	0	0	1,18737772	14,2485326
1967	2,1312858	2,28435754	2,28435754	2,18351567	1,68628967	1,22890839	0,84623226	0,49085357	0	0	0	0	1,09465004	13,1358004
1968	1,0852669	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,25978992	0,86469245	0,50444114	0	0	0	0	0	0,88060525	10,567263
1969	1,07183791	1,56818964	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,55621912	1,18369661	0,94036301	0,75180032	0	0	0,58614796	1,20927727	14,5113272
1970	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,76674813	1,06243091	0,90840407	0,79234543	0,55322265	0	0,63642232	1,42844677	17,1413612
1971	1,6497399	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,75710151	1,09925414	0,7491447	0,48767788	0	0	0	0,51184815	1,09231991	13,1078389
1972	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,78698711	1,5017901	1,37289372	1,2822357	2,28435754	2,01823058	24,218767
1973	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,87514938	1,20972129	0,87997376	0,79413491	0,72019927	0,61126413	0,67172765	1,51532984	18,1839581
1974	1,28995264	2,28435754	2,28435754	2,195613	2,28435754	1,31093924	0,9306826	0,69818435	0,60038141	0,6200066	0,5844897	1,27977926	1,36359178	16,3631014
1975	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,84301757	1,21339626	0,89641373	0,73083161	0,68269983	0,57497438	0,58670958	1,49581922	17,9498307
1976	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,92094874	1,23354535	0,86441336	0,67912756	0,53915033	0,52678321	0,83140304	1,50142994	18,0171593
1977	1,99109978	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,04480764	1,22272801	0,86008469	0,67196225	0,56636996	0,48546903	0	0,48593215	1,26512718	15,1815261
1978	1,89070471	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,43468809	0,92183162	0	0	0,50930203	0	0,63362853	1,2106321	14,5275851
1979	1,68969945	2,28435754	2,28435754	1,83788476	1,82335687	1,63332377	0,91206451	0,66602577	0,55828564	0,48507404	0	0,78933209	1,24698017	14,963762
1980	0,79331871	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,99060527	1,08697482	0,74617804	0,52924446	0	0	1,16878046	1,28771099	15,4525319
1981	1,58325483	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,18337463	0,95862444	0,83895226	0,77181909	0,77765676	0,78641326	0,8418711	1,40661638	16,8793965
1982	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,00829207	1,23609894	0,99476507	0,66449493	0,56644436	0,90537512	2,28435754	2,28435754	1,67346798	20,0816157
1983	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,09820278	1,52514621	1,43327712	1,25562122	0	1,85856251	22,3027501
1984	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,50070529	1,0810498	0,74815017	1,08529448	0,52653711	0	0,99714373	1,44672236	17,3606683
1985	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,20545231	0,88273477	0,73971192	0,67257875	0,96611193	0,92625693	0,64922808	1,45532187	17,4638624
1986	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,23007597	0,83895226	0,65506575	0,69009175	0,67841641	0,65214691	0,63463391	1,40009756	16,8011707
1987	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,05053894	0,89147078	0,55889551	0	0	0	0	1,24355774	14,9226929
1988	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,37220385	0,71756495	0	0	0	0	0	1,12596304	13,5115565
1989	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,66797369	1,03447551	0,66206136	0,48862522	0,5116347	0,68620183	0,67367697	1,42886975	17,146437
1990	0,97656787	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,32441637	0,80923458	0,54177	0	0	0	0,53733261	1,11056263	13,3267516
1991	1,49062156	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,42398486	0,85453997	0,54423247	0	0	0	0,56627961	1,16809072	14,0170886
1992	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,24356575	0,62925188	0	0	0	0	1,29824691	15,5789629
1993	1,15209923	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,61442457	0,75600734	0,46336429	0	0	0,7031147	0	1,15220336	13,8264403
1994	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,07450186	0,46367567	0	0	0	0	0,58716261	1,12892732	13,5471279
1995	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,54398827	0,95357347	0,65075531	0,5679717	0	0	0	0	1,07114324	12,8537189
1996	1,27976615	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,00834968	0,91567285	0,62361341	0	0	0	0	0	0,97337289	11,6804747
1997	1,54664342	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,39949558	1,31073003	1,46621238	1,91049312	2,28435754	2,28435754	1,96867311	23,6240773
1998	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,20241013	1,00113749	0,78567397	0,73239761	0	0,68744682	0	1,31923781	15,8308537
PROMEDIO	1,90122105	2,26265548	2,28435754	2,26508302	2,14969907	1,52053774	1,0138089	0,68681216	0,46978549	0,4144703	0,41956557	0,6218822	1,33415654	

TABLA A5-10

POTENCIA (MW) OBTENIDA CON RESERVORIOS EN BALSAPAMBA ALTO Y MEDIO

COTA 720 BALSAPAMBA-ALTO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
1966	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,79976193	3,91137256	2,83939261	2,39426232	1,26626171	1,23717649	0,98430371	1,16891528	3,85603574
1967	6,23184878	6,66774556	6,66774556	6,38456817	4,93068653	3,5933103	2,47437086	1,43524871	1,07162104	0,93981008	0,71986836	0,85037466	3,49726655
1968	3,17330468	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,68360746	2,5283482	1,47497858	1,04466346	0,86559354	0,84929968	0,69824681	0,88562473	2,93390865
1969	3,13403851	4,58536377	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,55036215	3,46111172	2,74960781	2,19825325	0,90851353	0,90851353	1,71388813	3,68440742
1970	6,55812323	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,1659459	3,10653257	2,65616032	2,31680656	1,617615	1,18469214	1,86088964	4,26147897
1971	4,82381556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,13773935	3,21420316	2,19048825	1,42596305	1,17464848	1,0246296	0,8556629	1,49663657	3,4455853
1972	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,22512439	4,39121248	4,01432132	3,74923859	6,66774556	5,89348844
1973	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,4829096	3,5372075	2,57303053	2,32203897	2,10585222	1,78732746	1,96412191	4,42593467
1974	3,77180282	6,66774556	6,66774556	6,41994059	6,66774556	3,83316732	2,72130244	2,04148093	1,75550652	1,8128903	1,7090394	3,74205599	3,98420192
1975	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,38895666	3,54795307	2,62110075	2,13694103	1,99620442	1,68121674	1,71553031	4,3688859
1976	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,61682626	3,60686871	2,52753214	1,98575913	1,57646775	1,54030646	2,43101044	4,38529156
1977	5,8219469	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,9789879	3,57523897	2,51487516	1,96480788	1,65605755	1,4195044	1,1107381	1,42085857	3,78885434
1978	5,52839316	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,19500717	2,69542229	0	0,1637063	1,48919175	1,19423113	1,85272063	3,64913789
1979	4,94065669	6,66774556	6,66774556	5,3739484	5,33146905	4,77581502	2,66686339	1,9474497	1,63241912	1,41834946	1,04978764	2,30799559	3,7316871
1980	2,31965242	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,82050096	3,17829862	2,18181377	1,54750312	1,3016698	1,11071902	3,41749712	3,96238642
1981	4,62941418	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,46017026	2,80300397	2,45308425	2,25678783	2,27385708	2,29946096	2,46161888	4,10903164
1982	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,87221689	3,61433538	2,90867866	1,94297356	1,65627509	2,64730371	6,66774556	6,66774556	4,88735472
1983	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,13511449	4,45950541	4,19088151	3,67141825	0,40679938	5,46149483
1984	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,3880405	3,16097395	2,18758024	3,17338533	1,53958688	1,00626979	2,91563382	4,30918319
1985	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,52472506	2,58110366	2,16290693	1,9666105	2,82489728	2,70836185	1,89833349	4,25047221
1986	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,59672429	2,45308425	1,91540274	2,01781827	1,98367976	1,90686811	1,85566035	4,08899713
1987	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,99574614	2,60664764	1,63420236	0,96286031	0,62078485	0,63653134	0,86663518	3,8885113
1988	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,01230417	2,09814951	1,22712312	0,77619434	0,57003747	0,42619293	0,55029872	3,58325234
1989	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,87713087	3,02479138	1,93585782	1,42873307	1,49601246	2,00644419	1,96982169	4,17312661
1990	2,85547028	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,87257428	2,36619018	1,58412762	1,09649825	0,93161372	0,7234495	1,57115277	3,47267157
1991	4,35855582	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,1637111	2,49866249	1,59132786	1,14613163	0,86982628	0,75356211	1,65579336	3,64237941
1992	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,63616824	1,83992336	0,97749566	0,63885911	0,40843489	0,73763717	4,02041598
1993	3,36872144	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,72055403	2,2105545	1,35487045	0,93259651	0,4680488	2,05589719	1,26867007	3,5875746
1994	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,14182787	1,35578095	0,75627138	0,60842364	0,284092	0,20369933	1,71685496	3,45047316
1995	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,51459932	2,78823501	1,90279909	1,66074102	0,78227848	0,42800197	0,48784455	0,60583289	3,32010955
1996	3,74201767	6,66774556	6,66774556	6,66774556	5,87238534	2,67741413	1,82343658	0,73484379	0,43486975	0,33798891	0,39358656	0,57429022	3,0495058
1997	4,52236294	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	4,0921048	3,83255562	4,28718375	5,58625419	6,66774556	6,66774556	5,74955668
1998	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	6,66774556	3,51582978	2,92731151	2,29729928	2,14152	1,25710543	2,01008453	0,33798891	3,98548894
PROMEDIO	5,54944847	6,60464308	6,66774556	6,61244921	6,27719234	4,44461422	2,96365449	2,12225611	1,74513626	1,59576749	1,67628755	2,0674054	4,02721668

