

G-55

DIQUE PACHAYA PUQUIO  
ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL CONSTRUCTIVO

AUTODIDACTIC  
VOLUMEN I: MEMORIA



DIQUE PACHAYA-PUQUIO

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL CONSTRUCTIVO



VOLUMEN I : MEMORIA



ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL CONSTRUCTIVO DEL DIQUE PACHAYA - PUQUIO

V O L U M E N I : M E M O R I A

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
A. PRESENTACION	1
B. INTRODUCCION	4
1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	6
1.1 Ubicación y Acceso	6
1.2 Descripción del Proyecto	6
1.3 El Proyecto Yaurihuiri	8
2. ANTECEDENTES	10
3. OBJETIVOS Y METAS DEL PROYECTO	15
3.1 Objetivos	15
3.2 Metas	16
4. BASES DEL ESTUDIO	18
4.1 Introducción	18
4.2 Topografía	18
4.3 Climatología	21
4.4 Hidrología	21
4.5 Sedimentología	27
4.6 Geología y Geotecnia	29

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA





	<u>Pág.</u>
5. OPTIMIZACION DE TIPO Y DIMENSIONAMIENTO	35
5.1 Generalidades	35
5.2 Optimización de Tipo y Dimensionamiento del Dique Propiamente dicho	35
5.2.1 Ubicación del Eje	36
5.2.2 Altura de Presa y Niveles de Embalse	36
5.2.3 Tipo de Presa	39
5.2.4 Ancho en el Coronamiento	40
5.2.5 Borde Libre	41
5.2.6 Rellenos y Taludes Exteriores	41
5.3 De la Pantalla Impermeable de Concreto	42
5.4 De la Cortina de Inyecciones	43
5.5 De las Obras de Desvío	44
5.6 Del Aliviadero	45
5.7 De las Obras de Descarga	46
6. DESCRIPCION DE LAS OBRAS	48
6.1 Dique Propiamente Dicho	48
6.2 Pantalla Impermeable	48
6.3 Cortina de Inyecciones	49
6.4 Aliviadero de Superficie	50
6.5 Obras de Protección y Desvío	51
6.6 Obras de Descargas	53
6.7 Obras de Accesos e Inspección	55
6.8 Obras Auxiliares y Temporales	56
7. METRADOS Y PRESUPUESTOS	57
7.1 Resumen del Presupuesto	57
7.2 Metrados y Costos de Obras	57
8. RELACION DE PLANOS	67



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



ESTUDIO DEFINITIVO A NIVEL CONSTRUCTIVO DEL DIQUE PACHAYA-PUQUIO

VOLUMEN I - MEMORIA

A. PRESENTACION

Atendiendo el clamor general de resolver definitivamente el problema crónico de sequía en el sector agrario del Distrito de Puquío capital de la Provincia de Lucanas en el Departamento de Ayacucho, el Supremo Gobierno a través de sus organismos competentes dió impulso al antiguo proyecto Yaurihuirí que por sus alcances y proyecciones, su realización y frutos no son inmediatos.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Por lo dicho, ciudadanos preclaros de Puquío se decidieron buscar soluciones inmediatas al problema de la sequía, que si bien eran parciales, significaba un aporte real atenuante del citado problema; y es así que inician trabajos de desagüe en las lagunas de Yaurihuirí y hacen suyo el antiguo Proyecto de embalsar y regular las aguas del río Geronta mediante el Dique Pachaya.

Así nace la decisión de concretar la realización del Dique Pachaya para lo cual los mejores ciudadanos de Puquío se constituyeron en un COMITE DE EJECUCION DEL DIQUE PACHAYA-PUQUIO, bajo la presidencia del Sr. Ruperto Gutierrez Bendezú.

Este Comité consigue la participación y ayuda efectiva de la "Congregación Religiosa de los Sagrados Corazones" de padres alemanes de la Parroquia de San Felipe en San Isidro - Lima y la Parroquia de Puquio.

Este grupo de personas unidas en el ideal común de hacer obras efectivas para el desarrollo de Puquio, como un modelo para resolver muchos problemas en el Perú solicitaron al Ing. Geólogo Mariano Medina recomendar un Ingeniero Hidráulico para realizar los Estudios del Dique Pachaya; la recomendación recayó en el Ing. - Bernardo Roccatagliata Robles, quien inició los estudios preliminares. Seguidamente, la OFICINA DE INGENIERIA Y SERVICIOS TECNICOS S.A. recibe el honroso encargo de ejecutar el Estudio de Factibilidad y Diseños Definitivos del Dique Pachaya-Puquio, dentro de los lineamientos establecidos en el Estudio Preliminar. Finalmente es el propio Ing. B. Roccatagliata quien se encarga de llevar a niveles constructivos el citado proyecto.

Es pertinente manifestar que tanto el Ing. Bernardo Roccatagliata Robles como la Oficina de Ingeniería y Servicios Técnicos S.A. han contado con toda la ayuda, colaboración, apoyo logístico y la Congregación Religiosa de los Sagrados Corazones, en especial - del R.P. Dieter Waker y R.P. Dieter Afhuppe; del Presidente del - Comité Sr. Ruberto Gutierrez; de sus asesores miembros y de los trabajadores provenientes de las comunidades campesinas.



Sin dicha ayuda no hubiera sido posible cumplir a cabalidad con los trabajos, obras y estudios a la fecha realizados.

Es así como el Ing. Roccatagliata cumple con el honroso encargo de elaborar el Estudio Definitivo a nivel constructivo del Dique Pachaya-Puquio, para servir al Agro del Distrito de Puquio, de acuerdo a los Contratos suscritos con el COMITE DE EJECUCION DEL DIQUE PACHAYA-PUQUIO, poniendo todo su empeño y conocimiento en lograr un Proyecto que responda positivamente a lo solicitado, a los deseos y reales requerimientos del "Comité de Ejecución - del Dique Pachaya-Puquio"; seguro, económico, considerando su financiación con los sacrificados aportes de dinero de personas e instituciones caritativas; y tecnológicamente realizable aprovechando al máximo el aporte de mano de obra de las comunidades campesinas.





B. INTRODUCCION

El presente Estudio se refiere concretamente al Diseño Definitivo a Nivel Constructivo del Dique Pachaya-Puquio y sus obras - conexas y complementarias, dentro de la solución técnica óptima seleccionada, en base al tipo y altura del dique que resulte en el mínimo costo por m<sup>3</sup> regulado.

El Estudio elaborado de acuerdo a las normas técnicas vigentes, rebasa los requerimientos exigidos para un Estudio Definitivo, cuales son: los Diseños a Nivel Constructivo de las Obras, incluyendo Especificaciones Técnicas de Construcción, manuales de operación y mantenimiento, análisis de precios unitarios, metrados y presupuestos detallados.

El Estudio recoge los resultados de las investigaciones básicas de la evaluación hidrológica y del planteamiento y Evaluación de diversas alternativas de solución técnica y su selección, efectuados en los niveles de prefactibilidad y factibilidad del Estudio; planteando además, la ejecución del programa de perforaciones, inyecciones e investigaciones del eje de cierre del dique como parte de la etapa constructiva del Dique.



Esto último ha permitido además de la ejecución propia de la cortina de inyecciones, con sus pruebas y verificaciones, el conocimiento cabal de las condiciones de cierre y cimentaciones del Di que.

En el planteamiento y evaluación de alternativas efectuados en los estudios previos se han incluido todos los tipos y ubicaciones viables de las obras para diversos tamaños, de modo de tener los más sólidos elementos de juicio para la selección definitiva; es decir el estudio realizado, ha abarcado los niveles de prefactibilidad, factibilidad y definitivo.

En los estudios se ha utilizado toda la información técnica disponible utilizable en el proyecto; Cartografía y Topografía del IGM, Geología Regional, Datos Hidrometeorológicos del SENAMHI, - Estudio del Proyecto Yaurihuirí del Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones, etc.

Asimismo, se han utilizado las Normas Técnicas Básicas Oficiales Vigentes, especialmente las contenidas en la Ley General de Aguas y las Normas Técnicas aplicables de entidades internacionales de prestigio mundial.



## 1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO



### 1.1 Ubicación y Acceso

El área del Vaso y el Dique Pachaya, está ubicado en la región de la Sierra Sur Central del Perú, correspondiente al Departamento de Ayacucho, Provincia de Lucanas y Distrito de Puquio; sobre las coordenadas Latitud Sur 14°40' y Longitud Oeste 74°05' a 3,538 m.s.n.m.

El acceso al proyecto se efectúa desde Nazca, a 450 Kms. de Lima, por la Carretera Nazca-Puquio. Desde Puquio se continúa en 9 kms. por la carretera al Cuzco hasta el desvío de la carretera hacia la localidad de Cabana por la cual se -recorre un tramo de 6 Kms. desde donde se efectúa nuevo desvío de 2 Km. habilitado expresamente para llegar a la zona del dique sobre el río Geronta (Ver diagrama vial).

### 1.2 Descripción del Proyecto

El Proyecto específico consiste en la ejecución del Dique Pachaya, para establecer un reservorio de regulación anual de la esorrentía de la cuenca del río Geronta, con fines de mejorar el riego en la zona cultivada de Puquio, que sufre de déficits crónicos hídricos, especialmente de Junio



a Diciembre todos los años y extendiéndose incluso al mes de Enero.

El Proyecto del Dique Pachaya-Puquio, está dentro del área de influencia del Proyecto Yaurihuirí; este consiste en el mejoramiento de Riego de 2,002 Hás. cultivadas en San Andrés y Puquio dentro de 3,662 Hás. investigadas mediante la derivación y regulación en la Laguna Yaurihuirí de los recursos hídricos de las cuencas de las lagunas de Yaurihuirí y Apiñacocha y la subcuenca alta del río Negro Mayo (parcial) con un área de 73.5 Km<sup>2</sup>.

El Proyecto del "Dique PACHAYA-PUQUIO" significa la regulación de 105 Km<sup>2</sup>. de la cuenca del río Geronta, en el citado reservorio de Pachaya; por lo que resulta básicamente complementaria del Proyecto Yaurihuirí.

El tipo y naturaleza del Dique Pachaya seleccionado y sus respectivas dimensiones y obras conexas son seguras, de rápida ejecución y derivan en un costo mínimo por metro cúbico de agua regulada.

El tipo del Dique diseñado no es estrictamente convencional y consiste básicamente en una presa de escollera con núcleo impermeable de columnas y tabiques intermedios de concreto armado. Las columnas se empotran entre los espaldones de

escollera en el sector central de grava-arena bien graduada y compactada que sirve además como el elemento amortiguador y transmisor de las solicitaciones de esfuerzos y presiones, y se prolongan hasta la viga longitudinal de cimentación y rigidez, que transmite los esfuerzos a los cimientos y absorbe todas las reacciones del terreno incluyendo las acciones sísmicas, como arco invertido de sección variable, empotrado a su vez en el sólido cimiento corrido de concreto simple.

