

5-43

4-331

REPUBLICA DEL PERU

MINISTERIO DE AGRICULTURA - DGI  
PROGRAMA NACIONAL DE DRENAJE  
Y RECUPERACION DE TIERRAS  
PRONADRET

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA  
INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO  
- PROYECTO ESPECIAL LAGO TITICACA  
PELT

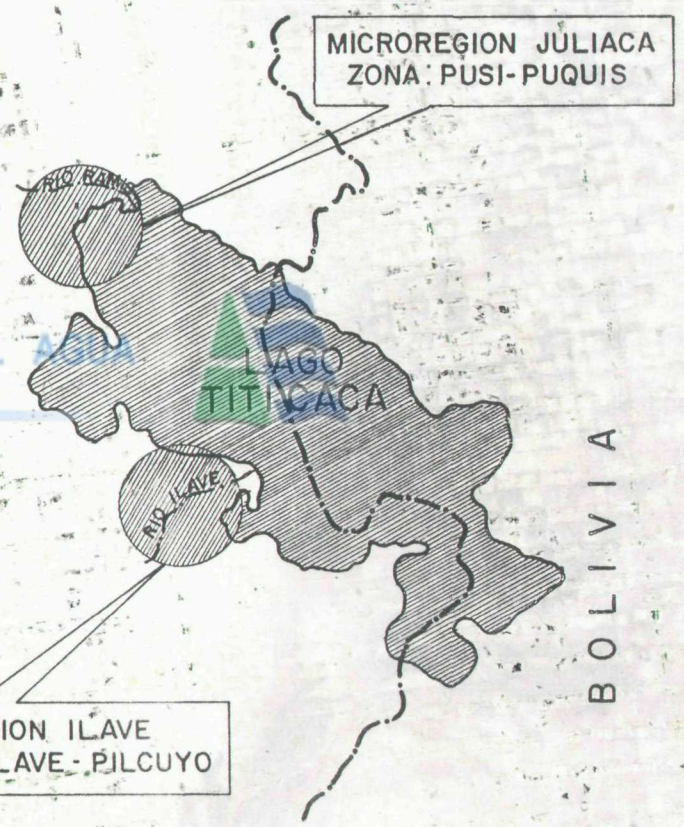
# PROYECTO DE RECUPERACION DE SUELOS MEJORAMIENTO DE CARRETERAS Y DEFENSAS RIBEREÑAS

## DIAGNOSTICO

VOLUMEN "B"

DEFENSAS RIBEREÑAS

1985



MICROREGION ILAVE  
DISTritos: ILAVE - PILCUYO

CONVENIO - PROYECTO DE RECUPERACION DE TIERRAS  
DEL PROGRAMA DE RECONSTRUCCION / PREVENCION  
LAGO TITICACA



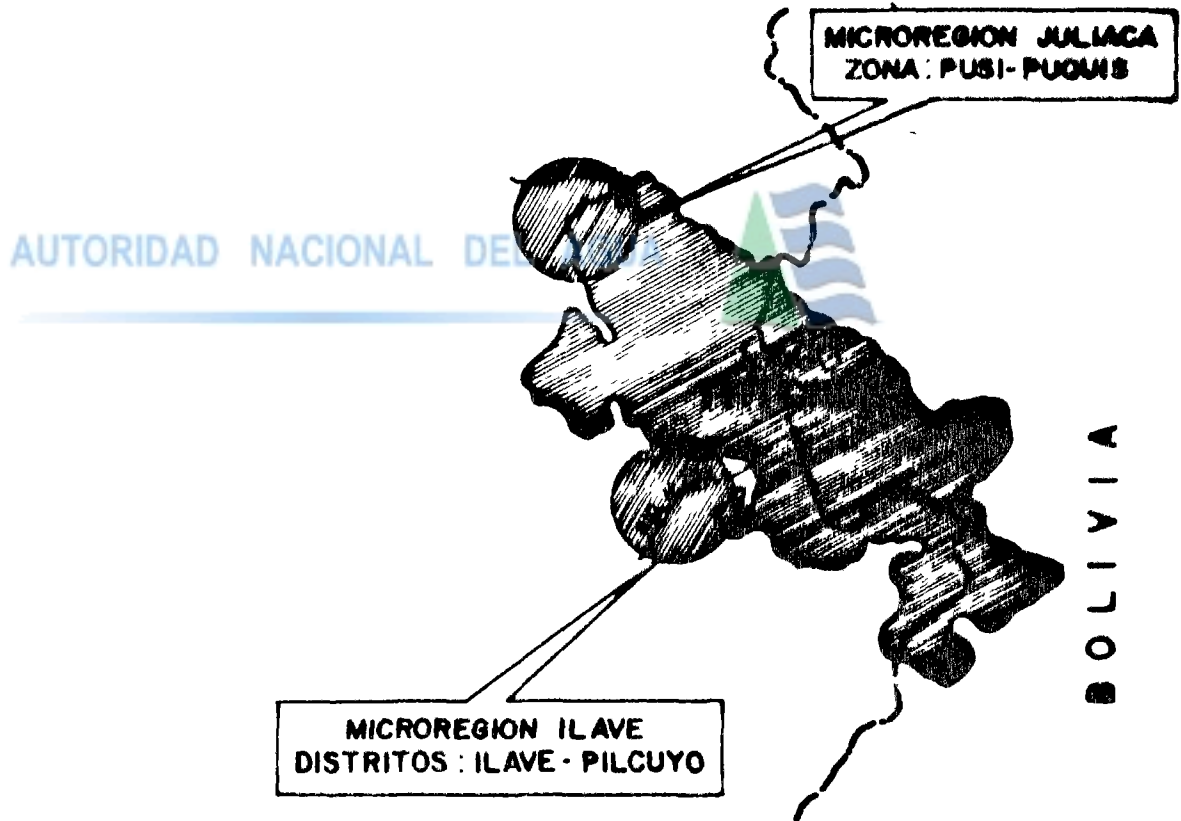


REPUBLICA DEL PERU

MINISTERIO DE AGRICULTURA - DGI  
PROGRAMA NACIONAL DE DRENAJE  
Y RECUPERACION DE TIERRAS  
PRONADRET

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA  
INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO  
PROYECTO ESPECIAL LAGO TITICACA  
PELT

# PROYECTO DE RECUPERACION DE SUELOS MEJORAMIENTO DE CARRETERAS Y DEFENSAS RIBEREÑAS



CONVENIO - PROYECTO DE RECUPERACION DE TIERRAS  
DEL PROGRAMA DE RECONSTRUCCION / PREVENCION  
LAGO TITICACA

VOLUMEN "B"

DEFENSAS RIBEREÑAS

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA





# DEFENSAS RIBEREÑAS EN ZONAS DE DESEMBOCADURA DE LOS RIOS ILAVE Y RAMIS

## Indice General

1. INTRODUCCION
  - 1.1 Antecedentes
  - 1.2 Objetivos
  - 1.3 Descripción Geomorfológica de los Ríos Ilave y Ramis
  - 1.4 Historia de las Inundaciones en Zonas de Desembocadura de los Ríos Ilave y Ramis al Lago Titicaca.
  