TABLA A5-11

COTA 360 BALSAPAMBA-MEDIO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
1966	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,31811624	3,58654962	2,60359306	2,19542896	1,1578154	1,14166902	0,86326645	0,99327065	3,52959275
1967	5,7143201	6,12385091	6,12385091	5,85435679	4,52121387	3,29490108	2,26888483	1,31605738	0,99416113	0,84635301	0,6461891	0,78008117	3,20701836
1968	2,90977515	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,37769944	2,31837957	1,35248784	0,99416113	0,78621233	0,7796886	0,64631358	0,94235614	2,70655221
1969	2,87376987	4,20456871	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,17247382	3,17368103	2,52126451	2,01569761	0,7796886	0,78621233	1,57155697	3,37253885
1970	6,01349884	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,73693595	2,84854818	2,43557744	2,12440557	1,48327891	0,97142755	1,70635063	3,90128556
1971	4,42321808	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,71107183	2,94727719	2,00857746	1,30754285	0,98275428	0,95813187	0,78621233	1,37234723	3,15572382
1972	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,79119991	4,02654086	3,68094891	3,43788019	6,12385091	5,41061476
1973	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,02757715	3,24345738	2,35935123	2,12920346	1,9309701	1,63889747	1,80100989	4,06247677
1974	3,45857055	6,12385091	6,12385091	5,88679168	6,12385091	3,51483899	2,49530979	1,87194457	1,60971913	1,66233743	1,5671109	3,43129407	3,65578915
1975	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,94142661	3,25331058	2,40342942	1,95947712	1,83042808	1,5415988	1,57306277	4,01016566
1976	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,1503726	3,30733352	2,31763129	1,82085023	1,44554877	1,41239053	2,22912531	4,0252089
1977	5,33845883	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,48245825	3,27833049	2,30602542	1,8016389	1,51852898	1,30162056	0,98162775	1,30286228	3,47359202
1978	5,06928349	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,84662957	2,47157887	0	0,15963538	1,36552068	0,98505856	1,69886002	3,34099752
1979	4,53035606	6,12385091	6,12385091	4,92766472	4,88871309	4,37920378	2,44539167	1,78572224	1,49685362	1,30056154	0,92636567	2,11632632	3,42040504
1980	2,12701509	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,33713298	2,91435437	2,00062337	1,41898953	1,05863097	1,05396557	3,13368844	3,62831699
1981	4,24496091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,17281775	2,57022634	2,24936598	2,06937115	2,08502287	2,10850046	2,25719184	3,77107174
1982	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,38455412	3,31418011	2,6671252	1,78161782	1,51872845	2,42745634	6,12385091	6,12385091	4,48639729
1983	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,62561919	4,08916235	3,84284652	3,3665225	0,3923384	5,01528711
1984	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,0236323	2,89846843	2,00591095	2,9098491	1,4117307	0,95122738	2,67350276	3,95779801
1985	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12834517	3,23201156	2,36675392	1,98328666	1,80329182	2,59030151	2,48344385	1,74068492	3,90196025
1986	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,29803155	2,24936598	1,75633665	1,850247	1,81894355	1,74851078	1,70155561	3,75352047
1987	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,49782479	2,39017658	1,49848876	0,87052634	0,58824577	0,60589324	0,78008117	3,57087426
1988	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,67909928	1,92390707	0,99568049	0,69676137	0,53614629	0,42932798	0,52412388	3,28369174
1989	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,47210579	2,77359525	1,77509302	1,31008283	1,37177495	1,83981749	1,80623633	3,83066335
1990	2,61833555	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,55097336	2,16968809	1,45257252	0,92805198	0,84700253	0,64702881	1,44067518	3,1791443
1991	3,99659619	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,8179325	2,29115914	1,45917481	0,98151199	0,7796886	0,67571408	1,51828672	3,33462231
1992	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,33419984	1,68712551	0,81562309	0,5675433	0,39045723	0,68875217	3,68556722
1993	3,08896337	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,32853199	2,0269773	1,24235419	0,84318137	0,44553634	1,88516362	1,14446881	3,29171505
1994	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	2,88091235	1,24318908	0,70092027	0,55519348	0,26051587	0,19660687	1,57427742	3,16923916
1995	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	4,13968094	2,55668389	1,74477968	1,5228235	0,70506693	0,41285858	0,48342969	0,56789661	3,05238529
1996	3,43125893	6,12385091	6,12385091	6,12385091	5,38470858	2,45506621	1,67200789	0,68447917	0,43371822	0,32590499	0,32491694	0,51454215	2,79984632
1997	4,14679983	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,7522728	3,51427808	3,93115128	5,12233941	6,12385091	6,12385091	5,27781648
1998	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	6,12385091	3,22385499	2,68421068	2,1065183	1,96367582	1,00200955	1,84315552	0,32590499	3,64738203
PROMEDIO	5,09365595	6,06569084	6,12385091	6,07225274	5,76318583	4,07669974	2,71813149	1,94373391	1,59018301	1,45458317	1,52945758	1,89977011	3,69477007