### 1.3 El Proyecto Yaurihuirí

El Proyecto Yaurihuirí en su Primera Etapa, para derivar -- 16.2 MMC a las zonas de San Andrés y Puquio, consiste en resumen en las siguientes obras básicas:

#### ZONA ALTA :

- a) Canal Colector Zona "A" (negromayo-Apiñacocha) de 12 Kms. (Km. 15 al 27).
- b) Canal de Drenaje Apiñacocha: 1.2 Kms.
- c) Mejoramiento canal de derivación Pucarcocha-Apiñacocha-Yaurihuirí de 12.5 Kms.





d) Túnel Yaurihuri: 1.64 Kms.

e) Canal de derivación Yaurihuri-Gentillarca: 2.86Kms.

ZONA BAJA :

a) Canal Principal de Conducción San Andrés-Puquio.

- Canales: 26.4 Kms.
- Túnel : 1.55 Kms.
- 3 acueductos en Geronta, Jochangay y Ccocen.
- Obras de arte menores.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



## 2. ANTECEDENTES

En 1977 el Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones inició el Estudio de Factibilidad del Proyecto Yaurihuirí que considera la derivación de todas las aguas de las 5 lagunas de las cuencas altas del río Lucanas hacia la laguna Yaurihuirí como reservorio multianual para servir a todas las tierras situadas en Puquio y Chilque y con la proyección de utilizar los flujos sobrantes y de retorno en la parte baja del valle de Acarí y Bella Unión.

La primera etapa del Proyecto Yaurihuirí consiste en utilizar el volumen "fósil" de agua no utilizable en la laguna Yaurihuirí, mediante un túnel de 1,600 mts. que desaguaría en total 180 MMC permitiendo la solución del problema de los déficits hídricos durante 5 a 6 años.

El proyecto Yaurihuirí ha incluido la evaluación hidrológica de las cuencas altas, la determinación del potencial hidroeléctrico utilizable, los estudios geológicos y geotécnicos básicos sobre las áreas de las estructuras principales y sobre la ubicación y evaluación de canteras en diversos sectores, incluyendo las canteras de agregados en el lecho del vaso Pachaya dentro de la cuenca del río Geronta.





## 2. ANTECEDENTES

En 1977 el Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones inició el Estudio de Factibilidad del Proyecto Yaurihuirí que considera la derivación de todas las aguas de las 5 lagunas de las cuencas altas del río Lucanas hacia la laguna Yaurihuirí como reservorio multianual para servir a todas las tierras situadas en Puquio y Chilque y con la proyección de utilizar los flujos so-brantes y de retorno en la parte baja del valle de Acarí y Bella Unión.

La primera etapa del Proyecto Yaurihuirí consiste en utilizar el volumen "fósil" de agua no utilizable en la laguna Yaurihuirí, mediante un túnel de 1,600 mts. que desaguaría en total 180 MMC permitiendo la solución del problema de los déficits hídricos durante 5 a 6 años.

El proyecto Yaurihuirí ha incluido la evaluación hidrológica de las cuencas altas, la determinación del potencial hidroeléctrico utilizable, los estudios geológicos y geotécnicos básicos sobre las áreas de las estructuras principales y sobre la ubicación y evaluación de canteras en diversos sectores, incluyendo las canteras de agregados en el lecho del vaso Pachaya dentro de la cuenca del río Geronta.



- c) Topografía de detalle de la zona de la boquilla, a escala - 1:200 para la determinación precisa de ejes, topogeología de detalle y programa de investigaciones geotécnicas.
- d) Planteamiento de alternativas de solución técnica en cuanto a tipo, tamaño y sistemas de ejecución del dique en función al volumen útil y funcionamiento hidráulico, para determinar costos de inversión por m<sup>3</sup> de volumen útil.

En los costos fue un factor determinante la disponibilidad y ubicación de canteras de materiales para los diversos tipos de solución y las condiciones geológicas de la boquilla.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



En el sistema de ejecución, primó el criterio de la seguridad, calidad y velocidad de ejecución de las obras.

- e) Análisis y ensayos de Mecánica de Suelos, en base a muestreos en la cantera de agregados y en los cimientos de la boquilla y análisis de las aguas de estiaje.
- f) Recoilación, selección, análisis y evaluación de la información técnica y económica existente, utilizable en el estudio.
- g) Diseño preliminar del dique y obras conexas, incluyendo medrados y costos globales, según la alternativa de solución técnica propuesta.





- c) Topografía de detalle de la zona de la boquilla, a escala - 1:200 para la determinación precisa de ejes, topogeología de detalle y programa de investigaciones geotécnicas.
- d) Planteamiento de alternativas de solución técnica en cuanto a tipo, tamaño y sistemas de ejecución del dique en función al volumen útil y funcionamiento hidráulico, para determinar costos de inversión por m<sup>3</sup> de volumen útil.

En los costos fue un factor determinante la disponibilidad y ubicación de canteras de materiales para los diversos tipos de solución y las condiciones geológicas de la boquilla.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



En el sistema de ejecución, primó el criterio de la seguridad, calidad y velocidad de ejecución de las obras.

- e) Análisis y ensayos de Mecánica de Suelos, en base a muestreos en la cantera de agregados y en los cimientos de la boquilla y análisis de las aguas de estiaje.
- f) Recoilación, selección, análisis y evaluación de la información técnica y económica existente, utilizable en el estudio.
- g) Diseño preliminar del dique y obras conexas, incluyendo medrados y costos globales, según la alternativa de solución técnica propuesta.



- e) Diseños y dibujos de la solución técnica.
- f) Determinación de los Requerimientos de Obras y Costos.
- g) Especificaciones Técnicas.
- h) Redacción de la Memoria Descriptiva.

Presentado dichos estudios, la Oficina General de Irrigaciones del Ministerio de Agricultura los aprueba a nivel de Factivili--dad con Oficio N° 0256-81-OGIR-DE de fecha 11 de Marzo de 1981. Exigiéndose completar las investigaciones de campo y gabinete - que faltan realizar para llevar el estudio a nivel definitivo.

En ese mismo año la OIST amplió las investigaciones geotécnicas incluyendo la ejecución de la pantalla de inyecciones para la im permeabilización de la boquilla en la zona de cimentación del - Dique de cierre.

Finalmente en 1982 el COMITE DE EJECUCION DEL DIQUE PACHAYA-PUQUIO encarga al Ing. Bernardo Roccatagliata los Diseños a Nivel Constructivo, la Memoria del Estudio Definitivo Constructivo y la De claratoria de Fábrica.



- e) Diseños y dibujos de la solución técnica.
- f) Determinación de los Requerimientos de Obras y Costos.
- g) Especificaciones Técnicas.
- h) Redacción de la Memoria Descriptiva.

Presentado dichos estudios, la Oficina General de Irrigaciones del Ministerio de Agricultura los aprueba a nivel de Factivili--dad con Oficio N° 0256-81-OGIR-DE de fecha 11 de Marzo de 1981.

Exigiéndose completar las investigaciones de campo y gabinete - que faltan realizar para llevar el estudio a nivel definitivo.

En ese mismo año la OIST amplió las investigaciones aotécnicas incluyendo la ejecución de la pantalla de inyecciones para la im permeabilización de la boquilla en la zona de cimentación del - Dique de cierre.

Finalmente en 1982 el COMITE DE EJECUCION DEL DIQUE PACHAYA-PUQUIO encarga al Ing. Bernardo Roccatagliata los Diseños a Nivel Constructivo, la Memoria del Estudio Definitivo Constructivo y la De claratoria de Fábrica.



- 4°) Cumplimiento de la Normativa General y de las especificaciones técnicas vigentes aplicables al diseño del Dique.
- 5°) Dimensionamiento del Aliviadero de Demasías, con capacidad para evacuar las máximas riadas previsibles, dentro de un periodo de retorno no menor a 100 años, considerando que aguas abajo no existen noblados alcanzables por los máximos caudales, como se demuestra que a la fecha no han existido problemas en el cauce desde épocas remotas.
- 6°) Dimensionamiento de la capacidad acorde con los volúmenes disponibles y los máximos requerimientos de servicio.
- 7°) Diseño que derive en un gasto de operación y mantenimiento mínimo.
- 8°) Elaboración de Especificaciones Técnicas y Manuales de Seguridad y Funcionamiento, que aseguren la correcta ejecución y el normal funcionamiento del reservorio.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



### 3.2 Metas

- 1°) Ejecución del proyecto en el menor tiempo posible, para su entrada en servicio en un plazo inmediato.



- 2°) Siendo el rendimiento medio de la cuenca de un orden no menor a 21 MMC/año y al 80% de persistencia de un orden superior a 15 MMC/año en el futuro incrementar su eficiencia y volumen de regulación, al incluir los flujos provenientes del Sistema Yaurihuirí.
- 3°) Establecer en coordinación con el SENAMHI, los observatorios hidrométricos y una estación climática ordinaria, -- que servirá para una determinación más precisa de rendimientos y variaciones estadísticas del flujo.
- 4°) Mantener una observación continua del comportamiento del Dique, del volumen de filtraciones y del funcionamiento de las estructuras e instalaciones para prever las medidas pertinentes oportunamente.
- 5°) Estudiar el establecimiento de un sistema de distribución y de turnos de riego, que permita el máximo beneficio a los usuarios.
- 6°) Estudiar las posibilidades del potencial hidroeléctrico del proyecto en función de las demandas y costos de energía actuales y proyectadas.

#### 4. BASES DEL ESTUDIO



##### 4.1 Introducción

Estando el Proyecto Dique Pachaya-Puquio en el área de influencia directa del proyecto Yaurihuiri y dentro del área general de influencia del Proyecto Ancascocha Chumpi, ambos estudiados a nivel de Factibilidad por el Programa Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones, se han utilizado ambos estudios previa selección y análisis exhaustivo - de registros, cálculos y resultados. Los mismos que han sido complementados con los estudios e investigaciones ejecutados en etapas previas y sucesivas; abarcando de esta manera, en forma amplia y detallada todos los estudios básicos necesarios para llegar a un resultado satisfactorio.

Dentro de estos estudios se han considerado los siguientes:

- Topografía
- Climatología
- Hidrología
- Sedimentología
- Geología y Geotecnia

##### 4.2 Topografía

Como ya indicado en los antecedentes, en los estudios de prefactibilidad se efectuaron levantamientos de la topografía general del Vaso a escala 1:5,000, la topografía de de



talle de la zona de la boquilla a escala 1:200; asimismo la ubicación y monumentación de los ejes principales, determinación de Bench Marks, ubicación de calicatas, etc.

#### 4.3 Climatología

El Dique Pachaya está ubicado entre 3,535 (fondo lecho del río) y 3,565 (Cota corona Dique) m.s.n.m. Su climatología presenta características similares a Andamarca (3,490 m.s.n.m.).

Las temperaturas extramas varían entre  $-06^{\circ}\text{C}$  y  $+22^{\circ}\text{C}$ . Las especificaciones técnicas indican las precauciones en el colado y curado del concreto en referencia a las temperaturas mínimas.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Los elementos metálicos expuestos al sol, sufren variaciones de temperatura intrínscas, entre extremos de  $-08^{\circ}\text{C}$  y  $+50^{\circ}\text{C}$  consideradas en las dilataciones correspondientes.

La humedad relativa menor a la de Puquio, varía entre extremos de 20 a 70%, por consiguiente los efectos de oxidación son mínimos.

La evaporación en Cora-Cora varía entre 1,050 mms por año - mínima, 1,611 mms/año promedio y 1,943 mms/año máxima. De acuerdo a la curva de áreas del reservorio la pérdida promedio de evaporación por año será del orden de 150 Mil m<sup>3</sup>.