2. INFORMACION BASICA
  - 2.1 Reconocimiento de las Zonas a Rehabilitar
  - 2.2 Recopilación de Información Básica Disponible
  - 2.3 Identificación de Zonas Inundables
    - 2.3.a Zonas Críticas Afectadas por Desbordes del Río Ilave R.R.I
    - 2.3.b Zonas Críticas Afectadas por Desbordes del Río Ramis R.R.R.
  - 2.4 Estudio Preliminar de Suelos
    - 2.4.1 Margen Derecha del Río Ilave
    - 2.4.2 Margen Izquierda del Río Ilave
    - 2.4.3 Tramo Km 0+000 al 2+000 - Margen Derecha del Río Ramis
    - 2.4.4 Tramo Km 2+000 al 4+500
    - 2.4.5 Tramo km 4+500 al 8+500
    - 2.4.6 Tramo km 8+500 al 10+000
  - 2.5 Estudio Preliminar de Geología con Fines de Cantera
    - 2.5.1 Cantera Puente Ilave
    - 2.5.2 Cantera de Agregados - Río Ilave
    - 2.5.3 Materiales Finos Impermeables
    - 2.5.4 Materiales de Agregados
    - 2.5.5 Materiales Para Enrocado
  
3. HIDRAULICA FLUVIAL
  - 3.1 Causas de Fallas de Diques Existentes
  - 3.2 Criterios para Corrección de Causas de Desbordamiento
  - 3.3 Diseño Hidráulico de los Diques para los Ríos Ilave y Ramis
    - 3.3.1 Cálculo de Altura de Diques en el Sector 1
    - 3.3.2 Cálculo de Altura de Dique en el Sector 2
    - 3.3.3 Conclusiones sobre Dimensionamiento Hidráulico en los Ríos Ilave y Ramis



AUTOMATIZACIÓN DE AGUA

- 4. Definición de la Sección del Dique
  - 4.1 Alternativas de Secciones Típicas de Diques
  - 4.2 Análisis de Costos de Cada una de las Secciones Típicas
    - 4.2.1 Costo por Metro Lineal de Alternativas - Sector Ilave-Pilcuyo
    - 4.2.2 Costo por Metro Lineal de Alternativas - Sector Taraco-Puquis
  - 4.3 Ventajas y Desventajas Constructivas de cada Alternativa
  - 4.4 Selección de Alternativas
- 5. PLAN DE TRABAJO PARA EJECUCION DE OBRAS
  - 5.1 Proceso de Ejecución de Obras
    - 5.1.1 Oportunidad de Ejecución de Obras
    - 5.1.2 Disponibilidad de Materiales y Equipo
    - 5.1.3 Disponibilidad de Fondos
  - 5.2 Recursos, Equipo y Maquinaria Necesarios para la Ejecución de Obras
- 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



CAPITULO I

INTRODUCCION

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

---



## DEFENSAS RIBEREÑAS DE ZONAS DE DESEMBOCADURA DE LOS RIOS ILAVE Y RAMIS

### 1. INTRODUCCION

#### 1.1 Antecedentes

Dentro de las consideraciones del Convenio firmado por el Instituto Nacional de Desarrollo y la Comunidad Económica Europea, para la ejecución de obras que protejan a las zonas ribereñas, de los continuos desbordes que sufren, se ha previsto la necesidad de diseñar un sistema de Defensas Ribereñas, de modo tal que garantice un margen razonable de seguridad, a las tierras ribereñas con posibilidad de rehabilitación, de los daños que causa las aguas provenientes del río, a las actividades agrícolas.

Bajo esta premisa el INADE a través del Proyecto Especial Lago Titicaca ha firmado un Convenio con el Programa Nacional de Drenaje y Recuperación de Tierras PRONADRET (ex-REHATI), para que esta Institución, aprovechando su infraestructura tanto de carácter técnico como logístico, se encargue de la elaboración del Estudio a Nivel Diagnóstico de las Defensas Ribereñas dentro del proyecto "Recuperación de Tierras" del Programa de Reconstrucción y Prevención del Lago Titicaca.

#### 1.2 Objetivo NACIONAL DEL AGUA



Es la realización del Estudio a nivel Diagnóstico de las Defensas Ribereñas de Zonas de Desembocadura de los Ríos Ilave y Ramis al Lago Titicaca, el cual debe ser ejecutado dentro de los términos de referencia; que guían al Convenio firmado por el INADE y el PRONADRET.

#### 1.3 Descripción Geomorfológica de los ríos Ilave y Ramis

##### a) Río Ilave

El sector analizado en el presente estudio, corresponde al cauce inferior del río Ilave hasta su desembocadura en el Lago Titicaca, el cual se caracteriza por presentar una baja pendiente longitudinal, y con un cauce que adopta formas meándricas y cursos divagantes.

El nivel de referencia para el desarrollo del río está dado por el Lago Titicaca, y se considera inestable por estar influenciado por los cambios de los niveles de agua, que son marcados entre los periodos de sequía y grandes precipitaciones, esto ha originado acumulaciones de los depósitos aluviales, como es notorio por la presencia de pequeñas islas en las proximidades del Lago, así como la acumulación de sedimentos en formas de barras (Sector Cachipucará, Pucará y Sector Santa Rosa de Huayllata) que siguen un alineamiento casi paralelo a la ribera del Lago, esta parte final

corresponde al Delta del río Ilave. De acuerdo a la evaluación geomorfológica del río Ilave, los materiales predominantes son los suelos de granulometría fina a media o sea entre arcillas limosas, limo arenosas y arenas finas con gravas pequeñas.

Con relación a la dinámica fluvial tenemos que en los períodos de grandes avenidas se producen las inundaciones, siendo la acción erosiva restringida a las zonas meándricas. A lo largo del curso inferior del río Ilave se han delimitado dos zonas con las siguientes características:

Zona de inundación principalmente por acción del río Ilave cuyo límite inferior está dado por la localidad de Arrevisa y Farata.