TABLA A5-12

COTA 200 BALSAPAMBA-BAJO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
1966	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,75487854	1,85789632	1,34870739	1,13727114	0,53039451	0,5496593	0,42411518	0,48786262	1,81513835
1967	2,96011917	3,17271881	3,17271881	3,03266066	2,34206898	1,7068172	1,17532259	0,68174107	0,48760811	0,4159881	0,32018945	0,38449686	1,65437082
1968	1,50731514	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,74970822	1,20096174	0,70061269	0,48753759	0,38452829	0,38449464	0,3340719	0,46232802	1,39414289
1969	1,48866376	2,17804117	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,16141545	1,64402307	1,30605974	1,04416712	0,38461693	0,38461693	0,81409439	1,74365458
1970	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,45381684	1,47559848	1,26167231	1,10047977	0,76836479	0,46864453	0,88391989	2,02300755
1971	2,29130542	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,44041877	1,52674186	1,04047875	0,67733039	0,47503874	0,46824235	0,38450778	0,71090021	1,62776006
1972	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,48192654	2,08581958	1,90679683	1,78088292	3,17271881	2,80309803
1973	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,60437414	1,68016845	1,22218578	1,10296516	1,00027676	0,84897796	0,93295507	2,10462478
1974	1,79160089	3,17271881	3,17271881	3,0494625	3,17271881	1,82074894	1,29261473	0,96970049	0,83386306	0,86112027	0,81179124	1,77747119	1,89387748
1975	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,55974663	1,68527258	1,24501907	1,0150439	0,94819421	0,79857552	0,81487442	2,0775267
1976	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,66798436	1,71325743	1,20057412	0,94323272	0,7488199	0,73164335	1,15472645	2,08531936
1977	2,76541637	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,84001062	1,69823334	1,19456207	0,93328091	0,78662495	0,67426254	0,47487595	0,67490577	1,79669408
1978	2,62597876	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,99262234	1,28032169	0	0,07661568	0,70736393	0,47508861	0,88003962	1,72740882
1979	2,34680479	3,17271881	3,17271881	2,55261773	2,53244009	2,26850523	1,26675626	0,92503579	0,77539672	0,67371394	0,44906013	1,09629457	1,76933857
1980	1,10183155	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,76472955	1,50968725	1,03635839	0,73506174	0,51390515	0,51337936	1,6233062	1,87409453
1981	2,19896505	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,64357587	1,33142283	1,16521148	1,07197096	1,08007883	1,09224064	1,16926541	1,95363386
1982	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,78929454	1,71680408	1,38161816	0,92290963	0,78672827	1,25746544	3,17271881	3,17271881	2,32426108
1983	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,91417052	2,11825863	1,99066266	1,74391837	0,19181866	2,59732171
1984	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,0843129	1,50145806	1,03909745	1,50735345	0,73130154	0,46178257	1,38492185	2,04781849
1985	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,67423931	1,22602051	1,02737767	0,93413715	1,34182213	1,28646796	0,90170566	2,02128037
1986	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,70843884	1,16521148	0,90981354	0,95846076	0,94224502	0,9057596	0,88143599	1,94457994
1987	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,84797075	1,23815386	0,77624376	0,42320208	0,28801704	0,29733308	0,38453044	1,84325375
1988	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,90583868	0,99661799	0,48801489	0,34163881	0,263258	0,20014397	0,2559181	1,69291871
1989	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,31663012	1,43677154	0,91952967	0,67864615	0,71060376	0,95305809	0,93566246	1,98454132
1990	1,35634426	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,83946719	1,12393692	0,75245833	0,4563024	0,41672002	0,32019561	0,7462953	1,64188294
1991	2,07030772	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,97775676	1,18686107	0,75587843	0,48138456	0,38453703	0,33155029	0,78649945	1,72213755
1992	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,72717466	0,87396094	0,39925247	0,28164403	0,19188667	0,33946228	1,90414116
1993	1,60013782	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,24225634	1,0500102	0,64356151	0,41203621	0,219299	0,97654819	0,56033677	1,69958844
1994	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,4923637	0,64399399	0,34587227	0,27519798	0,12777112	0,09579923	0,81550362	1,63834133
1995	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,14442815	1,3244076	0,90382682	0,78884958	0,3459206	0,20147348	0,23028346	0,28159401	1,57597158
1996	1,77745299	3,17271881	3,17271881	3,17271881	2,78937455	1,27176784	0,86612974	0,33942814	0,20463431	0,31956336	0,15983291	0,25595113	1,45852428
1997	2,14811586	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,94374387	1,82045838	2,03640609	2,65346267	3,17271881	3,17271881	2,73426821
1998	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	3,17271881	1,67001406	1,39046874	1,09121384	1,01721891	0,48809332	0,95478725	0,15978168	1,88626432
PROMEDIO	2,64058479	3,14257706	3,17271881	3,14594864	2,98569315	2,11185798	1,40806792	1,00423465	0,81289666	0,74860115	0,78022565	0,97778832	1,9109329

TABLA A5-13

ENERGIA (MWH) GENERADA CON RESERVORIOS EN BALSAPAMBA ALTO Y MEDIO

COTA 720 BALSAPAMBA-ALTO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO	ANUAL
1966	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,17582859	2,81618825	2,04436268	1,72386887	0,91170843	0,89076707	0,70869867	0,841619	2,77634573	33,3161488
1967	4,48693112	4,8007768	4,8007768	4,59688908	3,5500943	2,58718342	1,78154702	1,03337907	0,77156715	0,67666326	0,51830522	0,61226976	2,51803192	30,216383
1968	2,28477937	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,65219737	1,8204107	1,06198457	0,75215769	0,62322735	0,61149577	0,5027377	0,6376498	2,11241423	25,3489707
1969	2,25650773	3,30146191	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,27626075	2,49200044	1,97971762	1,58274234	0,65412974	0,65412974	1,23399946	2,65277334	31,8332801
1970	4,72184873	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,71948105	2,23670345	1,91243543	1,66810072	1,1646828	0,85297834	1,33984054	3,06826486	36,8191783
1971	3,4731472	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,69917233	2,31422628	1,57715154	1,0266934	0,84574691	0,73773331	0,61607729	1,07757833	2,48082142	29,769857
1972	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,76208956	3,16167298	2,89031135	2,69945179	4,8007768	4,24331167	50,9197401
1973	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,94769491	2,5467894	1,85258198	1,67186806	1,5162136	1,28687577	1,41416777	3,18667296	38,2400755
1974	2,71569803	4,8007768	4,8007768	4,62235722	4,8007768	2,75988047	1,95933776	1,46986627	1,2639647	1,30528102	1,23050837	2,69428031	2,86862538	34,4235045
1975	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,8800488	2,55452621	1,88719254	1,53859754	1,43726718	1,21047605	1,23518182	3,14559785	37,7471742
1976	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,04411491	2,59694547	1,81982314	1,42974657	1,13505678	1,10902065	1,75032752	3,15740992	37,8889191
1977	4,19180177	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,30487129	2,57417206	1,81071012	1,41466167	1,19236144	1,02204317	0,79973143	1,02301817	2,72797513	32,7357015
1978	3,98044307	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,02040516	1,94070405	0	0,11786853	1,07221806	0,85984642	1,33395886	2,62737928	31,5285514
1979	3,55727282	4,8007768	4,8007768	3,86924285	3,83865771	3,43858681	1,92014164	1,40216378	1,17534177	1,02121161	0,7558471	1,66175683	2,68681471	32,2417765
1980	1,67014974	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,19076069	2,28837501	1,57090592	1,11420224	0,93720225	0,7997177	2,46059793	2,85291822	34,2350187
1981	3,33317821	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,49132259	2,01816286	1,76622066	1,62488724	1,6371771	1,65561189	1,77236559	2,95850278	35,5020333
1982	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,22799616	2,60232147	2,09424863	1,39894096	1,19251806	1,90605867	4,8007768	4,8007768	3,5188954	42,2267448
1983	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,41728244	3,2108439	3,01743468	2,64342114	0,29289555	3,93227628	47,1873153
1984	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,15938916	2,27590124	1,57505777	2,28483744	1,10850255	0,72451425	2,09925635	3,1026119	37,2313428
1985	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,53780204	1,85839464	1,55729299	1,41595956	2,03392604	1,95002053	1,36680011	3,06033999	36,7240799
1986	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,58964149	1,76622066	1,37908997	1,45282915	1,42824943	1,37294504	1,33607545	2,94407793	35,3289352
1987	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,31693722	1,8767863	1,1766257	0,69325943	0,44696509	0,45830256	0,62397733	2,79972814	33,5967376
1988	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,888859	1,51066765	0,88352865	0,55885992	0,41042698	0,29407312	0,39621508	2,5788762	30,9465144
1989	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,51153423	2,17784979	1,39381763	1,02868781	1,07712897	1,44463982	1,41827162	3,00465116	36,0558139
1990	2,0559386	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,78825348	1,70365693	1,14057188	0,78947874	0,67076188	0,52088364	1,13123	2,50032353	30,0038823
1991	3,13816019	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,99787199	1,79903699	1,14575606	0,82521477	0,62627492	0,54256472	1,19217122	2,62251317	31,4701581
1992	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,61804113	1,32474482	0,70379687	0,45997856	0,29407312	0,53109877	2,89469951	34,7363941
1993	2,42547944	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,3987989	1,59159924	0,97550673	0,67146949	0,35384489	1,48024597	0,91344245	2,58445786	31,0134943
1994	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,26211606	0,97616228	0,5445154	0,43806502	0,20454624	0,14666352	1,23613557	2,48434067	29,8120881
1995	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	3,25051151	2,00752921	1,37001535	1,19573353	0,56324051	0,30816142	0,40978943	0,43619968	2,39535732	28,7442878
1996	2,69425272	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,22811745	1,92773817	1,31287434	0,52908753	0,31310622	0,24335201	0,28338232	0,41348896	2,19564418	26,3477301
1997	3,25610132	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,94631545	2,75944004	3,0867723	4,02210302	4,8007768	4,8007768	4,13968081	49,6761697
1998	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	4,8007768	2,53139744	2,10766429	1,65405548	1,5418944	0,90511591	1,44726086	0,24335201	2,86955203	34,4346244
PROMEDIO	3,9956029	4,75534302	4,8007768	4,76096343	4,51957848	3,20012224	2,13383123	1,5280244	1,25649811	1,14946319	1,20831357	1,48853189	2,89975411	