La velocidad del viento en la zona no ha superado las 20 millas/hora, sin embargo se ha considerado para el diseño de ola de acuerdo a las normas 50 Millas/hora que para un "Fetch" inferior a una milla resulta una altura neta de 2 pies.

En Puquio a 3,213 m.s.n.m. que es la altitud media del área de mejoramiento se tienen registros de 14 años de observaciones 1967- 1980.

Las temperaturas máximas mensuales entre 3.4 y 6.9°C. La precipitación media anual es 412 mms, la mínima 215 mms. El 75% de la precipitación ocurre normalmente entre Enero y Marzo; entre Abril y Setiembre ocurre normalmente el 5% de la precipitación anual; la temperatura media anual es de 10.6°C, la precipitación media del mes más árido es de 0.8 mms y la correspondiente temperatura es de 9.8°C.

Por consiguiente el índice de aridez anual es muy bajo 10.45; con extremos críticos en los meses áridos que determinan un déficit hídrico crónico durante 9 meses del año, haciendo imperiosa la irrigación complementaria.





#### 4.4 Hidrología

Se han utilizado los datos y cálculos confiables de los estudios de factibilidad de los Proyectos Ancascocha-Chumpi y Yaurihuirí elaborados en base al análisis y procesamientos de datos de 11 estaciones para el primero y de 8 para el segundo.

4.4.1 Rendimiento Hídrico, de la cuenca del río Geronta de 105 Km<sup>2</sup> dominados por el Dique Pachaya.

- En el Proyecto Ancascocha-Chumpi del análisis de 11 estaciones pluviométricas se determinó la correlación entre lluvias anuales y elevación efectiva:

$$Pa = 0.356 y = 1020 \quad Pa = \text{Lluvia anual mms } 75\%$$
$$y = \text{m.s.n.m.}$$

Para una elevación efectiva promedio ponderado de la cuenca del río Geronta de 4,100 m.s.n.m. resulta:  
Pa= 440 mms para toda la cuenca.

Del plano de isoyetas elaborado en el Proyecto Yaurihuirí al 75%, se obtiene 450 mms.



De la lluvia puntual en Ccecana al 75% (4,100 m.s.n.m.) de 675 mms se obtiene una lluvia generalizada por factor de --  
cuenca de 2/3 : 450 m.ms.

Por consiguiente, el asumir 450 mms de lluvia anual al 75% de persistencia es correcto por su triple comprobación y por su similitud con cuencas similares.

- Para el cálculo del escurrimiento anual se ha utilizado la ecuación de correlación de una cuenca aledaña, la del río - San Pedro, que tiene registros de aforo de 9 años, determinada en el Estudio de Ancascocha.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



$$E = 1,097 Pa - 379$$

$$E = 1,097 \times 450 - 379$$

$$E = 115 \text{ mms equivalente a } 115 \text{ Mil m}^3/\text{km}^2.$$

E = Escorrentía anual mms

Pa= Precipitación anual al 75%

Este dato conservador concuerda con los rendimientos reales de cuencas similares.

Volumen anual de escurrimiento:

$$0115 \times 105 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Va = 12 Millones de M3/año al 75% de persistencia.

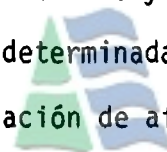
- De este volumen ingresan 80% entre DIC y ABR: 9.6 Millones de M3 de los que normalmente se utilizan un promedio de 0.1 m3/seg perdiéndose por excesos 5 Millones de M3.

El Dique Pachaya entregará entre DIC y ABR 6.0 Millones, reservando 2.5 MMC (Pérdidas de aliviadero 1.1 MMC) para completar el riego de una campala agrícola entre MAY y JUL.

4.4.2 Para el cálculo de máximas avenidas se han considerado varios métodos:

- 1°) Ecuación de correlación entre avenidas y precipitación máxima para 24 horas determinadas en el Estudio Ancascocha para la estación de aforos del río San Pedro, cuenca similar estimadamente a Geronta.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



$$Pq = 0.537 P_{24} - 9.24$$

Se ha seleccionado como precipitación de 24 horas: 2 1/2" o sea 63 mms.

De acuerdo al análisis probabilístico por el método de Hazen utilizado para 11 estaciones en el Proyecto Ancascocha esta precipitación corresponde a un periodo de retorno de 1,000 años en Puzo, 200 años en Ccecchpampa (3,900 m.s.n.m.)



y a cerca de 100 años de Ccecaña (4,100 m.s.n.m.)

Considerando lo siguiente:

La máxima precipitación puntual registrada en Ccecaña es de 53 mms (11 años).

El tipo de estructura puede soportar reboses eventuales sin destruirse.

Aguas abajo la capacidad de la quebrada y la no existencia de poblados disminuyen el riesgo de pérdidas.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



La máxima avenida generada deja un margen de free board de 0.77 m. y un margen de capacidad del aliviadero.

Se concluye que la selección es adecuada; además la máxima avenida generada es asumiendo el más alto coeficiente de escorrentía 0.80 para terreno saturado, semicongelado y compacto, de acuerdo al resultado de cientos de observaciones realizadas por el N.S. Soil Conservation Service.

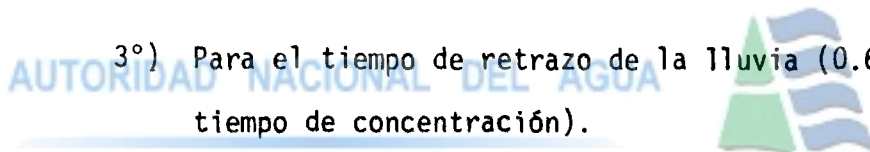
$P_q = 26.86$  mms en 24 horas.



Volumen de escurrimiento:  $0.02686 \times 105 \times 10^6 =$   
2.820 MMC en 24 horas que coincide con el volumen  
calculado por el método del hidrograma unitario,  
que se presenta, en las siguientes páginas.

2°) La lluvia puntual de 63 mms (2 1/2") en 24 horas e  
quivale a la lluvia puntual de 6 horas (50%) 1 1/4";  
a su vez ésta equivale a una lluvia generalizada  
de 1" en 6 horas que se ha asumido en el hidrogra  
ma.

3°) Para el tiempo de retraso de la lluvia (0.6 del -  
tiempo de concentración).



$$0.6 T_c = \frac{L \times L_{ca}}{\sqrt{S}}$$

L = Longitud del cauce en millas: 12.24 Millas

Lca = Distancia del dique a la intersección de la  
perpendicular del centroide de la cuenca con  
la dirección del cauce: 4.8 millas.

s = Pendiente en pies por milla = 3232 pies :  
12.24 = 264.



0.6 Tc = 3.1 horas

Luego Tc = 5.2 horas

4°) De acuerdo a las tablas del Highway Department of Texas y del U.S. Navy Naudocks TP - PW - 5.

La velocidad media de escurrimiento para terrenos con pastizales y con pendientes entre 4 y 7% varía según el volumen de precipitación entre 3 y 3.5 pies por segundo.

Asumiendo 1 m/seg nos da un tiempo de concentración de 5.4 horas, que confirma el cálculo anterior.

En los cálculos del hidrograma se utiliza Tc = 5.2 horas.

La fórmula  $T_c = \left(\frac{11.9 \times L^3}{H}\right) 0.385$  es válida para terrenos de pendiente uniforme, desnudos sin áreas retentivas, por ello de acuerdo a observaciones directas de campo, debe multiplicarse por un factor de corrección que varía entre 1 y 5. Se asume 2.5.

Esto se confirma si calculamos el tiempo de concentración como sumación de tiempos parciales por sec-



tores de la cuenca, que presente hasta 3 fases diferentes de pendiente de cauces, incluyendo zonas muy suaves en que H tiene un valor bajo.

A la máxima avenida se ha agregado un caudal base de 10 m<sup>3</sup>/seg para considerar el efecto de la lluvia precedente y compensar la lluvia entre las 6 horas y 24 horas.

#### 4.5 Sedimentología

Para el cálculo del volumen de sedimentos se han considerado dos métodos:

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



- 1º) De acuerdo a las curvas de Fleming, utilizando la inferior por tratarse de una cuenca con amplia cobertura de pastos y con zonas rocosas no erosionables, el volumen de sedimentos para un caudal medio anual de 0.750 m<sup>3</sup>/seg, deducido del escurrimiento anual para una precipitación media de 670 mms puntual (Ccechapampa) equivalente a 550 mms generalizada a la cuenca,  $E = 1.097 \times 550 - 379 = 235$  mms, equivalente a 0.750 m<sup>3</sup>/seg es del orden de 50,000 m<sup>3</sup>/año (125,000 TON/año).

Este volumen colmataría al reservorio en 50 años.



2°) Tomando en cuenta las características morfológicas de la -  
cuenca y la acción climática, se puede determinar que los  
únicos suelos erosionales son los aluviales (residuales) y  
la matriz areno-limosa-arcillosa de los depósitos coluvia--  
les - torrenciales.

Los suelos aluviales son de escasa potencia, del orden de 1  
a 2 mts. y los depósitos coluviales-torrenciales se circunscriben  
a algunos tramos del flanco izquierdo del vaso en donde  
alcanzan potencias hasta de 25 mts. estos depósitos adquerien  
compasidad en profundidad, por esto consideramos que pueden  
ser erosionables la capa superior hasta unos 4 mts.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



De otro lado la cuenca es pequeña, del orden de 100 Km<sup>2</sup>. y  
las precipitaciones del rango de 450 mm/año, por esta razón  
las aguas en época normal son limpias.

Suponiendo un volumen de sedimentos del 0.9 por mil del caudal  
líquido, la sedimentación anual sería:

Para una masa anual de 15.75 Millones de M<sup>3</sup>.

$$\frac{0.9}{1,000} \times 15.75 = 0.014 \text{ Millones de M}^3 \text{ en sedimentos}$$

Supóngase ahora que la aportación de sedimentos fuese del 10%



de lo que rinde la cuenca por Km<sup>2</sup>, en este caso sería de 150 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> y año.

Sedimentación anual:

$$\frac{150 \times 105}{10^6} = 0.0157 \text{ Millones de M}^3$$



Un valor medio aceptable es de 0.015 Millones de M<sup>3</sup>.

El tiempo necesario para colmatar el reservorio es de 166 años, por esta razón se puede asegurar que el problema de los aterramientos es inexistente.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



#### 4.6 Geología y Geotecnia

Por la importancia que merece la atención de este capítulo, se presenta como ANEXO 1, al presente Estudio, el Informe de las investigaciones geológicas y geotécnicas a nivel Definitivo; el mismo que se sustenta en las investigaciones preliminares efectuadas y las complementarias correspondientes al programa de perforaciones e inyecciones ejecutadas en la zona de represamiento.



CALCULO DEL GASTO DE LA AVENIDA MAXIMA PROBABLE

DATOS :

Para tormenta generalizada de 1" en 6 horas equivalente a una tormenta puntual de 1 1/4" en 6 horas y de 3" en 24 horas.