Zona de inundación por acción de los cambios del Lago Titicaca, en los que se encuentran zonas inundadas casi en su totalidad como Huayllata, Farata, Cachipucará y Pucará.

b) Río Ramis

La zona investigada corresponde al cauce inferior del río Ramis, que se caracteriza por presentar una baja pendiente longitudinal, estando limitada la zona de escorrentía fluvial por terrazas aluviales que presentan poco desnivel con relación al cauce actual.

El río Ramis presenta formas meándricas y cursos divagantes debido a la evolución alcanzada, que corresponde a un estado adulto y que está influenciado por los cambios de los niveles de agua del lago Titicaca, que es el nivel de referencia para su evolución.

En la zona de implantación de las defensas ribereñas, predominan suelos del tipo areno limosos y arcillo limosos, debido a la poca capacidad de arrastre del río y por corresponder a la llanura de inundación.

Con relación a la dinámica fluvial tenemos que predominan los procesos de inundación, con una acción erosiva restringida a las curvas de los meandros. A lo largo del curso inferior del río Ramis se han delimitado dos zonas que presentan las siguientes características:

- Zona de inundación por acción de las crecidas del río Ramis, que está comprendida entre Taraco y los cerros Puquis.
- Zona de inundación influenciada por las fluctuaciones del nivel del lago Titicaca; a continuación de los cerros Puquis.



1.4 Historia de las Inundaciones en Zonas de Desembocadura de los Ríos Ilave y Ramis al Lago Titicaca

Las zonas ribereñas al Lago Titicaca son las zonas más densamente pobladas, como también las de mayores ingresos económicos de sus pobladores en comparación al resto del Departamento de Puno.

Su desarrollo está ligado íntimamente al Lago, esto significa que su prosperidad o bienestar lo alcanza cuando el nivel del Lago permita desarrollar sus actividades agropecuarias sin exceso o falta de agua, ya que es casi cíclico que el Lago Titicaca varíe entre máximos y mínimos niveles que causan inundaciones y sequías en estos terrenos, pero esta situación ha permitido que la población se amolde o adapte a las circunstancias, es así que durante la época de inundación las actividades pecuarias, se han visto aumentadas por la acción de engorde de ganado mediante el uso de plantas acuáticas como la Totora y el Illacho, que permite su desarrollo; aún con la presencia de aguas a cota 3,812.5, nivel extremadamente alto para el desarrollo de actividades agrícolas. Por lo que cualquier diseño que trate de controlar el efecto de las inundaciones debe contemplar las realidades que beneficien al poblador de la zona.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



CAPITULO II

INFORMACION BASICA  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

---



2. INFORMACION BASICA

2.1 Reconocimiento de las Zonas a Rehabilitar

Para precisar las zonas afectadas por las inundaciones causadas tanto por acción de los ríos Ramis e Ilave, se realizaron visitas de campo en épocas antes de los problemas anteriormente mencionados y durante la etapa de inundación y desbordes.

Como resultado de dichas visitas y conversaciones con los lugareños, se ha podido precisar las áreas a defenderse con fines de Defensas Ribereñas. Para lo cual se han dibujado los Planos D.R.I.1 y D.R.R.1 que precisan las zonas a defender tanto contiguas al río como las ribereñas al Lago Titicaca.

Como resultado de la inspección a las distintas zonas afectadas se ha elaborado el Cuadro R.I.1 para indicar las zonas críticas afectadas por el desborde del río Ilave; donde se precisa la ubicación, el tipo de defensa existente en la zona y sus características geométricas, longitudes de desbordes, fallas que originan el desborde y hectareaaje afectado.

Con el mismo criterio se ha elaborado el Cuadro R.R.I para las zonas afectadas por desbordes del río Ramis.

2.2 Recopilación de Información Básica Disponible

En esta actividad se recopiló información de las siguientes Instituciones:

SENAMHI	Datos de descargas máximas diarias y anuales de los ríos Ilave y Ramis Cotas de Niveles del Lago Titicaca
I.G.N.	Carta Nacional de las Zonas de los ríos Ramis e Ilave a escala 1:25,000
O.G.C.R. Min. de Agricultura	Plano Catastral del río Ramis e Ilave a escala 1:10,000
Conv.CORDEPUNO Min. de Agric. R.A. XXI Puno.	Plan Regional de Defensas Ribereñas - Diagnóstico Preliminar.
Comisión de las Comunidades Europeas.	Orientaciones para un Programa de Rehabilitación Consecutivo a las Inundaciones del Lago Titicaca
Dirección de Hidrografía y Navegación - Marina de Guerra.	Levantamiento Batimétrico de la Zona de Desembocadura del Río Ilave.

### 2.3 Identificación de Zonas Inundables

Como resultado del reconocimiento de campo e interpretación de las cartas y fotografías aéreas se ha podido precisar en la zona de los ríos Ilave y Ramis las siguientes zonas críticas:

#### a) Río Ilave

##### a.1 Zona ribereña aguas arriba de la zona a rehabilitarse

Se trata de aquellos terrenos ribereños ubicados aguas arriba de la zona inundable a ser rehabilitada, y se diferencia de esta debido a que se trata de puntos localizados a lo largo del río y que a pesar de disponer algún tipo de defensa son desbordados durante la época de crecida, causando inundaciones en las zonas ribereñas contiguas y las cuales debido a sus condiciones topográficas no pueden evacuar las aguas producto de las inundaciones, aumentadas por las precipitaciones pluviales. Estas zonas identificadas se muestran en la relación del Cuadro R-I.1

##### a.2 Zona ribereña contiguas a la zona de rehabilitación

Se trata de terrenos que se ubican junto a la zona a rehabilitarse y que se diferencian de las anteriores, debido a que además de los problemas que causan los desbordes del río y de la inundación de las precipitaciones, se presenta la inundación originada por el aumento de nivel del Lago Titicaca, que puede llegar a causar grandes zonas afectadas debido a su gran perímetro o ribera lacustre que tiene el Lago con los terrenos ribereños. Para mayor precisión de las zonas afectadas se muestra en el plano D.R.I.1.

#### b) Río Ramis

Como se ha establecido anteriormente, existen 2 zonas inundables, pero como resultado de las visitas a la zona, podemos concluir que para el objetivo del presente estudio solo nos limitaremos a las zonas ribereñas contiguas a la zona de rehabilitación, que presentan como características principales, que son terrenos que a pesar de disponer de algún tipo de defensa, son desbordados durante la época de crecida, y se inundan las zonas ribereñas contiguas, y están limitadas por su topografía y en algunos momentos por el nivel del lago, no pueden evacuar estas aguas al río quedando empantanadas durante gran parte del año.