TABLA A5-14

COTA 360 BALSAPAMBA-MEDIO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO	ANUAL
1966	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,82904369	2,58231573	1,87458701	1,58070885	0,83362709	0,8220017	0,62155184	0,73899336	2,54329332	30,5195199
1967	4,11431047	4,40917265	4,40917265	4,21513689	3,25527399	2,37232878	1,63359708	0,94756131	0,71579601	0,60937416	0,46525615	0,56165844	2,30905322	27,7086386
1968	2,09503811	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,4319436	1,66923329	0,97379125	0,71579601	0,56607288	0,56137579	0,46534578	0,67849642	1,94871759	23,3846111
1969	2,06911431	3,02728947	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,00418115	2,28505034	1,81531045	1,45130228	0,56137579	0,56607288	1,13152102	2,42822797	29,1387356
1970	4,32971917	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,41059388	2,05095469	1,75361576	1,52957201	1,06796082	0,69942784	1,22857245	2,8089256	33,7071072
1971	3,18471702	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,39197172	2,12203958	1,44617577	0,94143085	0,70758308	0,68985495	0,56607288	0,98809001	2,27212115	27,2654538
1972	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,44966394	2,89910942	2,65028322	2,47527374	4,40917265	3,89564263	46,7477115
1973	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,61985555	2,33528931	1,69873288	1,53302649	1,39029847	1,18000618	1,29672712	2,92498327	35,0997993
1974	2,4901708	4,40917265	4,40917265	4,23849001	4,40917265	2,53068407	1,79662305	1,34780009	1,15899778	1,19688295	1,12831985	2,47053173	2,63216819	31,5860183
1975	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,55782716	2,34238362	1,73046918	1,41082352	1,31790822	1,10995114	1,1326052	2,88731927	34,6478313
1976	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,70826827	2,38128014	1,66869453	1,31101217	1,04079512	1,01692118	1,60497022	2,89815041	34,7778049
1977	3,84369036	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,94736994	2,36039796	1,6603383	1,29718001	1,09334086	0,93716681	0,70677198	0,93806084	2,50098625	30,011835
1978	3,64988411	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,76957329	1,77953678	0	0,11493747	0,98317489	0,70924216	1,22317922	2,40551821	28,8662185
1979	3,26185636	4,40917265	4,40917265	3,5479186	3,51987343	3,15302672	1,760682	1,28572001	1,07773461	0,93640431	0,66671727	1,52375495	2,46266946	29,5520336
1980	1,53145087	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,84273574	2,09833514	1,44044883	1,02167246	0,7622143	0,75885521	2,25625568	2,61238824	31,3486588
1981	3,05637186	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,28442878	1,85056297	1,61954351	1,48994722	1,50121647	1,51812033	1,62517813	2,71517166	32,5820599
1982	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,87687897	2,38620968	1,92033014	1,28276483	1,09348448	1,74776856	4,40917265	4,40917265	3,23020605	38,7624726
1983	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,05044581	2,94419689	2,7668495	2,4238962	0,28248365	3,61100672	43,3320806
1984	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,89701526	2,08689727	1,44425588	2,09509135	1,0164461	0,68488371	1,92492199	2,84961457	34,1953748
1985	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,41240852	2,32704832	1,70406282	1,42796639	1,29837011	1,86501709	1,78807957	1,25329314	2,80941138	33,7129366
1986	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,37458272	1,61954351	1,26456239	1,33217784	1,30963935	1,25892776	1,22512004	2,70253474	32,4304169
1987	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,95843385	1,72092714	1,07891191	0,62677896	0,42353696	0,45078457	0,56165844	2,57224126	30,8668951
1988	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,64895148	1,38521309	0,71688995	0,50166819	0,38843799	0,29623631	0,36227442	2,36212789	28,3455347
1989	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,21991617	1,99698858	1,27806697	0,94325964	0,98767796	1,32466859	1,30049016	2,75807761	33,0969313
1990	1,8852016	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,55670082	1,56217543	1,04585221	0,66819742	0,60984182	0,46586074	1,03728613	2,2889839	27,4678068
1991	2,87754926	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,7489114	1,64963458	1,05060587	0,70668863	0,56137579	0,48651414	1,09316644	2,40092806	28,8111367
1992	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,40062389	1,21473037	0,58724863	0,40863117	0,2811292	0,49590157	2,65360839	31,8433007
1993	2,22405363	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,11654303	1,45942366	0,89449502	0,60709059	0,33682548	1,35731781	0,82401755	2,37137145	28,4564574
1994	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,07425689	0,89509613	0,50466259	0,39973931	0,18757143	0,14155695	1,13347974	2,28185219	27,3822263
1995	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,98057028	1,8408124	1,25624137	1,09643292	0,50764819	0,29725818	0,40608094	0,40888556	2,2025517	26,4306204
1996	2,47050643	4,40917265	4,40917265	4,40917265	3,87699018	1,76764767	1,20384568	0,492825	0,31227712	0,23465159	0,2339402	0,37047034	2,01588935	24,1906722
1997	2,98569588	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,70163642	2,53028022	2,83042892	3,68808438	4,40917265	4,40917265	3,80002786	45,6003344
1998	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	4,40917265	2,32117559	1,93263169	1,51669317	1,41384659	0,72144687	1,32707197	0,23465159	2,62611506	31,5133807
PROMEDIO	3,66743228	4,3672974	4,40917265	4,37202197	4,1494938	2,93522381	1,95705467	1,39948842	1,14493176	1,04785904	1,10300607	1,36770344	2,66005711	