TIEMPO EN HORAS	PRECIPITACION		INFILTRACION		ESCURRIMIENTO	
	INCREMENTO-Pulg.	ACUMULADO Pulg.	INCREMENTO-Pulg.	ACUMULADO Pulg.	INCREMENTO-Pulg.	ACUMULADO Pulg.
0 - 1	0.08"	0.08"	0.032"	0.032"	0.04"	0.04"
1 - 2	0.18"	0.26"	0.04"	0.07"	0.14"	0.18"
2 - 3	0.24"	0.50"	0.06"	0.13"	0.18"	0.36"
3 - 4	0.18"	0.68"	0.022"	0.15"	0.16"	0.52"
4 - 5	0.16"	0.84"	0.020"	0.17"	0.14"	0.66"
5 - 6	0.12"	0.96"	0.020"	0.20"	0.10"	0.76"

Area de la Cuenca

$$A = 105 \text{ Km}^2 \\ = 40.5 \text{ Millas}^2$$

Curso de agua máximo recorrido

$$L = 19.7 \text{ Km} \\ = 12.24 \text{ Millas}$$

Diferencia máxima de elevación  
4,525 - 3,540

$$H = 985 \text{ m.} \\ = 3232 \text{ pies}$$

Tiempo de concentración

$$T_c = \left( \frac{11.9 L^3}{H} \right)^{0.385} \cdot K$$

Para terrenos con pastos retentivos  
y con zonas de bofedales K = 2.5

$$T_c = \left( \frac{11.9 \times 12.24^3}{3232} \right)^{0.385} \times 2.5$$

$$T_c = 5.2 \text{ horas}$$

Periodo de exceso de precipitación

$$D = 1 \text{ hora}$$

Tiempo de máxima precipitación

$$T_o = D/2 + 0.6 T_c$$

$$T_p = \frac{1}{2} + 0.6 \times 5.2$$

$$T_p = 3.6 \text{ hora}$$

Tiempo de precipitación final

$$T_b = 2.67 T_p$$

$$T_b = 2.67 \times 3.6$$

$$T_b = 9.4 \text{ hora}$$

Máximo escurrimiento para  $Q = 1$  pulg.

$$q_p = \frac{484 \times A \times Q}{T_p}$$

$$q_p = 5569 \text{ pies}^3/\text{seg}$$

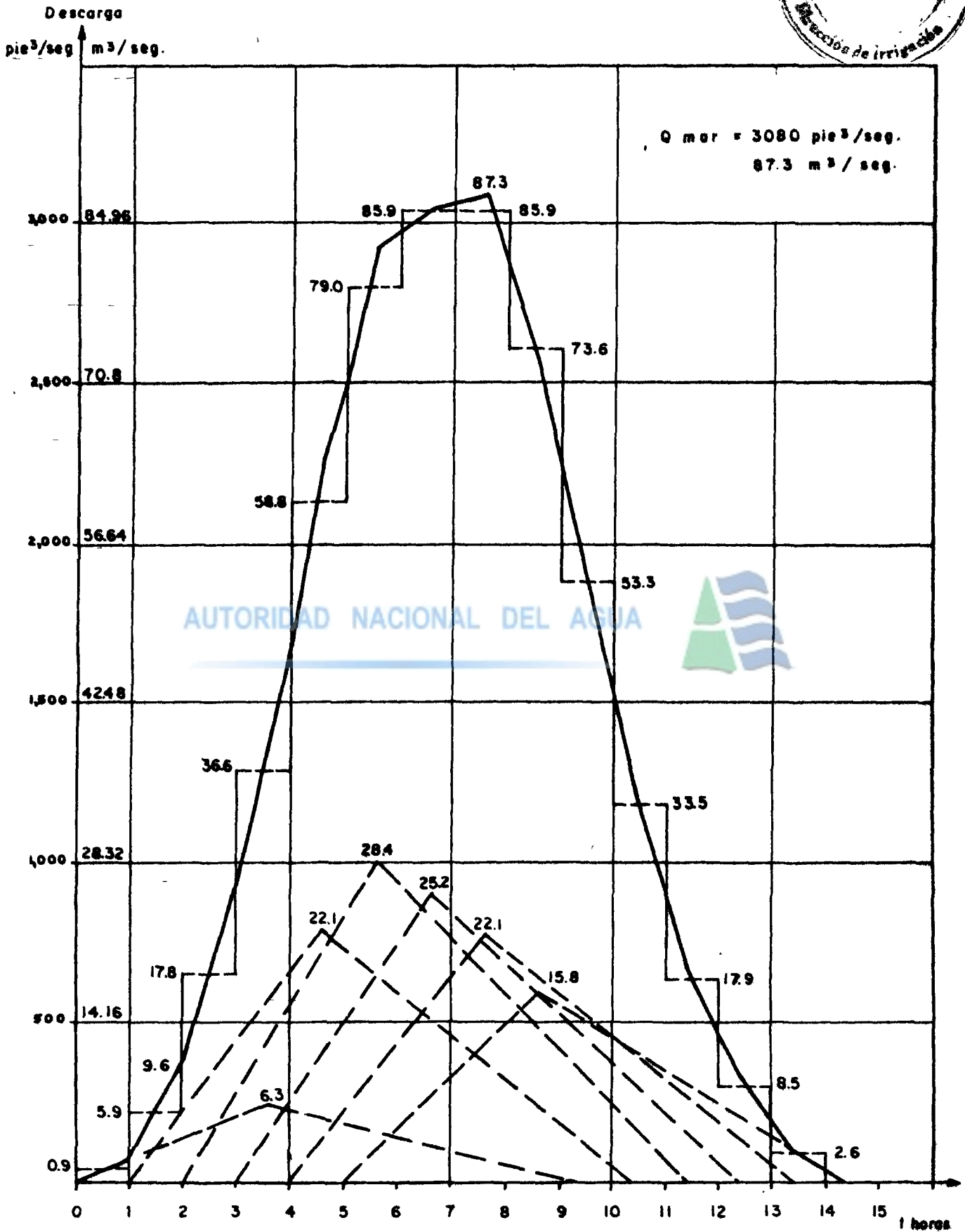
$$q_p = 157.7 \text{ m}^3/\text{seg}$$



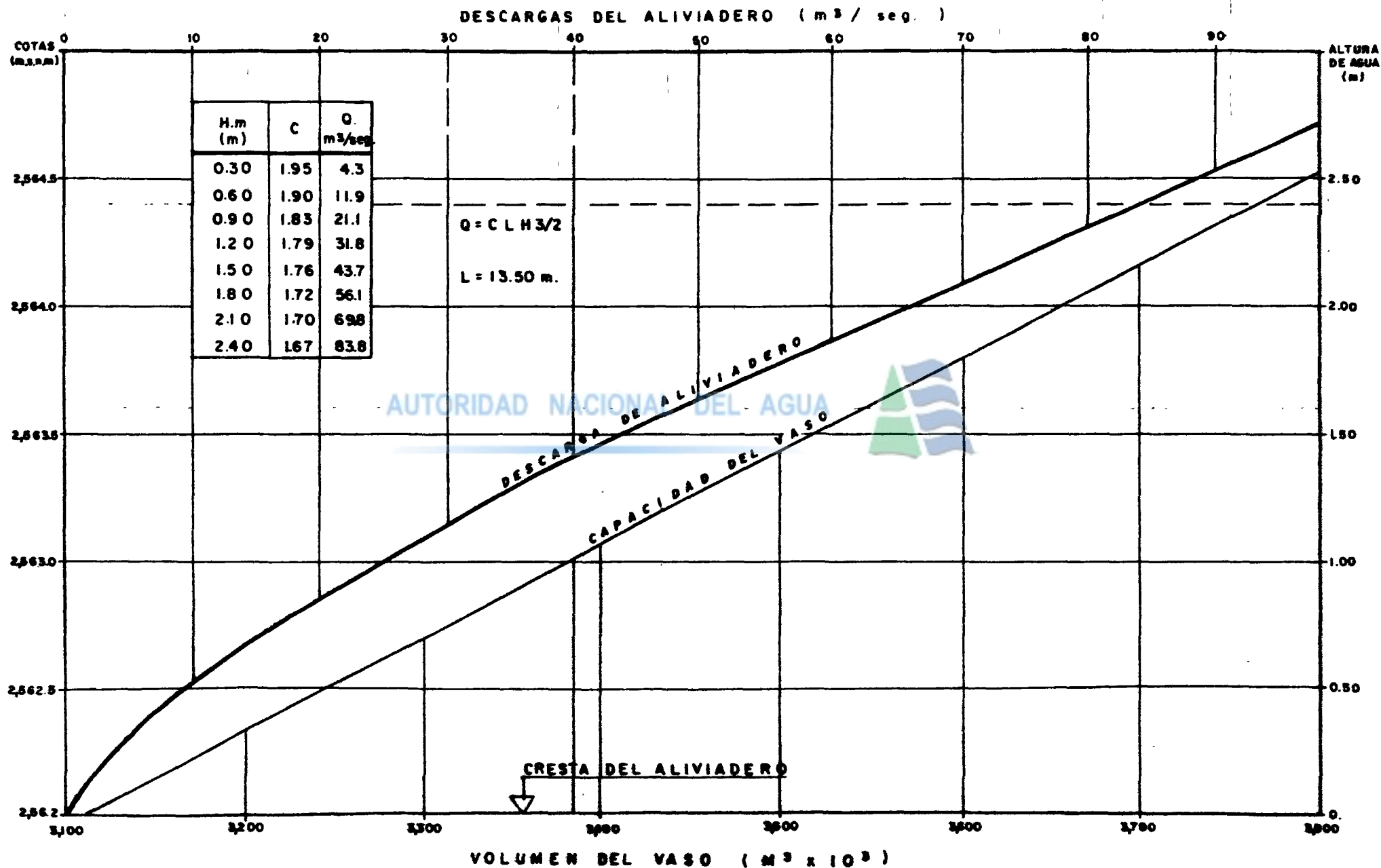
CUADRO DE CONSTRUCCION DE HIDROGRAMA UNITARIOS

TIEMPO EN HORAS	INCREMENTO ESCURRIMIENTO - PULG.	qp PARA 1 PULG. pie3/seg	qp PARA LOS INCREMENTOS pie3/seg	HIDROGRAMA DE INCREMENTOS		
				HORA INIC.	HORA MAX.	HORA FINAL
0 - 1	0.04"	5569	223	0	3.6	9.4
1 - 2	0.14"	5569	780	1	4.6	10.4
2 - 3	0.18"	5569	1002	2	5.6	11.4
3 - 4	0.16"	5569	891	3	6.6	12.4
4 - 5	0.14"	5569	780	4	7.6	13.4
5 - 6	0.10"	5569	557	5	8.6	14.4