### 2.4 Estudio Preliminar de Suelos

A continuación se describe las características principales de los suelos en el Río Ilave.

CUADRO R.1.1 : ZONAS CRITICAS AFECTADAS POR DESBORDES DEL RIO ILAVE

NOMBRE DEL SITIO O SECTOR	UBICACION PLANA A ESCALA 10,000	MARGEN	TIPO DE DEFENSA EXISTENTE	CARACTERISTICAS	LONGITUD DE DESBORDES (m)	TIPOS DE FALLA EN DESBORDES	AREA AFECT. CUANDO SE PRODUCE DESBORDE (Ha.)	COMUNIDADES AFECTADAS
SANTA ROSA DE HUAYLLATA	SECCION A'	12	Dique de tierra y champas	SECCION TRAPEZOIDAL CORONA = 1.00 ALTURA = 2.00 TALUD = 0.25	100	Desborde por falta de altura corona	80	Santa Rosa de Huayllata Pto. Toja Chupo
HUAYLLATA SECTOR CURO	SECCION A	D	Dique de tierra y champas	SECCION TRAPEZOIDAL CORONA = 1.20 ALTURA = 2.00 TALUD = 0.25	20	Desborde por falta de altura corona y filtraciones cuerpo dique	50	Curu, Arrevisa Wilca turpo, Alanoca
SANTA ROSA DE HUAYLLATA	SECCION C	I	Dique de tierra y champas	SECCION TRAPEZOIDAL CORONA = 1.00 ALTURA = 2.00 TALUD = 0.25	80	Desborde por falta de altura corona y filtraciones	80	Santa Rosa de Huayllata Aricollo
ACASO ARICOLLO	SECCIONES D-E	D	Dique de tierra y champas	SECCION TRAPEZOIDAL CORONA = 1.00 ALTURA = 2.50 TALUD = 0.25	60	Desborde por falta de altura corona y filtraciones cuerpo dique	30	Acaso, Aricollo Hualpa
CCACCATA SECT. CULCANE	SECCION 6	I	Dique de tierra y champas bis.de aren.en el corazon lo cuerpo del dique	SECCION TRAPEZOIDAL CORONA = 1.00 ALTURA = 3.00 TALUD = 0.25	150	Desborde por falta de altura con rotura de dique	200	Ccaccata, Culcane Tihuanaco



CUADRO R.I.1 : ZONAS CRITICAS AFECTADAS POR DESBORDES DEL RIO ILAVE

2.3.a

NOMBRE DEL SITIO O SECTOR	UBICACION PLANA A ESCALA 10,000	MARGEN	TIPO DE DEFENSA EXISTENTE	CARACTERISTICAS	LONGITUD DE DESBORDES (m)	TIPOS DE FALLA EN DESBORDES	AREA AFECT. CUANDO SE PRODUCE DESBORDE (Ha.)	COMUNIDADES AFECTADAS
SUCANO SECT. CHURO	SECCION S	D	Dique de tierra y champas	Diq.de tierra=secc. trap.diq.de cemento y cement.parte delantera ALURA = 3.00 TALUD = VERTICAL ANCHD = 1.00 m.	300	Desborde por falta de altura y filtraciones dique de cemento caida en parte	350	Sucano Churo
CHIRAMAYA	SECCION S	I	Dique de tierra y champas	Diq.de tierra=secc. trap.diq.de cemento y cement.parte delantera ALURA = 3.00 TALUD = VERTICAL ANCHD = 0.80 m.	300	Desborde por falta de altura y material arenoso dique de cemento caido sin cimentación.	300	Chiramaya Utahuine
URANE	A 4 KM. DE SECCION S	I	Dique de tierra y champas	Diq.de tierra=secc. trap.diq.de cemento y cement.parte delantera ALURA = 3.00 TALUD = VERTICAL ANCHD = 1.00 m.	350	Desborde por falta de altura y filtraciones dique de cemento caida en parte	400	Urane, Huaycho Buecaymaya

CUADRO R.I.1 : ZONAS CRITICAS AFECTADAS POR DESBORDES DEL RIO ILAVE

2.3.a

NOMBRE DEL SITIO D SECTOR	LUBICACION PLANA A ESCALA 10,000	MARGEN	TIPO DE DEFENSA EXISTENTE	CARACTERISTICAS	LONGITUD DE DESBORDES (m)	TIPOS DE FALLA EN DESBORDES	AREA AFECT. CUANDO SE PRODUCE DESBORDE (Ha.)	COMUNIDADES AFECTADAS
CUEVA	SECCION J	I	Dique de tierra y champas	SECCION TRAPEZOIDAL CORONA = 1-2 m. ALTURA = 1.50-2.00 TALUD = 0.25	180	Desborde por falta de altura	120	Cueva
YAJA CERCA TUYO	SECCIONES K-L	D	Dique de tierra y champas	SECCION TRAPEZOIDAL CORONA = 1-2 m. ALTURA = 3.00 TALUD = 0.25	200	Desborde por falta de altura	100	Cercatuyo Yaja
CORAJACHE S. CHAJCHONE	SECCION M	I	Dique de tierra y champas	SECCION TRAPEZOIDAL CORONA = 1.20 m. ALTURA = 2.00 TALUD = 0.25	100	Desborde por falta de altura	40	Corajalle Chajchone
CORAJACHE S. CALLATA	SECCIONES N-O	I	Dique de tierra y champas	SECCION TRAPEZOIDAL CORONA = 1-2 m. ALTURA = 2.00 TALUD = 0.25	80	Desborde por falta de altura	30	Callata Paanaya
CALLACHOCO	SECCIONES P-Q	D	Dique de tierra y champas	SECCION TRAPEZOIDAL CORONA = 1-2 m. ALTURA = 2.00 TALUD = 0.25	50	Desborde por falta de altura y filtraciones	20	Callachoco Chajchone

CUADRO R.R.1 : ZONAS CRITICAS AFECTADAS POR DESBORDES DEL RIO RAMIS

=====

UBICACION	MARGEN	TIPO DE DEFENSA EXISTENTE	CARACTERISTICAS	LONGITUD DE DESBORDES	TIPO DE FALLA
PI-48 PI-47	D	Dique de Champa con núcleo de tierra	Trapezoidal Corona = 1.40 Altura = 1.50 Base = 2.60	500 m	Filtración
PI-45 PI-44	D	Dique de Champa con núcleo de tierra	Trapezoidal Corona = 1.60 Altura = 1.40 Base = 2.50	500 m	Filtración
PI-43 PI-42	D	Dique de Champa con núcleo de tierra	Trapezoidal Variable	500 m	Filtración
PI-41 PI-37	D	Dique de Champa con núcleo de tierra	Trapezoidal Variable	500 m	Filtración
PI-37	D	Dique de Champa con núcleo de tierra	Trapezoidal Variable	2000 m	Filtración

2.4.1 Margen Derecha del Río Ilave

Tramo Chipana-Plaspunco.- Depósitos aluviales en los que predominan arenas gravosas. Suelos permeables con una capacidad de carga admisible superior a 1.25 Kg/cm<sup>2</sup>.