TABLA A5-15

COTA 200 BALSAPAMBA-BAJO

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO	ANUAL
1966	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,98351255	1,33768535	0,97106932	0,81883522	0,37743156	0,38188405	0,30536293	0,35126109	1,30537269	15,6644722
1967	2,1312858	2,28435754	2,28435754	2,18351567	1,68628967	1,22890839	0,84623226	0,49085357	0,35107784	0,29951143	0,2305364	0,27683774	1,19114699	14,2937639
1968	1,0852669	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,25978992	0,86469245	0,50444114	0,35102707	0,27686037	0,27683614	0,23050961	0,33287617	1,0029477	12,0353724
1969	1,07183791	1,56818964	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,55621912	1,18369661	0,94036301	0,75180032	0,27692419	0,27692419	0,58614796	1,2554313	15,0651756
1970	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,76674813	1,06243091	0,90840407	0,79234543	0,55322265	0,33742406	0,63642232	1,45656544	17,4787853
1971	1,6497399	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,75710151	1,09925414	0,7491447	0,48767788	0,34202789	0,33713449	0,2768456	0,51184815	1,17198724	14,0638469
1972	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,78698711	1,5017901	1,37289372	1,2822357	2,28435754	2,01823058	24,218767
1973	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,87514938	1,20972129	0,87997376	0,79413491	0,72019927	0,61126413	0,67172765	1,51532984	18,1839581
1974	1,28995264	2,28435754	2,28435754	2,195613	2,28435754	1,31093924	0,9306826	0,69818435	0,60038141	0,6200066	0,5844897	1,27977926	1,36359178	16,3631014
1975	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,84301757	1,21339626	0,89641373	0,73083161	0,68269983	0,57497438	0,58670958	1,49581922	17,9498307
1976	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,92094874	1,23354535	0,86441336	0,67912756	0,53915033	0,52678321	0,83140304	1,50142994	18,0171593
1977	1,99109978	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,04480764	1,22272801	0,86008469	0,67196225	0,56636996	0,48546903	0,34191069	0,48593215	1,29361974	15,5234368
1978	1,89070471	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,43468809	0,92183162	0	0,05516329	0,50930203	0,3420638	0,63362853	1,24373435	14,9248122
1979	1,68969945	2,28435754	2,28435754	1,83788476	1,82335687	1,63332377	0,91206451	0,66602577	0,55828564	0,48507404	0,32332329	0,78933209	1,27392377	15,2870853
1980	0,79331871	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,99060527	1,08697482	0,74617804	0,52924446	0,37001171	0,36963314	1,16878046	1,34934807	16,1921768
1981	1,58325483	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,18337463	0,95862444	0,83895226	0,77181909	0,77765676	0,78641326	0,8418711	1,40661638	16,8793965
1982	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,00829207	1,23609894	0,99476507	0,66449493	0,56644436	0,90537512	2,28435754	2,28435754	1,67346798	20,0816157
1983	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,09820278	1,52514621	1,43327712	1,25562122	0,13810944	1,87007163	22,4408596
1984	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,50070529	1,0810498	0,74815017	1,08529448	0,52653711	0,33248345	0,99714373	1,47442931	17,6931517
1985	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,20545231	0,88273477	0,73971192	0,67257875	0,96611193	0,92625693	0,64922808	1,45532187	17,4638624
1986	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,23007597	0,83895226	0,65506575	0,69009175	0,67841641	0,65214691	0,63463391	1,40009756	16,8011707
1987	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,05053894	0,89147078	0,55889551	0,3047055	0,20737227	0,22121581	0,27686192	1,32777377	15,9328484
1988	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,37220385	0,71756495	0,35137072	0,24597994	0,19073042	0,13809934	0,17689059	1,21788563	14,6146275
1989	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,66797369	1,03447551	0,66206136	0,48862522	0,5116347	0,68620183	0,67367697	1,42886975	17,146437
1990	0,97656787	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,32441637	0,80923458	0,54177	0,32853773	0,30003841	0,23054084	0,53733261	1,18215571	14,1858686
1991	1,49062156	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,42398486	0,85453997	0,54423247	0,34659688	0,27686666	0,23871621	0,56627961	1,23993903	14,8792684
1992	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,24356575	0,62925188	0,28746178	0,2027837	0,1381584	0,24441284	1,37098163	16,4517796
1993	1,15209923	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,61442457	0,75600734	0,46336429	0,29666607	0,16579005	0,7031147	0,40344248	1,22436157	14,6923389
1994	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,07450186	0,46367567	0,24902803	0,19814255	0,09199521	0,06897544	0,58716261	1,17960576	14,1552691
1995	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,54398827	0,95357347	0,65075531	0,5679717	0,24906284	0,1450609	0,19343811	0,20274769	1,13700237	13,6440285
1996	1,27976615	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,00834968	0,91567285	0,62361341	0,24438826	0,1473367	0,11504281	0,1150797	0,18428481	1,04055058	12,486607
1997	1,54664342	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,39949558	1,31073003	1,46621238	1,91049312	2,28435754	2,28435754	1,96867311	23,6240773
1998	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	2,28435754	1,20241013	1,00113749	0,78567397	0,73239761	0,35142719	0,68744682	0,11504281	1,35811031	16,2973227
PROMEDIO	1,90122105	2,26265548	2,28435754	2,26508302	2,14969907	1,52053774	1,0138089	0,72304895	0,58515067	0,5353615	0,56233045	0,70378424	1,37558655	

ANEXO 6

PRESUPUESTO DE OBRA

Costos Unitarios de Obras.

Para el desarrollo del presupuesto de las tres centrales en cascada se contó con la información de costos de materiales, equipos electromecánicos y equipos hidromecánicos dados por la compañía de consultores en Ingeniería CAMINOSCA, Caminos y canales C.Ltda en Enero del 2006 para el proyecto Angamarca Sinde.

También se consideraron precios de equipos electromecánicos de Empresas Chinas. Estos costos fueron dados para una central que tiene baja potencia nominal de 6 Mw y un caudal de diseño de 3.3 m³/seg

Los costos unitarios dados por CAMINOSCA, fueron basados en la tarifa de los equipos y maquinaria, costos de mano de obra, costos de materiales y equipos, así como su debido transporte.

Actualización de precios dados por CAMINOSCA

Los precios presentados por CAMINOSCA en Enero del 2006, fueron calculados a partir de una lista de precios en Sucre (Moneda ecuatoriana antes de la dolarización) dada por el INECEL en el año 1984, la cual fue actualizada a diciembre del 2005 como se detalla a continuación:

1) Transformación de los Precios Unitarios de sucres a dólares americanos con la tasa de cambio a enero de 1984.

$$PU_0 = PU_{sucres} \times TC$$

Donde:

$PU_0 =$	Precio Unitario (enero de 1984 usd/amer.)
$PU_{sucres} =$	Precio Unitario (enero de 1984 en sucres)
$TC =$	Tasa de cambio de sucre a usd/amer. (1 usd/amer. = 54.00 sucres)

2) Actualización de precios de dólares americanos de enero de 1984 a dólares americanos de diciembre del 2005, utilizando la formula de interés compuesto que se muestra a continuación:

$$PU_f = PU_0(1+i)^n$$

Donde:

$PU_f =$	Precio Unitario (diciembre del 2005 usd/amer.)
$i =$	Tasa de Inflación Promedio Anual (2.5%)
$n =$	Número de años (22 años)

Luego se procedió a comparar los precios obtenidos en dólares americanos del 2005 con una lista de precios de la Base de Datos de CAMINOSCA, determinándose el grado de afinidad de los rubros con características similares.

La base de datos anteriormente mencionada hace referencia a precios de proyectos realizados en el Ecuador por CAMINOSCA entre los años 2003 y 2005 a nivel de detalle. Estos proyectos se enlistan a continuación:

- Proyecto “Hidroeléctrico Baba – 40 Mw”. (CEDEGE)
- Proyecto “Optimización Papallacta Ramal Sur” (EMAAP-Q)
- Proyecto “Hidroeléctrico Sabanilla – 30 Mw”. (CAMINOSCA – en licitación)
- Proyecto “Hidroeléctrico Chorrillos – 5 Mw”. (HIDROZAMORA – en construcción)

En el caso de que los valores de los rubros comparados sean semejantes, se asimiló como actualizados a los precios calculados y en el caso de que existan rubros con sustanciales diferencias se tomo como referencia los indicados en la Base de Datos, como se muestra en el siguiente gráfico.

DESCRIPCION	UNIDAD	P. UNITARIO ESCALADO(*)	P. UNITARIO BASE DE DATOS(**)
ACABADOS ARQUITECTÓNICOS	gl	32305,14	20.108,24
ACERO DE REFUERZO	kg	1,70	1,56
CUBIERTA METÁLICA	m ²	61,69	51,69
EXCAVACIÓN EN ROCA	m ³	132,34	70,67
EXCAVACIÓN PARA AZUD	m ³	9,04	6,47
EXCAVACIÓN PARA MUROS	m ³	7,23	9,04
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR	m ³	3,27	2,95
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR - PLATAFORMA	m ³	3,27	2,95
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR - TRASVASE	m ³	6,23	4,58
HORMIGÓN ESTRUCTURAL	m ³	256,26	159,06
HORMIGÓN PARA AZUD	m ³	208,77	137,69
HORMIGÓN PARA BLOQUES DE APOYO	m ³	184,53	128,11
HORMIGÓN PARA CONDUCTO Y CHIMENEA	m ³	436,17	292,22
HORMIGÓN PARA MUROS	m ³	214,26	178,04
HORMIGÓN PARA MUROS, VIGAS, TABLERO DE OBRAS DE ARTE	m ³	214,26	214,26
INYECCIÓN A PRESIÓN PARA PANTALLA DE IMPERMEABILIZACIÓN	m	1211,52	436,17

Se puede observar que con este método de actualización se obtuvieron algunos valores aproximados a los de la base de datos de CAMINOSCA, a pesar de que fueron precios de hace 22 años los dados por el INECCEL. Sin embargo algunos valores presentaron una gran diferencia al ser comparados, por lo cual se eligieron como precios finales a presentar en enero del 2006 los de la base de datos.

3) Finalmente, para actualizar los precios en dólares americanos de enero del 2006 presentados por CAMINOSCA, a dólares americanos de Enero del 2009 se utilizó la formula de interés compuesto que se muestra a continuación:

$$PU = PU_f(1 + i)^n$$

Donde:

PU =	Precio Unitario (Enero del 2009 usd/amer.)
i =	Tasa de Inflación Promedio Anual (2.5%)
n =	Número de años (3 años)

A continuación se presenta en la tabla A5-1 los precios unitarios dados por CAMINOSCA en Enero del 2006 y su actualización a Enero del 2009.