# HIDROGRAMA UNITARIO DE LA MAXIMA AVENIDA



# DIAGRAMA DE VARIACION DE NIVELES DEL VASO



VARIACION DE NIVELES - DIQUE PACHAYA-PUQUIO

1 TIEMPO EN HORAS	2 T EN HORAS	3 GASTO ME DIO Qi por ΔT M3/Seg	4 GASTO ME DIO DE LAS APORTACIO- CIONES m / Km2	5 ELEVACION DE TANTEO AL FINAL DE ΔT m.s.n.m.	6 GASTO ME- DIO DE LA DESCARGA M3/Seg	7 DESCARGA MEDJA PA- RA ΔT EN m/Km2	8 AUMENTO DEL ALMACE- NAMIENTO ΔS EN Km2- m	9 ALMACENAMIE- TO TOTAL m/Km2	10 ELEVACION EN EL VA- SO AL FI- NAL DE ΔT m.s.n.m.	11 OBSERVA- CIONES
0	-	10.0		3,562.00	0.00	-	-	3.1096	<u>3,562.00</u>	BIEN
1	1.0	10.9	0.03929	3,562.14	1.00	0.0036	0.0357	3.1453	<u>3,562.14</u>	BIEN
2	1.0	15.7	0.05652	3,562.25	2.80	0.0101	0.0464	3.1917	3,562.32	ALTO
				<u>3,562.30</u>	<u>3.40</u>	0.0122	0.0443	3.1896	<u>3,562.30</u>	BIEN
3	1.0	27.8	0.10008	3,562.55	7.20	0.0259	0.0742	3.2637	3,562.57	ALTO
				3,562.56	7.25	0.0261	0.0740	3.2636	<u>3,562.56</u>	BIEN
4	1.0	46.6	0.16776	<u>3,562.85</u>	<u>15.30</u>	0.0551	0.1127	3.3762	<u>3,562.85</u>	BIEN
5	1.0	68.8	0.24768	<u>3,563.50</u>	<u>32.00</u>	0.1152	0.1325	3.5087	<u>3,563.50</u>	BIEN
6	1.0	89.0	0.32040	3,564.00	55.00	0.1980	0.1224	3.6311	3,564.08	ALTO
				<u>3,564.07</u>	<u>56.50</u>	0.2034	0.1170	3.6257	<u>3,564.07</u>	BIEN
7	1.0	95.9	0.34524	3,564.30	74.60	0.2686	0.0767	3.7024	3,564.22	BAJO
				3,564.23	73.00	0.2628	0.082	3.7082	<u>3,564.23</u>	BIEN
8	1.0	95.9	0.34524	3,564.40	80.30	0.2891	0.0562	3.7643	3,564.44	ALTO
				<u>3,564.43</u>	<u>81.00</u>	0.2916	0.0536	3.7618	<u>3,564.43</u>	BIEN (Max)
9	1.0	83.6	0.30096	3,564.40	84.50	0.3042	-0.0032	3.7586	3,564.42	ALTO
				<u>3,564.41</u>	<u>84.60</u>	0.30456	-0.0036	3.7582	<u>3,564.41</u>	BIEN
10	1.0	63.6	0.22896	3,564.20	79.50	0.2862	-0.0572	3.9010	3,564.22	ALTO
				<u>3,564.21</u>	<u>80.20</u>	0.2887	-0.0598	3.6984	<u>3,564.21</u>	BIEN
11	1.0	43.5	0.15660	3,563.90	69.00	0.2484	-0.0918	3.6066	3,563.85	BAJO
				<u>3,563.87</u>	<u>67.80</u>	0.2441	-0.0875	3.6110	<u>3,563.87</u>	BIEN





## 5. OPTIMIZACION DE TIPO Y DIMENSIONAMIENTO

### 5.1 Generalidades

Los Estudios Básicos de Hidrología, Geología y Geotecnia y Topografía de Detalle efectuados nos permitieron, previo a análisis de los mismos, una Evaluación preliminar de las alternativas más viables para el Diseño del Dique propiamente dicho, así como el de las estructuras conexas; de manera - de conseguir estructuras técnicamente confiables, de rápida y fácil ejecución, y que deriven en costos mínimos.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Planteadas las soluciones posibles se ha efectuado el anteproyecto definitivo de los mismos a fin de poder analizar más detalladamente sus ventajas y desventajas técnicas y determinar sus metrados y costos estimados de cada alternativa. Una ponderación de los diversos factores técnicos y económicos nos permitió llegar finalmente a la Solución Optima.

### 5.2 Optimización de Tipo y Dimensionamiento del Dique Propiamente dicho



### 5.2.1 Ubicación del Eje

El eje se ha definido totalmente, teniendo en consideración las características topográficas y geotécnicas del estrechamiento de la cuenca y sección de cierre, el emplazamiento del aliviadero y disposición del túnel de desvío y descarga.

El eje de referencia coincide con el eje establecido en el estudio preliminar, cuyos puntos extremos E-1 y E-2 fueron monumentados y nivelados.

### 5.2.2 Altura de Presa y Niveles de Embalse



En el Proyecto de Factibilidad del Dique de Pachaya ejecutado, se plantearon alternativas de Solución Técnica en cuanto al tipo, tamaño y sistemas de ejecución del dique en función al volumen útil y funcionamiento hidráulico, para determinar costos de inversión por m<sup>3</sup> de volumen útil, llegándose a establecer como la más conveniente la que da una altura total del Dique de 27.20 mts. entre los niveles de fondo del lecho de 3,538.00 y superior de la pantalla central impermeable que sobresale a la corona de 3,565.20 m.s.n.m. El volumen útil lo da el nivel de 3,562.00 de la cresta del Aliviadero, fijándose





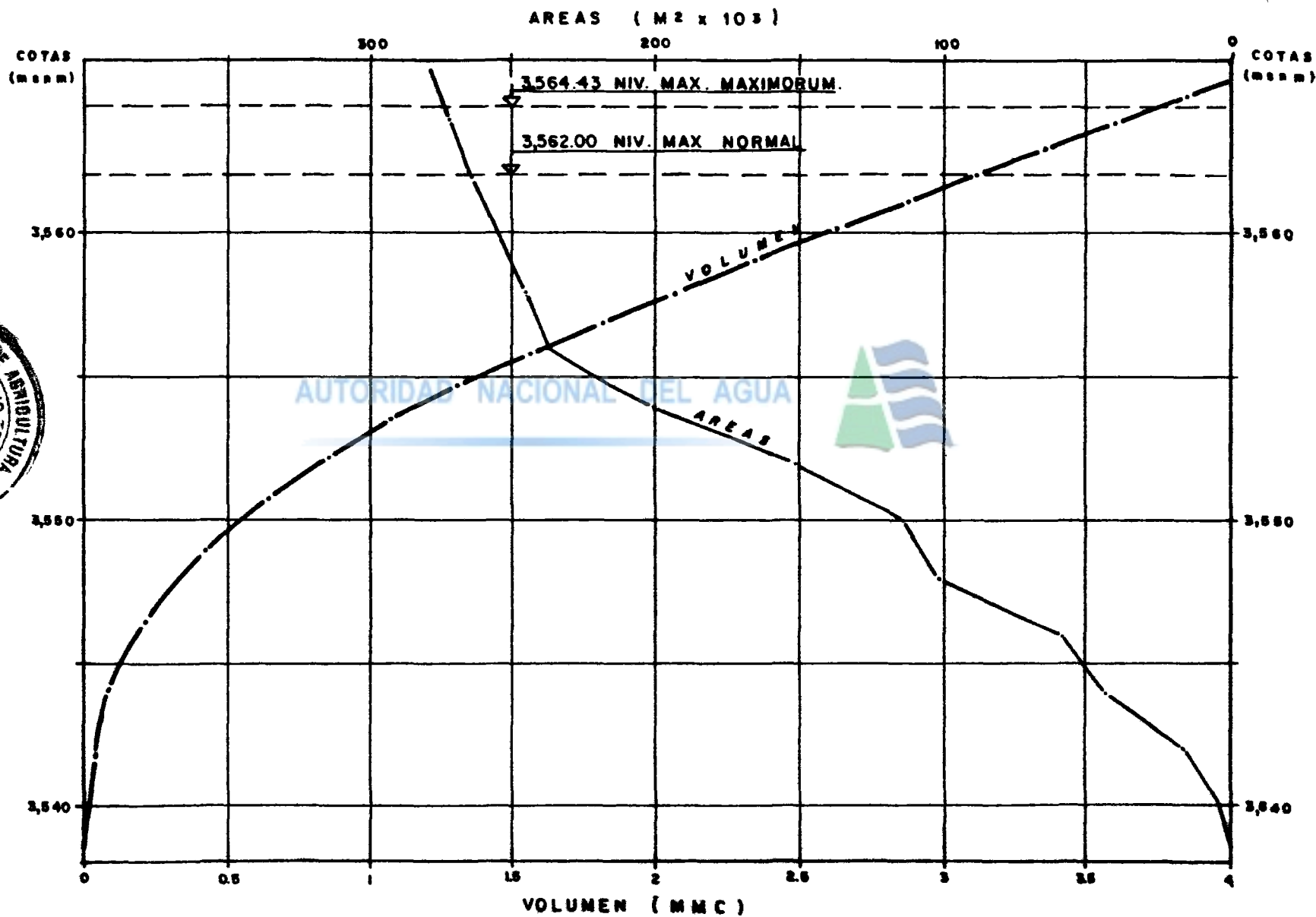
como el mínimo nivel de explotación la cota de 3,540 m.s.n.m.

La curva característica de variación del volumen de embalse en función de la cota se ha obtenido directamente areando en el plano a escala 1:5,000 de curvas de niveles del vaso del dique.

La capacidad de embalse en función de la cota resulta:

<u>COTA EMBALSE</u> m. s. n. m.	<u>AREA</u> m <sup>2</sup> x 10 <sup>3</sup>	<u>VOLUMEN</u> m <sup>3</sup> x 10 <sup>3</sup>
3,540	4.0	2.5
3,544	41.8	79.3
3,548	102.0	340.1
3,552	151.0	823.1
3,556	236.0	1,612.1
3,560	254.0	2,593.1
3,562	262.5	3,109.6
3,564	271.0	3,-43.1

# CURVAS DE AREAS Y VOLUMENES VS. COTAS



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA





5.2.3 Tipo de Presa

Desde el punto de vista de Geología y Geotecnia se de termina que la sección de cierre ó boquilla del dique presenta características apropiadas para la construc- ción de una Presa que sea de concreto o de escollera, puesto que se trata de una boquilla estrecha con talu des rocosos: sanos y verticales en el estribo derecho y sensiblemente alterado y fracturados con pendientes fuertes en el estribo izquierdo.

Otra razón de peso para no considerar la ejecución de Dique de Tierras es el hecho de que los estudios efec- tados sobre Evaluación de Canteras existentes en el área, se desprende que los materiales finos son limi- tados en calidad y cantidad.

Por lo apartado de la zona que eleva significativamen- te los costos de transporte de los centros de produc- ción del cemento, no hacen económica la solución de u- na presa de concreto ya sea de gravedad, de arco o - contrafuerte que por las dimensiones de las mismas re- quieren de grandes volúmenes de material. Un análisis somero de estas alternativas y sus costos hacen que sean desechados frente a las alternativas de las solu- ciones que se plantean del tipo de escollera, con pan- talla impermeable de concreto.



#### 5.2.4 Ancho en el Coronamiento

De acuerdo con diversos criterios se ha adoptado para la coronación de la presa a nivel del terraplén, un ancho de 9.00 m. el cual queda dividido por la pantalla impermeable de concreto en dos sectores: de 3.00 m. a guas arriba y de 6.00 aguas abajo.

#### 5.2.5 Borde Libre

El nivel máximo de la presa lo constituye el borde superior de la pantalla compuesta por una losa de concreto que se constituye en pasarela y puente sobre el aliviadero para la inspección a todo lo largo de coronación de la presa. Siendo su cota adoptada la de - 3,565.20 m.s.n.m.; da un borde libre de 3.20 m. sobre el nivel máximo normal de 3,562.00 m.s.n.m. dado por la cresta del aliviadero y de 0.77 m. sobre el nivel máximo maximorun que alcanzaría la cota 3,564.43 m.s.n.m., según el análisis de variación de niveles.