Tramo Plaspunco-Aricollo.- Depósitos aluviales constituidos por limos-arenosas de baja plasticidad que se encuentra con intercalaciones de arenas finas a medias; suelos de mediana plasticidad con una carga admisible de 0.75-1.00 Kg/cm<sup>2</sup>.

Tramo Aricollo-Huayllata.- Depósitos aluviales formado por suelos finos del tipo arcilla arenosa o limos de ligera a media plasticidad. Suelos prácticamente impermeables con una capacidad de carga admisible de 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

2.4.2 Margen Izquierda del Río Ilave

Tramo Corajache-Tihuanaco.- Depósitos aluviales en los que predominan las arenas gravosas. Suelos permeables con una capacidad de carga admisible superior a 1.00 Kg/cm<sup>2</sup>.

Tramo Tihuanaco-Cullane.- Depósitos aluviales en los que predominan las arenas finas y arenas limosas.

Suelos de mediana a alta permeabilidad, con una capacidad de carga admisible de 0.75 Kg/cm<sup>2</sup>.

Tramo Cullane-Coccata.- Predominan las arenas limosas; de mediana permeabilidad con una capacidad de carga admisible de 0.75 Kg/cm<sup>2</sup>.

Tramo Coccata-Santa Rosa de Huallata.- Depósitos aluviales constituidos por suelos finos del tipo arcilla limosa y limo arcillosos de ligera a media plasticidad. Suelos prácticamente impermeables con una capacidad de carga admisible de 0.5 Kg/cm<sup>2</sup> por encontrarse saturados.

A continuación se describe las características principales de los suelos en el Río Ramis.

2.4.3 Tramo Km 0+000 al 2+000 - Margen Derecha del Río Ramis

Depósitos aluviales en los que predominan las arenas finas a medias, que se encuentran parcialmente recubiertas por arenas limosas. Suelos permeables con una capacidad de carga admisible de 1.00 kg/cm<sup>2</sup>.

2.4.4 Tramo Km 2+000 al 4+500

Depósitos aluviales que tienen el siguiente perfil típico:

De 0.00 a 0.50 m Arcilla arenosa de ligera plasticidad.

De 0.50 a 1.30 m Arena de grano fino con intercalaciones de arena arcillosa.

Suelos de mediana a baja permeabilidad con capacidad de carga admisibles de 0.5 kg/cm<sup>2</sup> (arcilla arenosa) y 1.00 kg/cm<sup>2</sup> (arenas finas a medias).

2.4.5 Tramo Km 4+500 al 8+500

Depósitos aluviales constituidos mayormente por arenas limosas de granulometría fina. Suelos de mediana permeabilidad con una capacidad de carga admisible igual a 0.75 kg/cm<sup>2</sup>.

2.4.6 Tramo Km 8+500 al 10+000

Depósitos aluviales conformados por intercalaciones de arenas arcillosas con arcillas limosas. Suelos de baja permeabilidad y una carga admisible de 0.5 kg/cm<sup>2</sup>.

2.5 Estudio Preliminar de Geología con fines de Cantera

Las acciones ejecutadas han estado encaminadas a suministrar materiales a ser utilizados en los mejoramientos de las carreteras proyectadas y en la construcción de las defensas ribereñas. Observar plano con ubicación de las canteras. A continuación se describe las características de los materiales a usarse con fines de cantera en la zona de Ilave.

2.5.1 Cantera Puente Ilave

Formados por depósitos coluviales y residuales que están constituidos por arcillas arenosas con inclusiones de fragmentos de calizas. Estos suelos presentan ligera a mediana plasticidad por lo que su permeabilidad una vez compactada será prácticamente impermeable con un coeficiente de permeabilidad (K) de 10-6 cm/seg.

2.5.2 Canteras de Agregados - Río Ilave

Corresponden a pequeños depósitos aluviales del cauce que se localizan en las curvas de los meandros entre los sectores de Chipana y Huayllata. Los suelos son de textura granular media constituidos por arenas gravosas, que se pueden utilizar para el mejoramiento de los suelos de fundación de las carreteras.

A continuación se describen las características de los materiales a usarse con fines de canteras en la Zona de Ramis.

2.5.3 Materiales Finos Impermeables

Se han localizado pequeñas áreas que corresponden a las tierras de cultivo y que están constituidos por suelos arcillo arenosos de ligera a mediana plasticidad; la potencia explotable es de aproximadamente 0.85 m y se debe realizar selectivamente a lo largo del valle. Otra zona posible de explotación está localizada en las faldas de los cerros Puquis que corresponden a depósitos coluvio-residuales formados por suelos arcillo arenosos



de ligera a mediana plasticidad. Todas las áreas presentan limitaciones en cuanto al volumen a explotarse.

#### 2.5.4 Materiales de Agregados

Se han determinado tres áreas a lo largo del cauce del río Ramis en los primeros 2.0 km a partir de Taraco; y que corresponden a depósitos aluviales del cauce constituidos por suelos arenosos con inclusión de gravas finas. Los depósitos localizados tienen las siguientes medidas promedios: longitud = 120 m; ancho = 30 m y potencia de 1.00 m, que dan un volumen explotable de 10,800 m<sup>3</sup>.

#### 2.5.5 Materiales para Enrocado

Rocas de aceptable calidad se han encontrado a unos 12.5 km de Taraco en la carretera que va a Juliaca, los afloramientos corresponden a calizas y areniscas cuarcíferas de mediana resistencia y aceptable estabilidad química.

En áreas próximas a las obras se han encontrado afloramientos que corresponden a limolitas y areniscas de baja resistencia y débil cementación que las hacen porosas y no aptas para su utilización como enrocado.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



CAPITULO III

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
HIDRAULICA FLUVIAL

---



### 3. HIDRAULICA FLUVIAL

#### 3.1 Causas de Fallas de Diques Existentes

En este punto se ha analizado las causas que originan el desborde de los diques y riberas existentes, las cuales se pueden señalar como:

- a. Falta de precisión en la altura de los diques existentes
- b. Utilización de materiales muy permeables en la construcción de los diques
- c. Falta de mantenimiento de las estructuras existentes

En lo referente al punto a) la falta de precisión de altura, se ha podido notar en los levantamientos topográficos, que muestran que los diques existentes, carecen de una altura que permita absorber las crecidas del río siendo rebosados en casi todas las zonas cóncavas que forma el río en su discurrir hacia el lago Titicaca.