TABLA A6-1
PRECIOS COTIZADOS POR CAMINOSCA

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO (EN/06)	PRECIO (EN/09)
ACABADOS ARQUITECTÓNICOS	gl	20108,24	32305,14
ACERO DE REFUERZO	kg	1,56	1,70
CUBIERTA METÁLICA	m ²	51,69	54,31
DRENAJES	m	5,22	5,49
DENAJE CANAL	m	5,22	5,49
EXCAVACION EN ROCA - CASA DE MAQUINAS	m ³	10,65	12,00
EXCAVACIÓN EN ROCA - CAJÓN	m ³	10,65	11,00
EXCAVACIÓN EN ROCA - PLATAFORMA	m ³	10,90	11,00
EXCAVACIÓN PARA AZUD	m ³	6,47	6,80
EXCAVACIÓN PARA MUROS	m ³	9,04	9,50
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR	m ³	2,95	3,10
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR - CAJÓN	m ³	4,58	4,81
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR - OBRAS DE ARTE	m ³	6,80	7,14
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR - PLATAFORMA	m ³	2,95	3,10
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR - TRASVASE	m ³	4,58	4,81
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR - TUBERÍA DE PRESIÓN	m ³	6,80	7,14
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR - CASA DE MÁQUINAS	m ³	6,80	7,14
DESVÍO DEL RÍO	gl	30802,92	32362,32
HORMIGÓN DE REVESTIMIENTO	m ³	182,41	191,64
HORMIGÓN DE REVESTIMIENTO PARA CANAL	m ³	182,41	191,64
HORMIGÓN DE REVESTIMIENTO Y PORTALES	m ³	182,41	191,64
HORMIGÓN ESTRUCTURAL	m ³	159,06	167,11
HORMIGÓN PARA APOYO DE EQUIPOS	m ³	211,24	221,93
HORMIGÓN PARA AZUD	m ³	137,69	181,75
HORMIGÓN PARA BLOQUES DE APOYO	m ³	128,11	134,60
HORMIGÓN PARA CONDUCTO Y CHIMENEA	m ³	292,22	307,01
HORMIGÓN PARA MUROS	m ³	178,04	214,28
HORMIGÓN PARA MUROS, VIGAS, TABLERO DE OBRAS DE ARTE	m ³	214,26	225,11
HORMIGÓN PARA MUROS, VIGAS Y SEMEJANTES	m ³	214,26	225,11
HORMIGÓN PARA PAREDES	m ³	184,71	181,75
HORMIGÓN PARA REPLANTILLOS	m ³	149,80	181,75
HORMIGÓN PARA ZAMPEADO	m ³	174,71	181,75
INYECCIÓN A PERIÓO PARA PANTALLA DE IMPERMEABILIZACIÓN	m	436,17	440,00
REPLANTEO, DESBROCE Y LIMPIEZA	ha	220,00	168,00
RELLENO SIMPLE	m ³	1,58	2,00
RELLENOS CON MATERIAL CLASIFICADO	m ³	13,23	14,93
RELLENOS CON MATERIAL CLASIFICADO PARA CASA DE MÁQUINAS	m ³	13,23	14,93
RELLENOS CON MATERIAL CLASIFICADO PARA PLATAFORMA Y	m ³	13,23	14,93
SUB-BASE PARA PAVIMENTO	m ³	10,64	11,18
TUBERÍA DE PRESIÓN	tn	3642,84	3827,05
TURBINAS	gl	4342431,33	4562266,92

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO (EN/06)	PRECIO (EN/09)
GENERADORES	gl	4776665,73	5018484,43
TRANSFORMADORES	gl	521098,74	3467331,10
TABLEROS DE CONTROL	gl	3300255,66	3467331,10
EQUIPOS AUXILIARES, INCLUIDO GENERADOR DE EMERGENCIA Y	gl	977038,32	1026500,88
SUBESTACIÓN - (OBRA CIVIL Y EQUIPOS)	gl	1488828,62	1564200,57
OTROS EQUIPOS	gl	2279785,17	2395199,29
LÍNEAS DE TRANSMISIÓN - (OBRA CIVIL Y EQUIPOS)	gl	2820000,00	2962762,50
COMPUERTAS RADIALES	tn	6027,95	6333,11
COMPUERTAS PLANAS	tn	4305,68	4523,66
REGULADORES DE VELOCIDAD	u	118015,08	123989,59
VÁLVULAS ESFÉRICAS	u	413052,77	433963,57
PUENTE DE GRÚA	u	212427,14	223181,26
SISTEMAS AUXILIARES	gl	118015,08	123989,59
VÁLVULA MARIPOSA DIAM = 1,85 m	u	445370,27	467917,14
COMPUERTA PLANA - 1.10m x 1.00m	Tn	2356,12	2565,00
COMPUERTA PLANA - 1.00m x 1.19m	Tn	2356,12	2565,00
COMPUERTA PLANA - 1.50m x 2.00m	Tn	2356,12	2565,00
COMPUERTA PLANA - 2.50m x 2.50m	Tn	2356,12	2565,00

Consideraciones importantes.

Para costos de excavaciones, rellenos y materiales de construcción se consideraron principalmente los precios cotizados por CAMINOSCA.

Mientras que para determinar los costos de los equipos electromecánicos e hidromecánicos como transformador, turbinas, generadores, tableros de control, equipos auxiliares y sistemas auxiliares se tomo como base los precios de las maquinarias Chinas.

En los precios bases de los equipos Chinos se ha considerado además un 15% por equipo debido al transporte de los equipos al sitio de instalación. A continuación se presenta en la tabla A5-2 los precios unitarios con maquinarias chinas en Diciembre del 2008.

TABLA A6-2
PRECIOS COTIZADOS CON MAQUINARIAS CHINAS

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO
TURBINA PELTON Y REGULADOR (4700 KW)	gl	80000,00
GENERADOR (4.7 MW, 4.16 KV)	U	176000,00
TRANSFORMADOR (9.5 MW, 4.16/69/13.8KV)	U	100000,00
TABLEROS DE CONTROL	U	90000
EQUIPOS AUXILIARES, INCLUIDO GENERADOR DE EMERGENCIA	U	66000
REGULADORES DE VELOCIDAD	U	22181,48
VÁLVULAS ESFERICAS	U	22181,48
PUENTE DE GRÚA	U	36741,20
SISTEMAS AUXILIARES	gl	75769,22
OBRAS CIVILES (SERVICIO ELÉCTRICO Y SANITARIO)	gl	297765,72
EQUIPOS	gl	237343,41

ANEXO 7

EVALUACIÓN ECONÓMICA

Determinación de la remuneración por venta de Energía.

Para determinar la remuneración por venta de energía de todo el proyecto Balsapamba, previamente se determinó la producción de energía eléctrica y la potencia eléctrica disponible para cada caso.

Cálculo de Remuneración para el Proyecto Balsapamba

Para el proyecto Balsapamba, de acuerdo a las producciones energéticas pronosticadas, el precio de venta de energía, se ha calculado que se percibirá como ingresos anuales por energía las cantidades que se presentan en la tabla A7-1

**Tabla A7-1: REMUNERACIÓN POR ENERGÍA PARA PROYECTO
BALSAPAMBA DURANTE LOS 50 AÑOS DE VIDA DEL PROYECTO**

AÑO	ENERGÍA GW-h	TOTAL (\$)
1	79,50	4.770.008,45
2	72,22	4.333.127,13
3	60,77	3.646.137,25
4	76,04	4.562.231,48
5	88,01	5.280.304,25
6	71,10	4.265.949,46
7	121,89	7.313.173,11
8	91,52	5.491.429,97
9	82,37	4.942.357,45
10	90,34	5.420.690,17
11	90,68	5.441.032,99
12	78,27	4.696.258,40
13	75,32	4.519.174,93
14	77,08	4.624.853,72
15	81,78	4.906.551,26
16	84,96	5.097.809,39
17	101,07	6.064.249,99
18	112,96	6.777.615,33
19	89,12	5.347.192,16
20	87,90	5.274.052,73
21	84,56	5.073.631,36
22	80,40	4.823.788,87
23	73,91	4.434.400,60
24	86,30	5.177.950,93
25	71,66	4.299.453,46
26	75,16	4.509.633,79
27	83,03	4.981.888,47
28	74,16	4.449.737,43
29	71,35	4.280.975,01
30	68,82	4.129.136,20
31	63,03	3.781.500,56
32	118,90	7.134.034,89
33	82,25	4.934.719,73
34	79,50	4.770.008,45
35	72,22	4.333.127,13
36	60,77	3.646.137,25
37	76,04	4.562.231,48
38	88,01	5.280.304,25
39	71,10	4.265.949,46
40	121,89	7.313.173,11
41	91,52	5.491.429,97
42	82,37	4.942.357,45
43	90,34	5.420.690,17
44	90,68	5.441.032,99
45	78,27	4.696.258,40
46	75,32	4.519.174,93
47	77,08	4.624.853,72
48	81,78	4.906.551,26
49	84,96	5.097.809,39
50	101,07	6.064.249,99
TOTAL PROYECTO		250.160.390,35

Análisis Económico

A continuación se presentan las hipótesis, cálculos y resultados obtenidos del análisis económico del proyecto Balsapamba:

Una vez obtenido los ingresos y el presupuesto de construcción, se planteo el análisis económico donde se ha tomado las siguientes consideraciones:

La obra civil tiene 50 años de vida útil, mientras que los equipos electromecánicos e hidromecánicos tienen 30 años de vida útil.