Considerando velocidades del viento, extraordinarios para la zona, de 80 Km. por hora y para un "fetch" de aproximadamente 1.6 Km. que se dá en el vaso, resultaría una ola de 0.60 m. de altura sobre los niveles máximos de agua.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



#### 5.2.6 Rellenos y Taludes exteriores

El relleno principal de la Presa estará conformado por un enrocamiento acomodado a mano, tipo "pircado", de buen trabe y estabilidad, lo que nos permite, dentro de factores de seguridad adecuados, adoptar los taludes de 1:1 aguas arriba y de 1:1.5 aguas abajo, los que, además terminan en sendas bermas de 1.5 y 3.0 m. de ancho, respectivamente, a la cota 3,543.00.

A fin de proteger y empotrar convenientemente la pantalla central impermeable de concreto, se ha previsto un relleno de arenas y grava graduada y compactada de 3.00 m. de espesor a cada lado de la referida pantalla.

Como plataforma de la corona de los rellenos se ha previsto un enrocado de protección de 0.30 m. de espesor y 3.00 m. de ancho aguas arriba de la pantalla, y una capa de grava del mismo espesor y 6.00 m. de ancho aguas abajo.

Igualmente se ha proyectado un relleno nivelante de grava de 0.30 m. de espesor en la berma inferior y posterior de la presa.



### 5.3 De la Pantalla Impermeable de Concreto

Se ha propuesto una pantalla impermeable de concreto, central y vertical de columnas y placas dentro del núcleo de la presa; considerando sus ventajas técnico-económicas con relación a la alternativa de una membrana impermeable también de concreto sobre el talud mojado de la presa.

Dentro de estas ventajas se pueden considerar las siguientes : menor dimensionamiento y área de cobertura, mínima longitud--- de la cortina de inyecciones a ejecutarse y menores dificultades en la ejecución de la misma; no sujeta a la acción de los asentamientos que se produzcan en el cuerpo y cimentación de la presa; etc.

En consideración de la desventaja que supone, la falta de accesibilidad para su inspección y/o mantenimiento, el diseño de sus elementos estructurales se ha efectuado con los factores de seguridad adecuados y previniendo las condiciones más desfavorables para todas las combinaciones de solicitaciones de esfuerzos que se den; por lo que resultará técnicamente confiable. Se agrega como factor de seguridad adicional las juntas flexibles y altamente resistentes previstos entre las placas, columnas y otros elementos que la componen, y su empotramiento dentro de un medio semielástico y amortiguador de vibraciones que resulta el

núcleo de arena-grava que lo rodea, y que reducirá ostensiblemente los esfuerzos previstos.



#### 5.4 De la Cortina de Inyecciones

Los sondajes efectuados y el correspondiente estudio geológico de la sección de cierre determinaron la presencia de materiales fluviales en el cauce del río y depósitos coluviales - torrenciales poco consolidados y de características permeables a semipermeables; lo que obligaron a incluir una pantalla de inyecciones de cemento cuyas detalladas características técnicas y especificaciones se han perfeccionado mediante un programa de perforaciones, inyecciones e investigaciones adicionales, llevados a cabo durante el proceso constructivo y de cimentación de la presa.

La referida cortina que ha servido de consolidación e impermeabilización quedó conformada por 31 perforaciones con un aproximado de 840 m. de longitud total que han permitido a su vez - inyectar un total de 97 toneladas de cemento.

Las perforaciones e inyecciones han sido ejecutadas a través de la cimentación y estribo lateral izquierdo de la pantalla impermeable de concreto, de manera de constituir una sola unidad de cierre.



### 5.5 De las Obras de Desvío

Por las condiciones estrechas del cauce del río en la zona de cierre y el caudal permanente del mismo, quedó como única alternativa la ejecución de un túnel de 3.00 m. de diámetro nominal, aprovechando la roca sana del estribo derecho, para la derivación de las aguas que permita un seguro y continuado trabajo en la construcción del dique.

El trazo del túnel de 83 m. de longitud y uno por ciento (0.01) de pendiente responde a la necesidad de "techo" - en la clave y de "Ancho de pared de roca" hacia el lado externo, para equilibrar la presión interna y asegurar su estanqueidad.

La ejecución de una atagüfa constituida por un muro de - concreto con un nivel superior de 3,543.00 m.s.n.m., proporciona una carga de agua de 4.25 m. sobre el eje de ingreso del túnel, lo que permite a su vez, dadas las ca--racterísticas del túnel, un caudal máximo de evacuación de 35 m<sup>3</sup>/seg.





## 5.6 Del Aliviadero

Haciendo uso del Hidrograma de avenidas de Diseño, el cual fue determinado de los Estudios Hidrológicos efectuados; se plantearon como soluciones técnicas más viables para el diseño del Aliviadero de Descarga, las siguientes:

- a) Vertedero del canal lateral y canal de descarga.
- b) Aliviadero de pozo y tipo "Morning Glory"
- c) Aliviadero de superficie sobre la presa.

### AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



La fuente inclinación del talud de la ladera izquierda en que se ubica el vertedero de canal lateral, hizo que el movimiento de tierra a ejecutarse fueran considerablemente grandes, de igual forma que los costos de su ejecución, haciéndolo además poco seguro a los deslizamientos.

El Aliviadero tipo "Morning Glory", siendo más económico y seguro que el anterior resulta de una ejecución más elaborada, - que obligaba además de un tratamiento de revestimiento del túnel, la ejecución de otra torre de concreto paralela a ella y puente de acceso, para el ingreso a la cámara de válvulas del sistema de descarga conectado al aliviadero y túnel.



Por lo dicho se adoptó como solución más económica y técnicamente confiable, el aliviadero de superficie con salida en rápida, apoyado sobre la coronación y el cuerpo central de la presa. Su diseño corresponde a un vertedero de cresta ancha con curvas hidráulicas de ingreso tipo "trompeta", con una longitud de 13.50 m. de ancho a la altura de la cresta de cota 3,562.00 m.s.n.m.; continúa al vertedero en un canal rectangular de descarga en rápida de 8,00 m. de ancho sobre el talud aguas abajo de la presa, para terminar en un deflector de salida tipo "trampolín" para efectos de disipación de energía y entrega al cauce rocoso del río lejos de su base de apoyo y del pie de la presa.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



#### 5.7 De las Obras de Descarga

A fin de permitir, a lo largo de la explotación del embalse, entregar los caudales de demanda para el riego y otros usos; se diseñaron las obras de descarga; optando como solución más adecuada su proyección a través del túnel de desvío.

Para definir los caudales de diseño de la obra se han tenido en cuenta las siguientes condiciones:

- a) Suministrar un caudal de 0.85 m<sup>3</sup>/seg. con una carga de agua sobre el mínimo nivel de explotación de 1.50 m.

- b) Vaciar el embalse hasta la cota de mínimo nivel de explotación o próxima, en un tiempo potencial.

De esta manera se proyectó una pantalla de cierre al ingreso - del túnel, la que es atravesada por dos tuberías de acero de  $\varnothing$  24" con válvulas de  $\varnothing$  18" para la descarga controlada según a las demandas. Las tuberías de aproximadamente 50 m. de largo entregan el caudal de agua a una poza de disipación y canal de salida adecuadas, también dentro del túnel.

La implantación de dos tuberías de salida le da mayor versatilidad de uso y control al sistema de descarga.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA





## 6. DESCRIPCION DE LAS OBRAS

### 6.1 Dique Propiamente dicho

El Dique propiamente dicho básicamente es una Presa de Escollera o Enrocado con pantalla impermeable central de columnas y losas.

El enrocado del dique tiene una altura máxima de 24 m. y una longitud de corona de 50 m. con cota de 3,562.00 m.s.n.m. y con ancho de corona de 9.00 m. Los Taludes del enrocado son de 1:1 aguas arriba y 1:1.5 aguas abajo y terminan en bermas de 1.50 y 4.50 m. de ancho y cotas de 3,542.80 y 3,543.00 m.s.n.m., confinadas por los muros anterior de ataguía y posterior de sostenimiento y protección respectivamente.

### 6.2 Pantalla Impermeable

La pantalla impermeable es central y vertical compuesta de columnas "I" de 0.90 x 0.60 m. de concreto armado colocados cada 3 m. entre ejes, ensamblándose entre columnas placas de concreto armado debidamente selladas en todas sus juntas.

La pantalla queda empotrada a su vez dentro de un núcleo de arena y grava graduada y compactada de 3.00 m. de espesor a cada lado y divide a la dataforma de la corona en dos sectores de 3.00 y 6.00 de ancho, sobresaliendo a la corona en una altura adicional de 3.20 m. y terminando en una losa de 0.20 x 1.20

m. que sirve de pasarela de inspección sobre la cota 3,565.20 m.s.n.m.

Como cimentación de la pantalla se dispone de una viga muro de rigidez de concreto armado y cimiento corrido de concreto simple que penetran en el terreno en toda su longitud de contacto constituyéndose de esta manera en un arco invertido de sección variable que absorbe todas las reacciones del terreno incluyendo las acciones sísmicas.

### 6.3 Cortina de Inyecciones

A fin de consolidar e impermeabilizar la cimentación en el eje de la presa se ejecutó una pantalla de inyecciones con utilización de morteros de cemento en suspensión inestable.

La pantalla finalmente resultó conformada por 25 perforaciones a lo largo del eje principal de la presa con un total de 600 m. 6 perforaciones en un eje paralelo en tres bolillos, con 153 m. de longitud total y perforaciones de comprobación de 86 m. totales.

Los espaciamientos entre las perforaciones fueron inicialmente de 2.00 m. y la presión y la mezcla de inyección se determinaron de acuerdo a los ensayos previos. Las profundidades de los sondeos resultaron también variables con longitudes de hasta



54 m. de acuerdo a las características físicas y sus condiciones de permeabilidad de los materiales atravesados.

#### 6.4 Aliviadero de Superficie

El aliviadero proyectado corresponde al tipo de vertedero superficial con salida en rápida, apoyado sobre la coronación y el cuerpo central de la presa.

Se distinguen tres partes principales en el aliviadero: el aliviadero propiamente dicho, la rápida de descarga y el deflector de salida, todos constituidos por muros y losas de concreto -

armado.



El aliviadero propiamente dicho, tiene un ancho variable de 18.00 m. a 8.00 m. en forma de trompeta delimitada por curvas elípticas. El perfil del vertedero está compuesto por dos curvas circulares unidas en un punto de tangencia horizontal común, de 2.41 m. y 10.34 m. de radios con una longitud total de 7.98 m. La cresta del vertedero resulta ser la proyección del punto de tangencia con una longitud de 13.50 m. y cota de 3,562.00 m.s, n.m.



La rábida de descarga está compuesta por un canal rectangular de 8.00 m. de ancho y 3.00 m. de altura y 33.93 m. de longitud con una pendiente de 66.67% igual al talud aguas abajo de la presa (1:1.5) donde queda enterrado dicho canal.