En el punto b), las visitas de campo han permitido constatar que los diques actuales en su mayoría han sido construidos con materiales muy permeables que durante la época de crecida, son afectados por el fenómeno de la tubificación que causan su asentamiento y posterior derrumbe.

Finalmente el punto c), señala que no existe una política desarrollada por los organismos públicos y privados, sobre el mantenimiento que deben tener los diques actuales, para ser reparados después de cada época de avenida.

#### 3.2 Criterios para Corrección de Causas de Desbordamiento

Establecidas las causas que impiden un buen funcionamiento de los diques, es conveniente analizar las posibles soluciones a estos problemas; y las cuales se exponen a continuación.

Determinación de la altura de los diques que soporten las crecidas del río. Las zonas en estudio, se ubican básicamente en la zona de desembocadura de los ríos Ilave y Ramis al lago Titicaca, por lo que este ejerce una función reguladora en la capacidad del río en la descarga de sus aguas al mencionado lago. Esto se comprueba mediante el análisis graficado (Gráficos 1, 2, 3, 4) que se muestra a continuación, el cual señala que la situación más crítica se presenta en los meses de Enero a Marzo y determina que existen zonas de comportamiento hidráulico diferente.

1. Zona de inundación causada por el comportamiento del río en época de crecida
2. Zona de inundación causada por el comportamiento del río más el efecto de crecida del lago.

Por lo que se puede concluir que los diques deben disponer de una altura que soporte en cada tramo las diferentes condiciones del río, lo cual se tendrá en cuenta para el diseño hidráulico de los diques y que se tratará con mayor detalle y precisión en el ítem 3.3

Utilización de materiales adecuados, que permitan una estabilidad e impermeabilidad al dique a construirse, esta situación se logra construyendo o utilizando materiales adecuados, que permitan reducir la infiltración a través del núcleo de la presa o dique, para este fin debe usarse buen material impermeable y si es posible compactado, dada la naturaleza del terreno de cimentación (arena) es necesario excavar y hacer una buena cimentación con óptimo material que evite las filtraciones.

Asimismo, en busca de una apropiada estabilidad los taludes deben tener una pendiente mayor del lado interno o sea la de contacto con agua, del mismo modo es necesario defender el pie del talud y en caso de usar material permeable en la conformación del dique, este debe ir protegido.

Finalmente en caso extremo se podrá utilizar estructuras de carácter más sólido o rígido como el concreto ciclópeo y el concreto armado.

Falta de mantenimiento de las estructuras, en este punto vale la pena insistir, ya que cualquier estructura sometida a la acción dinámica del flujo de un río está sujeta a sufrir asentamiento, socavaciones, etc. Por lo que las reparaciones de estos terraplenes deben ser inmediatas cada vez que se presente algún desperfecto, es decir deberán ser elevados si se han asentado excesivamente, reforzarlos si se han debilitado y reponer con nuevos materiales si las crecidas hubiesen arrastrado los que existían.

Esto indica que debe existir una política o plan de mantenimiento de los diques construidos y a construirse lo cual significará un menor costo que en el caso de romperse completamente el terraplén, durante una creciente los daños y perjuicios serán siempre considerables y las reparaciones difíciles y costosas y solo cuando se toman las medidas a tiempo, o sea iniciarse los daños o al término de la crecida de modo tal que la siguiente crecida encuentre reforzada o corregida cualquier daño, por más pequeño que sea este.

### 3.3 Diseño Hidráulico de los Diques para los Ríos Ilave y Ramis

En base a lo expresado anteriormente en los ítems 3.1 y 3.2 se fijaron 2 sectores bien definidos de comportamiento hidráulico:

1. Sector de desbordamiento sin influencia del lago
2. Sector de desbordamiento con influencia del lago

### 3.3.1 Cálculo de Altura de Diques en el Sector 1

#### Río Ilave

Como se estableció anteriormente existe un sector del río que debido a su ubicación no está influenciado por la altura del nivel del Lago Titicaca, esto quiere decir que en esas zonas se producen desbordes aún en época en que el lago se encuentra a niveles considerados como normales o menores que estos, lo cual sucede en la época de fines del mes de Diciembre.

Dentro de este concepto se puede precisar que el dimensionamiento de la altura de los diques y su separación entre ellos; estarán fijados por el caudal de agua para un periodo de retorno ( $T_r$ ) no menor de 20 años ni mayor de 50 años y por la pendiente hidráulica que dispone el río. De tal modo que podemos fijar los siguientes parámetros.

- a) Caudal de Diseño.- En base a las máximas descargas anuales y aplicando el Método de Gumbel cuyos cálculos constan en el Anexo se determina que para:

El río Ilave para un	$T_r = 20$ años	$Q = 801$ m <sup>3</sup> /s
	$T_r = 50$ años	$Q = 961$ m <sup>3</sup> /s

Dada la no significativa diferencia entre caudales es conveniente asumir como caudal de diseño  $Q_d = 960$  m<sup>3</sup>/s.

- b) Pendiente de Río.- Como es deducible debido a las condiciones topográficas del cauce (ver gráfico N° 5), la pendiente de fondo varía entre un mínimo de 0.0001 a un máximo de 0.0005, valores que también rigen para las pendientes hidráulicas o de superficie del agua.

- c) Ancho de Río.- Asumiendo un ancho que varía entre un mínimo de 50 m a un máximo de 700 m, datos que se producen en el terreno. Con estas consideraciones, contruiremos las curvas respectivas (ver gráfico N° 6) donde se puede apreciar las variaciones de los tirantes que alcanzaría el río para una base también variable.

Teniendo en cuenta, la situación del río Ilave en la zona de Pilcuyo, se puede calibrar, que en 1986 (Enero-Marzo) el río transportó un caudal máximo cercano al caudal de diseño, lo cual significa un tirante de casi 4.00 m que equivale a una base promedio de 250 m.

Ya que estamos aceptando una sección promedio para fines de dimensionamiento, nuestro espaciamento de diques será de 250 m en base a 2 criterios de diseño.