Para determinar los costos por operación y mantenimiento, se ha considerado 45 personas de carácter técnico que laborarán en las diferentes centrales, con un sueldo promedio mensual de \$ 500.

Además se han considerado 30 personas para desarrollar trabajos de limpieza en reservorios, diques, bocatomas, etc., con un sueldo promedio de \$ 300 mensuales

Se ha establecido \$ 10.000 mensuales como rubro destinado para gastos administrativos para cada central, así como también \$ 10,000 por concepto de repuestos pequeños o cualquier eventualidad que se presentare durante la operación de las centrales, este valor es por cada central.

Cabe resaltar que habrá un gasto en el año 30 de aproximadamente \$ 7'774.257,178 para renovar los equipos electromecánicos e hidromecánicos. Esto se debe a que estos equipos tienen 30 años de vida útil, como se indico en los párrafos anteriores.

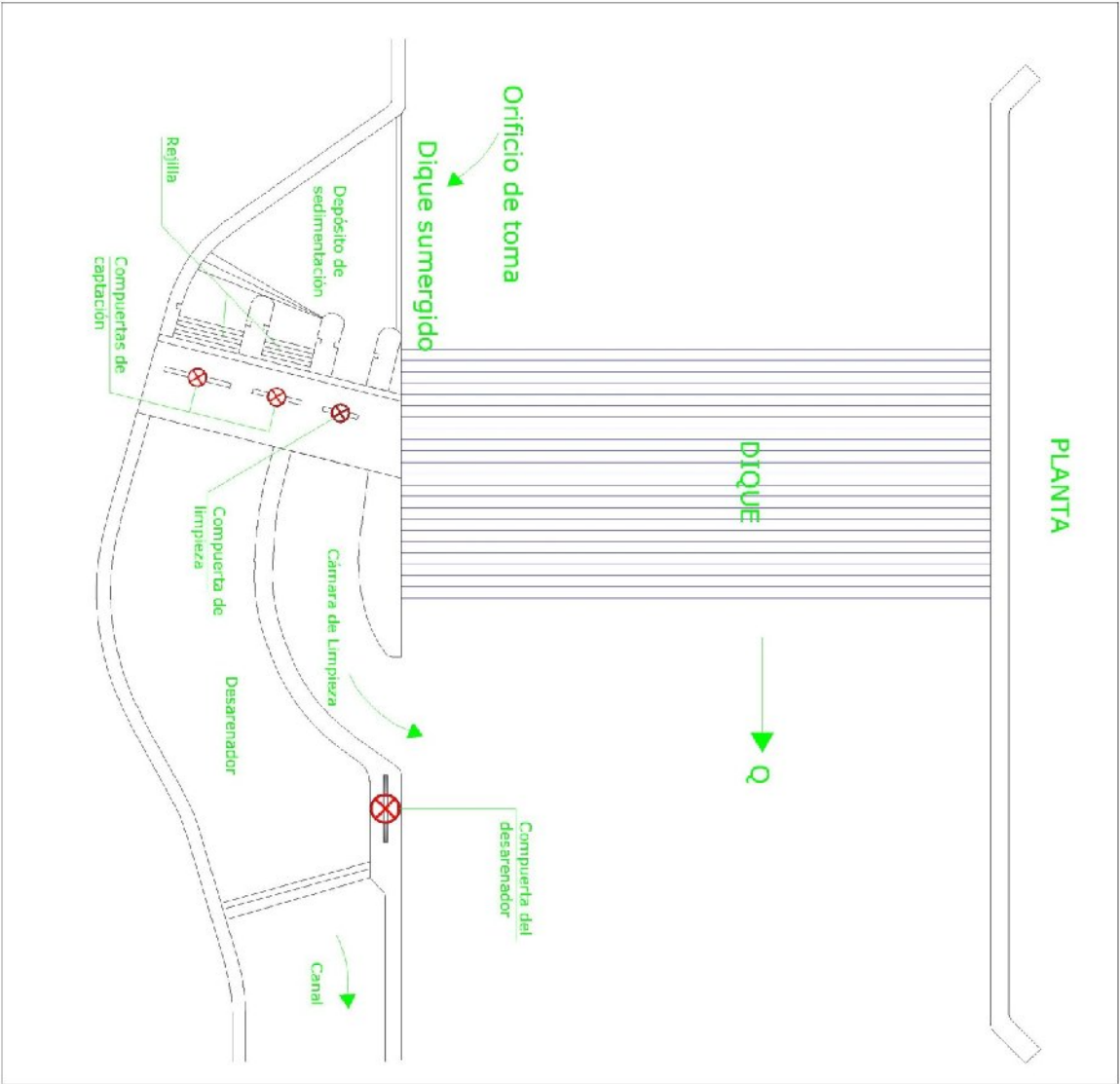
Otro parámetro importante es el costo anual del seguro, el cual se ha calculado como un 0.5% de la inversión para la construcción de la central.

Un rubro importante de ingreso para el presente proyecto es la remuneración por CER, el cual se negociará a un precio de \$ 13, esperando que con este precio se obtenga un anticipo para la construcción de la central.

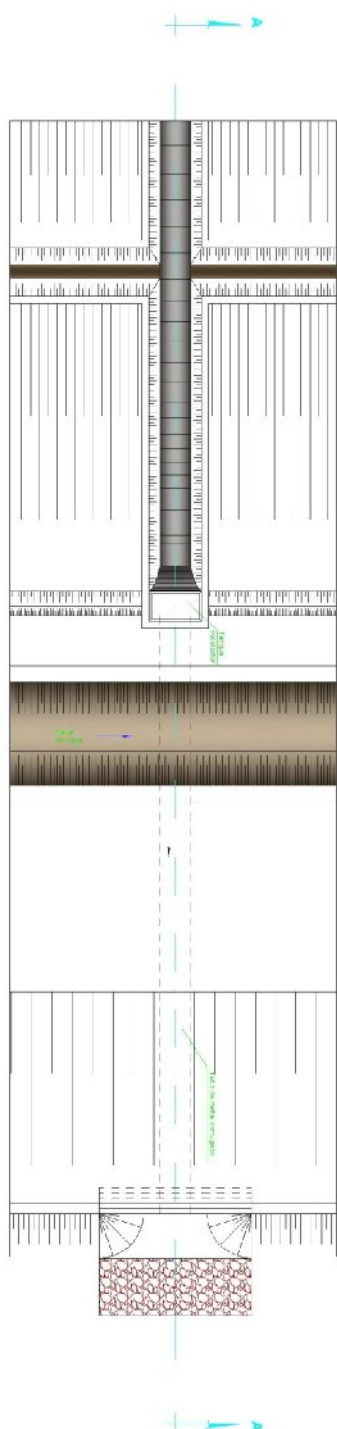
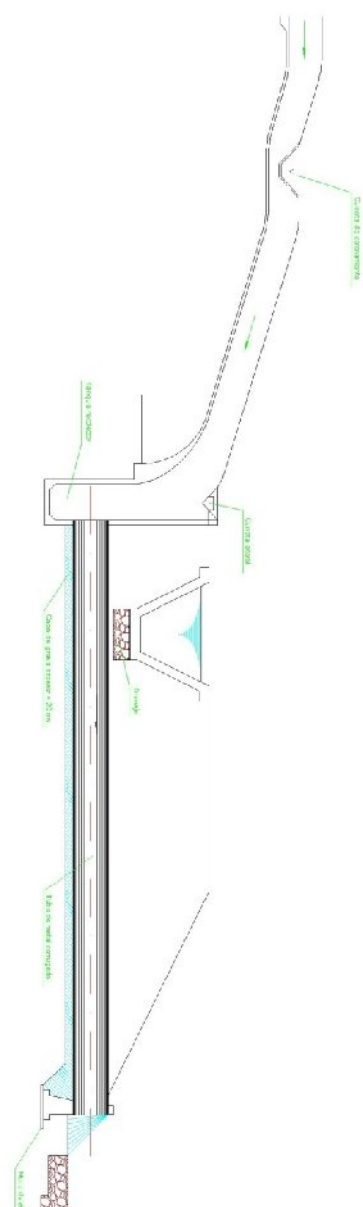
El valor total a recibir por concepto de CER en 14 años es de \$ **10.511.520,53** el cual representa el 38,27% de la inversión.