Como prolongación de la rábida de descarga y sobre el muro posterior de sostenimiento se desarrolla el deflector de salida formada por una curva circular de 10.00 de radio y 9.28 m. de longitud constituyéndose en un trampolín que permite lanzar el flujo de descarga según un ángulo de inclinación de aproximadamente 20° de manera de alejar de su base de apoyo la zona de impacto, haciendo que este se produzca sobre el cauce rocoso del río.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



#### 6.5 Obras de Protección y Desvío

Como obras de protección y desvío se han proyectado las siguientes:

- Muro de Atagüía: ubicado paralelamente y a 24.00 m. delante del eje de la presa; consiste en un muro de concreto simple de 1.00 m. de espesor y altura variable de 24.00 m. de longitud con una cota de elevación superior de 3,543.00 m.s.n.m., 6.00 m. encima del nivel del cauce del río y 3.00



m. empotrado en él, en su sección máxima.

- Túnel de Desvío: El túnel de desvío se desarrolla por la margen derecha del río, excavado en todo su trazado en las tovas riolíticas de buenas condiciones físicas, lo que ha permitido que su sección circular de 3.00 m. de diámetro proyectada como solución más estructural no requiera de ningún tipo de revestimiento ni mucho menos soportes.

El trazado en planta del túnel, como ya ejecutado está compuesto por 4 tramos rectos de 10.00, 6.00, 13.00 y 30.00 m. de longitud unidos por curvas circulares de 45°, 20°30', 50°30' de ángulos de deflexión y 10.00, 10.00 y 15.00 m. de radios respectivamente, haciendo un total de 83.68 m. de longitud. Se inicia el trazo haciendo un ángulo de 19° con un eje paralelo y a 28.50 m. aguas arriba del eje de la presa; y la salida se efectúa con un ángulo de 45° respecto a dicho eje. La pendiente del túnel en todo su recorrido es de uno por ciento (0.01).

- Muro posterior: ubicado al pie y parte posterior de la presa a quien sirve de protección de las descargas de aguas del túnel y del vertedero, que dicho sea de paso, se apoya en su extremo inferior.





El muro es de concreto armado, 17.00 m. de longitud, de 1.00 m. de espesor y 10.20 m. de altura máxima, con una elevación superior de cota de 3,543.20 m.s.n.m. Su prolongación corresponde al muro lateral izquierdo de encauzamiento de la salida del túnel.

#### 6.6 Obras de Descargas

Las obras de descargas se han proyectado a través del túnel de desvío, anadiéndole las estructuras y elementos necesarios a fin de permitir controladamente, la entrega de los caudales de demanda para el riego.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Como obras de Descarga tenemos:



- Pantalla frontal de cierre de túnel de concreto armado de 6.00 x 6.00 y 0.50 m. de espesor, empotrada en la ladera de la boca del túnel y prolongándose hasta su encuentro con él.
- Captación directa a través de la pantalla frontal por dos tuberías de acero de 24" de diámetro, mediante boquillas acampanadas protegidas por una rejilla de ingreso y marco de acero con recatas para compuertas de emergencia.



- Dos tuberías paralelas de acero de 24"  $\emptyset$  de 1/4" de espesor unidas con bridas y apoyadas en dados de concreto, -- con longitudes totales de 48.60 y 46.60 m. Su alineación compuesta de 6 tramos rectos unidos por codos se adecúa al trazado del túnel.
- Dos válvulas de compuerta de 24" de diámetro y conos de reducción para la descarga libre y controlada en el canal de salida.
- Posa de disipación de concreto, en forma de "U" cubierto con losa de concreto armado de 0.20 m. de 3.00 m. de ancho igual al diámetro del túnel de 7.00 m. de longitud y 2.50 m. de alto. Se hizo necesario el rebaje del fondo del túnel en 1.30 m. y 0.60 m. en el umbral a fin de ubicar la posa y facilitar la circulación peatonal.
- Canal revestido de concreto, semicircular, cubierto con losa de concreto armado de 0.20 m. dentro del túnel y a continuación de la posa de disipación, para la entrega de caudales al lecho del río Geronta, aguas abajo del dique.
- Portal de salida del túnel de 0.50 m. de espesor y 9.00 m. de alto; de concreto armado, con puerta de acceso de enrejado de acero y con chapas de seguridad y muros laterales



- de protección y guía del canal de salida, también de con  
creto armado de 0.60 y 1.00 m. de espesor y altura varia  
bles.

#### 6.7 Obras de Accesos e Inspección

Entre estas se han considerado las siguientes:

- Pasarela y puente peatonal superior, que consiste en una losa de 0.20 x 1.20 m. con barandas de seguridad, apoyada sobre el extremo superior de la pantalla impermeable de concreto y sobre los muros laterales y pilar central del aliviadero, permi  
tiendo de esa forma el acceso y recorrido de inspección a lo largo y por encima de toda la corona del Dique.
- Puente peatonal inferior, de concreto armado compuesto de dos vigas laterales y losa de fondo de 1.50 m. de ancho y 8.00 m. de luz libre apoyadas sobre muros laterales del trampolín del vertedero, al cual lo cruza para permitir el acceso a la zona del túnel de descarga.
- Igualmente se han proyectado escaleras de accesos desde la ca  
rretera a las cotas de la pasarela y corona de enrocado de la presa, y desde allí un sendero de acceso que baja a la berma y puente peatonal inferior, además de una nueva escalera de acce



so hacia la boca de salida del túnel.

#### 6.8 Obras Auxiliares y Temporales

Como obras auxiliares se consideran: el camino de acceso a las obras del Dique de 1.350 Km. de longitud y 4.00 m. de ancho promedio, y la oficina y almacén de materiales de muros de mampostería y techo de calamina de 5.50 y 17.00 m., que después de ejecutada la obra servirá de vivienda del guardián.

Como obras e instalaciones temporales, se han previsto las necesarias para la adecuada ejecución de las obras, como son:

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



- Campamentos (oficinas y servicios para el personal técnico auxiliar) con materiales de la zona.
- Trochas de acceso a los diferentes niveles básicos de ejecución de la presa.
- Depósitos de agua, combustibles, lubricantes y materiales en general.
- Plantas de agregados y de mezclado.
- Talleres de herrería, soldadura, cortados y doblados de fierro, etc.

7. METRADOS Y PRESUPUESTOS  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



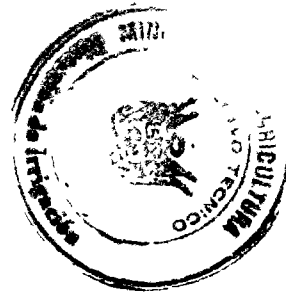


7.1 Resumen de Presupuesto

		<u>\$ U S A</u>
1.0	TRABAJOS Y OBRAS PROVISIONALES	28,000
2.0	OBRAS AUXILIARES Y PERMANENTES	38,800
3.0	OBRAS DE PROTECCION Y DESVIO	104,822.2
3.1	Muro Ataguía	24,072.7
3.2	Túnel de Desvío	39,452
3.3	Muro guía posterior y de salida del túnel	41,297.5
4.0	CORTINA DE INYECCIONES	159,951
5.0	NUCLEO IMPERMEABLE	126,814.9
6.0	PRESA	183,967.5
7.0	ALIVIADERO DE SUPERFICIE	59,733.3
8.0	OBRAS DE DESCARGA EN EL TUNEL	53,189.9
8.1	Pantalla Frontal de Ingreso al Túnel	3,862.2
8.2	Dados de apoyo de tuberías	3,744.5
8.3	Posa disipadora y canal de descarga	12,018.2
8.4	Tubería de Descarga	33,000
8.5	Otros	565
9.0	OBRAS DE ACCESO E INSPECCION	7,669.7
9.1	Pasarela de Inspección sobre Nucleo Impermeable	4,054.6
9.2	Puente peatonal superior	1,276.9
9.3	Puente peatonal inferior	1,377
9.4	Escalera de acceso a la boca de salida del túnel	961.2
	<u>TOTAL COSTOS DIRECTOS</u>	<u>762,948.5</u>
-	DIRECCION TECNICA, SUPERVISION E INGENIERIA DE DETALLE Y CONTROL TECNICO	76,294.9
	<u>S U B - T O T A L</u>	<u>839,243.4</u>
-	GASTOS GENERALES, ADMINISTRATIVOS Y APOYO LOGISTICO INTEGRAL	167,848.7
	<u>G R A N T O T A L</u>	<u>\$USA 1'007,092.1</u>

7.2 Metrados y Costos de Obras (Costo en \$USA a 1 30 JUL 1983)\*

PART.	E S P E C I F I C A C I O N E S	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	T O T A L
1.0.0	<u>TRABAJOS Y OBRAS PROVISIONALES</u>					
1.1.0	Movilización y Desmovilización (Equipos, herramientas, personal, etc.)	Global			10,000	
1.2.0	Limpieza inicial y final	Global			5,000	
1.3.0	Campamentos (Oficinas y servicios para el personal técnico auxiliar) con material de la zona	m2	100	30	3,000	
1.4.0	Energía e Instalaciones eléctricas y mecánicas en la obra (Grupo generados y redes eléctricas, depósitos de agua, combustibles, lubricantes y materiales planta de fuerza y pararrayos)	Global			10,000	28,000
2.0.0	<u>OBRAS AUXILIARES Y PERMANENTES</u>					
2.1.0	Trocha de acceso a las obras, canteras y a diferentes niveles de trabajo del Dique (4 m3/ml prom.)	m.l.	1,350	25	33,750	
2.2.0	Polvorín en túnel con puerta de acero (Acondicionamiento del existente)	Global			1,250	
2.3.0	Cunetas de protección dique	m.l.	200	4	800	
2.4.0	Obras de arte en acceso	Global			1,000	
2.5.0	Vivienda tomero, garita control, depósito.	Global			2,000	38,800



///...

...///

PART.	ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	T O T A L
3.0.0	<u>OBRAS DE PROTECCION Y DESVIO</u>					104,822.2
3.1.0	<u>Muro Ataguía</u>					
3.1.1	Excavación cimentación en conglomerado	m3	323	5.7	1,841.1	
3.1.2	Concreto simple f'c=140 kg/cm <sup>2</sup>	m3	262	45	11,790	
3.1.3	Concreto ciclópeo f'c= 140 Kg/cm <sup>2</sup> con 20% de P.G. no mayor a 12"	m3	233	38	8,854	
3.1.4	Encofrado	m <sup>2</sup>	324	4.9	1,587.6	24,072.7
3.2.0	<u>Túnel de desvío</u>					
3.2.1	Limpieza del cauce del río a la entrada y salida del túnel	m3	800	3.8	3,040	
3.2.2	Excavación en roca fija del túnel incl. transporte y eliminación del material	m3	782	41	32,062	
3.2.3	Desquinche y refine del interior del túnel	m3	87	50	4,350	39,452
3.3.0	<u>Muros Guía Posterior de salida del Túnel</u>					
3.3.1	Excavación cimentación					
	a) En roca fija	m3	303	10.3	3,120.9	
	b) En roca suelta	m3	303	5.7	1,727.1	
3.3.2	Concreto ciclópeo f'c= 140 kg/cm <sup>2</sup> con 20% de P.G.	m3	180	38	6,840	
3.3.3	Concreto Armado f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	360	57	20,520	
3.3.4	Encofrados	m <sup>2</sup>	325	4.9	1,592.5	
3.3.5	Acero de refuerzo	kg.	12,495	0.6	7,499	41,297.5

///...