Permanencia de las Defensas Actuales.- Creemos que es conveniente que las defensas ribereñas actuales, permanezcan con el fin de encauzar las primeras avenidas, y además permitirán que el comportamiento hidráulico del río continúe, esto



quiere decir que las zonas críticas de rotura y desbordamiento sean las mismas, las cuales se pueden controlar con los nuevos diques y así mismo encajonar al río dentro de una sección cuyo perfil hidráulico se ha definido (ver lámina 5).

Construcción de Nuevos Diques.- Se deduce que los diques actuales no están en capacidad de soportar las avenidas que se presentan durante los meses de Enero y Marzo, por lo que son desbordados y erosionados, es así que los nuevos diques estarán separados en 250 m como mínimo y deberán tener una cota de 17.50 en sección S y 16.50 m en A, ya que el criterio es encauzar todo el caudal y que este no desborde en la zona a recuperar.

El ancho de 2.50 m determina una altura o tirante en el río, de 4.00 m, situación comprobada en la sección del río Ilave de Pilcuyo, esta sección debe ser conservada desde la sección S hasta la A ya que no se puede permitir grandes inundaciones en el sector a recuperar. Para los tramos aguas abajo la sección A, el dique no continua ya que esta fuera del área a recuperar en este tramo el río volvera a laminarse es decir disminuirá de tirante pero para compensar esta situación aumentará en ancho causando los desbordes en dicha zona, la cual se encuentra fuera de nuestra área a rehabilitar como que también ha sido una área continuamente inundada.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Río Ramis



Igualmente para el río Ramis, existe un sector al cual denominamos Sector 1 que no está influenciado por la altura del nivel del Lago Titicaca, lo que significa que se produce desbordes en épocas en que el lago se encuentra en niveles considerados como normales (mes de Diciembre).

Siguiendo los criterios establecidos para el río Ilave podemos fijar:

Caudal de Diseño.- En base a las máximas descargas anuales y aplicando el Método de Gumbel, cuyos cálculos constan en el Anexo se determina que para:

El río Ramis para un	Tr = 20 años	Q = 569 m <sup>3</sup> /s
	Tr = 50 años	Q = 734 m <sup>3</sup> /s

Pendiente de Río.- También de acuerdo al gráfico N° 7 se puede precisar que las pendientes del río Ramis varían entre un máximo de 0.003 y un mínimo de 0.0001, valores que registrarán para las pendientes.

Ancho de Río.- En lo que respecta al Río Ramis, el ancho a considerar no es de vital importancia, ya que la zona a defender se encuentra en la margen derecha y no se tiene previsto la defensa de la margen izquierda por ser terrenos

permanentemente inundables en épocas de crecidas y que durante ese tiempo se dedica a labores pecuarios.

Teniendo en cuenta esta realidad, para el río Ramis, y siguiendo los criterios ya establecidos en el río Ilave, tenemos:

Permanencia de las Defensas Actuales.- A pesar de lo precario que son las actuales defensas, es conveniente que estas permanezcan con el fin de encauzar las primeras avenidas y permitan que el flujo del río discorra dentro de un cauce definido por estas defensas, que pueden ser reparadas en los puntos críticos de roturas y desbordamientos, y funcionar como primera estructura de control de avenidas.

Asimismo de acuerdo a las observaciones y/o averiguaciones realizadas en la zona a rehabilitar, los actuales diques no han sido destruidos por desbordes, más si por filtración.

Construcción de Nuevos Diques.- La necesidad de nuevos diques se limita al factor de infiltración que padecen los actuales diques, por lo que los nuevos deberán ser lo suficientemente estables e impermeables que eliminen el problema anterior.

Aún así se ha establecido que una sección de 250 m. de ancho el tirante necesario es de 4.50 m, (gráfico N° 8), lo cual precisa a elevar la cota del dique a 17.50 en la sección de control (PI-48) y manteniendo una pendiente de 0.0001, terminamos con una cota de 16.75. Situación que da máxima seguridad, ya que en la margen izquierda no se prevé la construcción de ningún dique y se supone que el caudal se laminará por falta de restricciones en la margen izquierda, disminuyendo el tirante y el posible desbordamiento en la margen derecha.

### 3.3.2 Cálculo de Altura de Dique en el Sector 2

Cuando el lago incrementa su nivel va generando un plano de agua dentro del cauce del río que tiene la misma cota del nivel del lago y que obliga al río a laminarse aguas arriba de sus puntos de desborde tradicionales al inicio del época de lluvias, causando desbordamientos en zonas ribereñas al lago, las cuales van agravadas por el aumento de nivel del lago.

En cuanto al comportamiento hidráulico de este sector, y bajo la premisa de que el sector delimitado a rehabilitarse, no debe ser inundado por las aguas provenientes del río, la sección hidráulica estimada en el sector 1 se debe prolongar hasta el sector 2, ya que las consideraciones usadas en el sector 1, también satisfacen las características del sector 2.

### 3.3.3 Conclusiones sobre dimensionamiento hidráulico en los ríos Ilave y Ramis.

- a) El caudal estimado de 960 m<sup>3</sup>/s, para el río Ilave y 735 m<sup>3</sup>/s para el Ramis dan un margen de seguridad para absorber cualquier avenida extraordinaria no registrada hasta el momento.
- b) La pendiente estimada para el cálculo del tirante, asumiendo un flujo permanente es bastante conservadora, dando la seguridad en caso de que se presente alguna circunstancia que induzcan una menor pendiente hidráulica, por ejemplo que el lago este a un nivel alto (a fines de Abril e inicios de Mayo) y se presente una avenida extraordinaria.
- c) En lo referente al ancho del río, se ha estimado un ancho casi igual al existente, en la mayoría de las secciones del río, esto se ha realizado teniendo en cuenta que debe permitir el paso del caudal de diseño, lo cual realiza aún acosta de un tirante un poco alto, pero que puede ser soportado por los diques propuestos, asimismo no es conveniente ampliar mucho el cauce, debido a la tenencia de la tierra, ya que abunda el minifundio, y una zona inundable muy amplia podría generar problemas sociales donde ya estos existen y aumentarlos sería inconveniente.
- d) En relación a la altura, esta se ha estimado, teniendo en cuenta que es preferible un tirante alto, a una base ancha, asimismo teniendo en cuenta el proceso de aumento de fondo debido a la sedimentación gradual que se produce en todo obra de endicamiento, es recomendable un dique de gran altura que absorva este problema; otro criterio valedero, para elegir el tirante alto, se debe a la formación de la barra en la zona del delta del río que causa un cambio de la rasante de fondo.

Por eso es preferible iniciar una defensa con diques de regular altura que prevenga la sedimentación y asimismo evite los problemas de tener una base amplia pero que inunda terrenos de pequeños propietarios que podrían generar problemas sociales en una zona ya tensa.