ANEXO 8

ANEXO DE PLANOS OBRAS CIVILES

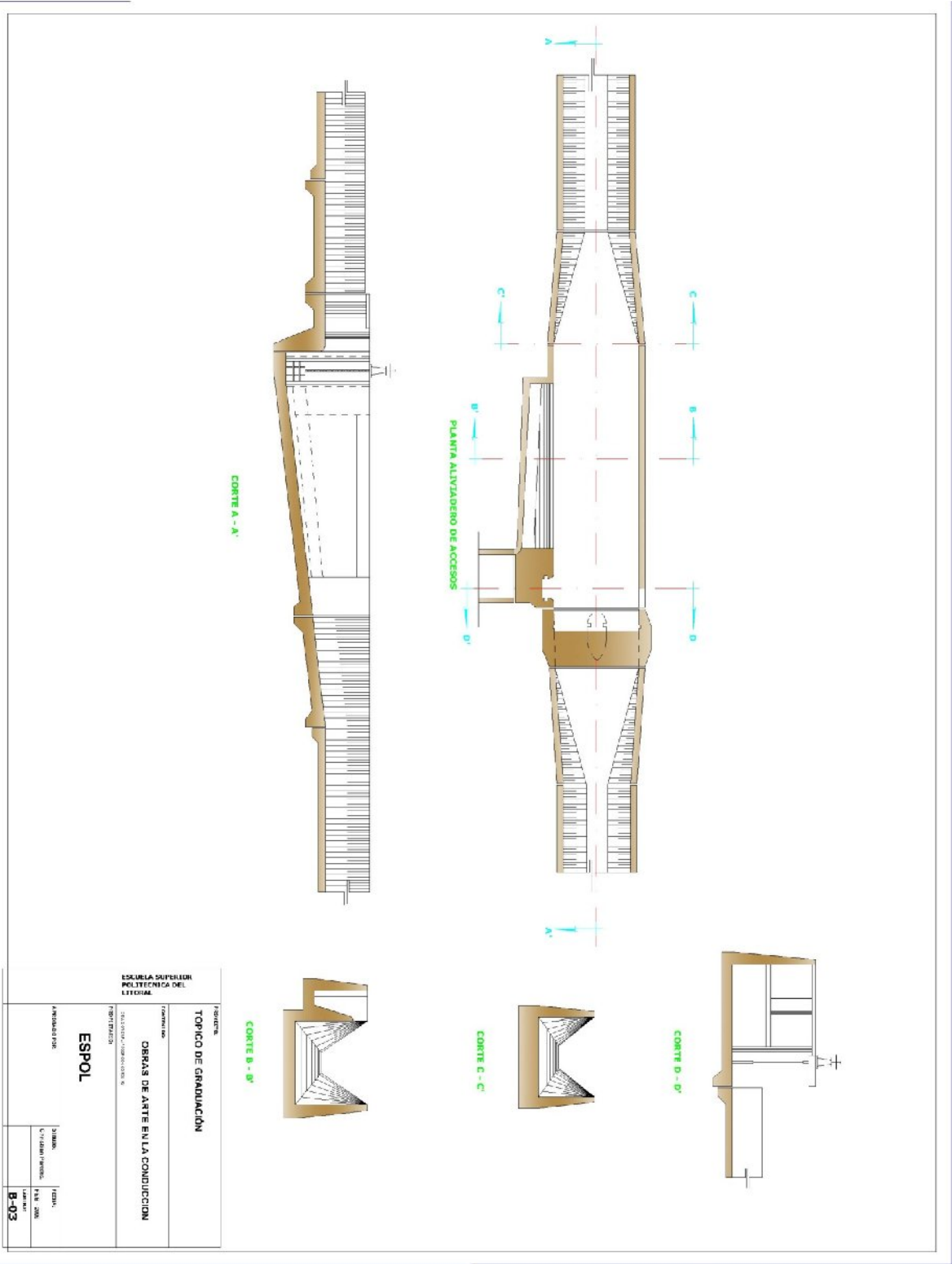


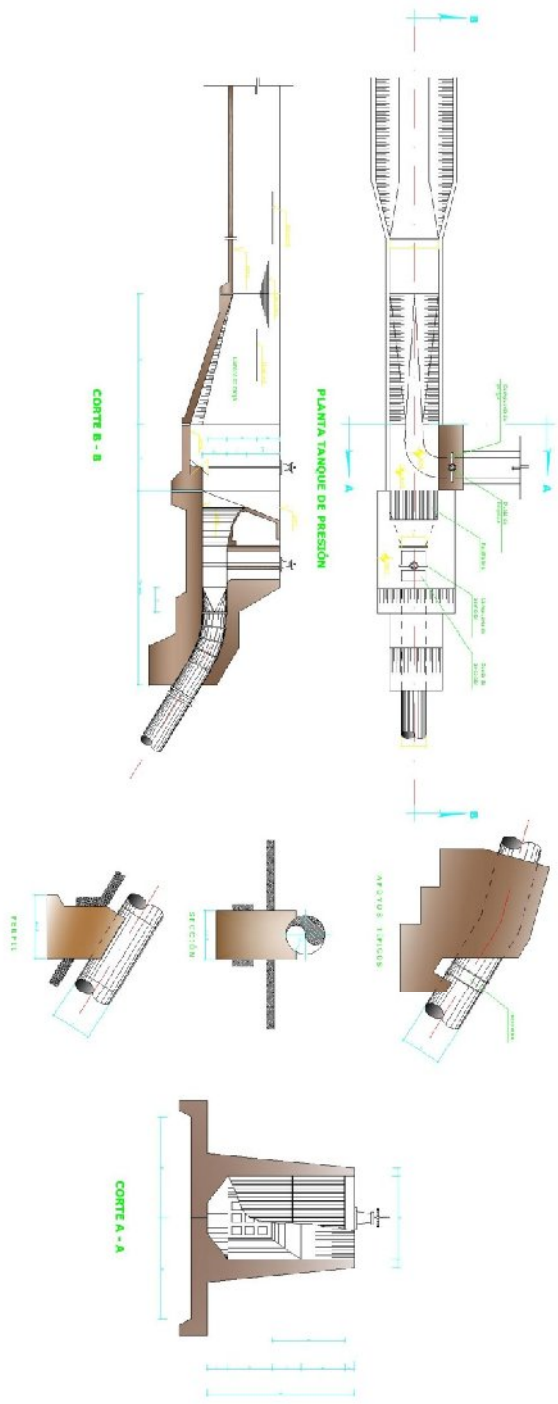
ESCUOLA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL	
TÍTULO DE GRADUACIÓN	
BOCATOMA	
ESPOL	
AUTORIZADO POR:	
FECHA:	
LUGAR:	
B-01	



PLANTA DE EL PASO DE AGUA BAJO EL CANAL

ESCUOLA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL		FOLIO 160	
TÍTULO DE GRADUACIÓN		FOLIO 160	
PASO DE AGUA TIPO PLANTA CORTE Y CARACTERÍSTICAS			
AUTOR: J. A. GARCÍA			
FECHA DE ENTREGA:			
FECHA:			
CATEDRÁTICO:			
B-02			





TOPICO DE GRADUACIÓN	
TÍTULO: TANQUE DE PRESIÓN TIPO PLANTA Y TUBERÍA	
AUTOR: ESPOL	
FECHA: 15-04-2006	
LUGAR: B-04	