...///

PART.	E S P E C I F I C A C I O N E S	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	T O T A L
4.0.0	<u>CORTINA DE INYECCIONES</u>					
4.1.0	Instalación y retiros de los equipos de perforación e inyección	Unidad	20	52	3,640	
4.2.0	Perforaciones para inyección de Impermeabilización de diámetro 2", inclinación 0-90	m.l.	750	88	66,000	
4.3.0	Perforaciones exploratorias y de control de diámetro 3" long. 0-30 m.	m.l.	90	170	15,300	
4.4.0	Reperforación de taladros de diámetro 2"	m.l.	150	36	5,400	
4.5.0	Reperforación de taladros de diámetro 3"	m.l.	50	45	2,250	
4.6.0	Recuperación de núcleo de testigo de diámetro nominal 2"	m.l.	50	169	8,450	
4.7.0	Recuperación de núcleo de testigo de diámetro nominal 3"	m.l.	50	410	20,500	
4.8.0	Lavado de agua a presión, antes o después de la inyección	hora	60	108	6,480	
4.9.0	Prueba de agua a presión tipo "Lugeon", en las perforaciones exploratorias	prueba	20	148	2,960	
4.10.0	Conexión de la unidad de inyección a las perforaciones	unidad	100	93	9,300	
4.11.0	Operación de unidades de inyección	hora	60	158	9,480	
4.12.0	Cemento en Mezcla	ton.	100	94	9,400	
4.13.0	Arena en la Mezcla	Ton.	10	2.1	21	
4.14.0	Bentonita en la Mezcla	Ton.	1	100	100	
4.15.0	Fluidificador en la mezcla	lt.	100	3.1	310	
4.16.0	Elementos metálicos, incluidos en la obra (fonos, tuberías, angulos, etc.)	kg.	200	1.8	360	159,951

///...



...///

PART.	E S P E C I F I C A C I O N E S	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	T O T A L
5.0.0.	<u>NUCLEO IMPERMEABLE</u>					126,814.9
5.1.0	<u>Movimiento de Tierras</u>					
5.1.1	Excavación cimentación en roca	m3	606	10.3	6,241.8	
5.1.2	Excavación en roca suelta	m3	304	5.7	1,732.8	7,974.6
5.2.0	<u>Concreto</u>					
5.2.1	Concreto simple f'c=140 kg/cm2 con 20% de piedra hasta 12" cimiento	m3	806	38	30,628	
5.2.2	Concreto armado f'c=210 Kg/cm2 para viga muro de cimentación y rigidez incl. aditivos	m3	153	57	8,721	
5.2.3	Concreto armado f'c= 210 Kg/cm2 para columnas de sostenimiento incl. aditivos	m3	132	68	8,976	
5.2.4	Placa prefabricada de concreto armado f'c= 210 kg/cm2 incluye fabricación, colocación, elementos correctores y de izaje juntas Igas Joint y rellenos asfálticos					
5.2.5	Acabado con recubrimientos impermeabilizantes: mortero de cemento con aditivo impermeable. Rociado fino	m2	901	2.4	2,162.4	87,117.4
5.3.0	<u>Encofrado</u>					
5.3.1	Encofrado de cimentación	m2	40	2.5	100	
5.3.2	Encofrado de muro-viga de rigidez	m2	390	4.9	4	1,911
5.3.3	Encofrado de columnas	m2	1,001	5.2	5,205.5	7,216.5
5.4.0	<u>Refuerzo de Estructuras</u>					
5.4.1	Aprovisionamiento, fabricación e instalación de armadura para muro-viga de cimentación	kg	5,083	0.6	3,049.8	
5.4.2	Idem para columnas	kg	35,761	0.6	21,456.6	24,506.4

///...



...///

\$USA

PART.	E S P E C I F I C A C I O N E S	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	T O T A L
6.0.0	<u>PRESA</u>					183,967.5
6.1.0	Excavación, despalme y rajo longitudinal en base de rellenos	m3	4,240	4.8	20,352	
6.2.0	Relleno con material (1) grava-arena compactada	m3	4,300	4.6	19,780	
6.3.0	Relleno con material (2) grava apisonada	m3	65	3.9	253.5	
6.4.0	Relleno con material (3) enrocado acomodado	m3	13,940	10.3	143,582	183,967.5
7.0.0	<u>ALIVIADERO DE SUPERFICIE</u>					
7.1.0	Concreto Simple f'c= 140 ka/cm2 para solado de cimentación	m3	130	45	5,850	
7.2.0	Concreto armado f'c= 21- kg/cm2	m3	440	57	25,080	
7.3.0	Encofrado	m2	177	4.9	867.3	
7.4.0	Acero de refuerzo	kg.	41,760	0.6	25,056	
7.5.0	Embreado de superficie de contacto	m2	600	3	1,800	
7.6.0	Juntas asfálticas	m.l.	70	6.	420	
7.7.0	Barandas de seguridad de tubería fo. galv. Ø 2"	m.l.	22	30	660	59,733.3

///...



...///

PART.	E S P E C I F I C A C I O N E S	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	T O T A L
8.0.0	<u>OBRAS DE DESCARGA EN EL TUNEL</u>					53,189.9
8.1.0	<u>Pantalla frontal de Ingreso al Túnel</u>					
8.1.1	Excavación, cimentación en roca fija	m3	21	10.3	216.3	
8.1.2	Concreto f'c=210 Kq/cm2	m3	25	68	1,700	
8.1.3	Encofrado	m2	47	5.2	244.4	
8.1.4	Tarrajeo con mortero 1:3 incl. aditivos impermeabilizantes : 1.5 cms.	m2	47	2.5	117.5	
8.1.5	Acero de refuerzo	Kq.	2,640	0.6	1,584	3,862.2
8.2.0	<u>Dados de Apoyo de Tuberías</u>					
8.2.1	Excavación cimentación en roca	m3	10	50	500	
8.2.2	Concreto f'c= 210 Kq/cm2	m3	28	82	2,296	
8.2.3	Encofrado	m2	90	6.2	558	
8.2.4	Relleno con grava	m3	71	5.5	390.5	3,744.5
8.3.0	<u>Posa Disipadora y Canal de Descarga</u>					
8.3.1	Ampliación perforación de túnel	m3	106	50	5,300	
8.3.2	Concreto f'c=210 Kq/cm2, muretes y losa	m3	50	82	4,100	
8.3.3	Encofrado	m2	195	7.4	1,443	
8.3.4	Acero de refuerzo, Fo. galv.	Kg.	1,394	0.8	1,115.2	
8.3.5	Tubo ventilación (Ø 2" inst.)	m.l.	4	15	60	12,018.2
8.4.0	<u>Tubería de Descarga</u>					
8.4.1	Tubería de acero de Ø 24" y 3/16" de espesor, soldadas, incl. codos, accesorios y anclajes, instalación y acabad.	m.l.	95	300	28,500	
8.4.2	Campana de ingreso de Ø 40-24"	unidad	2	250	500	
8.4.3	Válvula de compuerta Ø 24"	unidad	2	2,000	4,000	33,000

///...



...///

PART.	E S P E C I F I C A C I O N E S	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL	T O T A L
8.5.0	<u>OTROS</u>					
8.5.1	Puerta de enrejado de acero doble y chapa de seguridad según diseño	unidad	2	260	520	
8.5.2	Rejilla de seguridad de acero según diseño	unidad	1	45	45	565
9.0.0	<u>OBRAS DE ACCESO E INSPECCION</u>					7,669.7
9.1.0	<u>Pasarela de inspección sobre núcleo impermeable</u>					
9.1.1	Concreto armado f'c=210 kg/cm2 para losa	m3	9.6	68	652.8	
9.1.2	Encofrado	m2	64	5.2	332.8	
9.1.3	Acero de refuerzo coloc.	kg.	1,115	0.6	669	
9.1.4	Baranda de seguridad de tubería de fo. galvaniz. Ø 2" acabado y pintado	m.l.	80	30	2,400	4,054.6
9.2.0	<u>Puente Peatonal Superior</u>					
9.2.1	Conc. armado f'c=210 kg/cm2 para losa superior	m3	1.1	68	74.8	
9.2.3	Encofrado losa superior	m2	18	5.2	93.6	
9.2.4	Encof. pilar central	m2	9	4.9	44.1	
9.2.5	Acero de refuerzo colocado	kg	502	0.6	301.2	
9.2.6	Baranda de seguridad incl. acabado y pintura	m.l.	20	30	600	1,276.9
9.3.0	<u>Puente Peatonal Inferior</u>					
9.3.1	Concreto armado f'c=210 kg/cm2	m3	5.1	68	346.8	
9.3.2	Encofrado	m2	30	5.2	156	
9.3.3	Acero de refuerzo colocado	kg.	607	0.6	364.2	
9.3.4	Baranda de seguridad, incl. acabado y pintura	m.l	17	30	510	1,377

///...



-65-



...///

PART.	E S P E C I F I C A C I O N E S	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	T O T A L
9.4.0	<u>Escalera de Acceso a la Boca de Salida del Túnel</u>					
9.4.1	Concreto armado f'c=210 kg/cm2	m3	3	68	204	
9.4.2	Encofrado	m2	27	5.2	140.4	
9.4.3	Acero de Refuerzo	Kg	378	0.6	226.8	
9.4.4	Baranda de tubería de fo. galvanizado Ø 2"	m1	13	30	390	961.2
	T O T A L C O S T O S D I R E C T O S					762,948.5

AUTORIDAD NACIONAL DE AGUA





8. RELACION DE PLANOS

Como resultado del Estudio se han elaborado los siguientes planos:

<u>NUMERACION</u>	<u>TITULO</u>	<u>SUBTITULO</u>
P-01	UBICACION GENERAL	
P-02	UBICACION	Cuenca Río Geronta y Vaso Pachaya
P-03	PLANO GENERAL	Planta
P-04	PANTALLA IMPERMEABLE	Sección Longitudinal
P-05	PANTALLA IMPERMEABLE	Estructuras: cimentación, Detalles, Columnas y Placas.
P-06	SECCION TRANSVERSAL MAXIMA	Detalles Estructurales
	ALIVIADERO-MURO ATAGUIA	
P-07	ALIVIADERO	Detalles Estructurales
P-08	DISEÑO DIQUE	Secciones Transversales
P-09	TUNEL DE DESCARGA	Perfil Longitudinal Secciones Típicas
P-10	OBRA DE CAPTACION	Diseño de Tuberías de Toma y Descarga
P-11	MURO POSTERIOR Y SALIDA DE DESCARGA	Secciones y Detalles
G-01	GEOLOGIA DE LA CUENCA Y VASO DE PACHAYA	Geología y Ubicación de Canteras, Calicatas y Perforaciones
G-02	GEOLOGIA	Plano Geológico de la Boquilla.
G-03	GEOLOGIA	Perfil Geológico de la Sección de cierre - Pantalla Impermeable y Cortina de Inyecciones.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



NUMERACION	TITULO	SUBTITULO
T-01	PLANO GENERAL	Topografía y Ejes de La Boquilla
A-1	CURVAS DE AREAS Y VOLUMENES	



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA







08637

2008

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