CAPITULO IV

DEFINICION DE LA SECCION DEL DIQUE  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



4. DEFINICION DE LA SECCION DEL DIQUE

4.1 Alternativas de Secciones Típicas de Diques

Teniendo en cuenta la disponibilidad de materiales, facilidad constructiva, experiencia de la zona, factores de escasez de materiales, facilidad de transporte, se han elaborado las secciones de diques que podrían ser construídos en la zona a rehabilitar y proteger; los cuales se muestran en los 6 gráficos adjuntos.

Alternativa N°1 - Gráfico N°9

- Dique de sección compuesta con protección de champas

Alternativa N°2 - Gráfico N°10

- Dique de sección compuesta con protección de losa armada

Alternativa N°3 - Gráfico N°11

- Dique de sección compuesta con protección de losa de concreto

Alternativa N°4 - Gráfico N°12

- Dique de mampostería

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



Alternativa N°5 - Gráfico N°13

- Dique de concreto armado

Alternativa N°6 - Gráfico 14

- Dique de sección homogénea con enrocado de protección

Alternativa N°7 - Gráfico N°15

- Dique de sección mixta con enrocado de protección y champas

4.2 Análisis de Costos de Cada una de las Secciones Típicas

En base a los jornales de la zona, precios de materiales, costos de fletes, se ha elaborado los precios unitarios por metro de cada sección típica propuesta, los cuales se presentan a continuación

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



CUADRO 4.2.1 COSTO POR METRO LINEAL DE ALTERNATIVAS PARA DEFENSAS RIBERENAS (MAYO 1988)

SECTOR ILAVE - PILCUYO

COD	PARTIDAS	UNID	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD		CANTIDAD		CANTIDAD		CANTIDAD		CANTIDAD		CANT.		ALTERN.	
				# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 7						
1	Excavación para conformación de uña de dique y enrocado antisocav.	M3	131	4.08	534	8.55	1120	4.83	633	1.93	253	18.88	2473	4.13	541	3.75	491.25
2	Relleno Compactado para cuerpo de dique	M3	166	14.96	2483	20.00	3320	15.64	2596								
		M3	166	36.94	6132	20.12	3340	37.31	6193			8.5	1411	23.63	3923	23.63	3923.0
		M3	166	1.32	219	1.20	199	0.38	63								
3	Cargulo y transp. material permeable (arena gravosa, arena limosa) cant. 2.5 ka.	M3	280	36.94	10343	20.12	5634	37.31	10447								
		M3	280	1.32	370	1.20	336	0.38	106								
4	Cargulo y transp. mat. impermeable (arcilla limosa, arena arcillosa) cant. 20 ka.	M3	522	14.96	7809	20.00	10440	15.64	8164					23.63	12335	23.63	12335.0
5	Protección de diques con bloques de hierba (champas) incluye extracción, cargulo y transporte y colocación	M2	149	10.23	1524											4.8	715.20
6	Concreto f'c=175 kg/cm2	M3	3519									4.79	16856				
7	Concreto f'c=140 kg/cm2 para dique de mampostería y alternativa 2	M3	3304			1.49	4923			3.72	12291						
8	Mortero 1:6 (cemento-hormigón)	M3	2906					1.8	5231								
9	Encofrado y Desencofrado	M2	534			6.83	3647	4.33	2312	18.84	10061	17.38	9281				
10	Armadura f'y=4200 kg/cm2	KG	76			51.36	3903					179.47	13640				
11	Dique de mampostería (roca de diam. <= 0.5) incluye explotación y remoción, cargulo y transporte y colocación, cant. 14.5 ka.	M3	1633							3.72	6075						
12	Enrocado (roca diam. 0.70 a 1.00) incluye explotación y remoción, cargulo y transporte y colocación, cant. 14.5 ka.	M3	2094			0.45	942			0.8	1675	1.55	3246	10.69	22385	7.09	14846.4
					29414		37804		35745		30355		46907		39184		32328.9

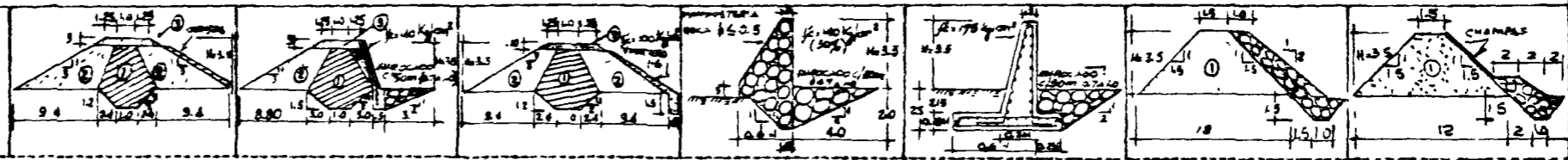




CUADRO 4.2 2 COSTO POR METRO LINEAL DE ALTERNATIVAS PARA DEFENSAS RIBERENAS (MAYO 1988)

SECTOR TARACO - PUGUIS

COD	PARTIDAS	UNID	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD		CANTIDAD		CANTIDAD		CANTIDAD		CANTIDAD		CANT.		ALTERN.	
				ALTERN. # 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	CANT.	ALTERN. # 7						
1	Excavación para conformación de uña de dique y enrocado antisocav.	M3	131	4.08	534	8.55	1120	4.83	633	1.93	253	18.88	2473	4.13	541	3.75	491.25
2	Relleno Compactado para cuerpo de dique	M3	166	14.96	2483	20.00	3320	15.64	2596								
		M3	166	36.94	6132	20.12	3340	37.31	6193			8.5	1411	23.63	3923	23.63	3923.0
		M3	166	1.32	219	1.20	199	0.38	63								
3	Cargulo y transp. material permeable (arena gravosa, arena limosa) cant. 2.5 km.	M3	280	36.94	10343	20.12	5634	37.31	10447								
		M3	280	1.32	370	1.20	336	0.38	106								
4	Cargulo y transp. mat. impermeable (arcilla limosa arena arcillosa) cant. 10 km.	M3	409	14.96	6119	20.00	8180	15.64	6397				23.63	9665	23.63	9665.0	
5	Protección de diques con bloques de hierba (champas) incluye extracción, cargulo y transporte y colocación	M2	149	10.23	1524										4.8	715.20	
6	Concreto f'c=175 kg/cm2	M3	3519									4.79	16856				
7	Concreto f'c=140 kg/cm2 para dique de mampostería y alternativa 2	M3	3304			1.49	4923			3.72	12291						
8	Mortero 1:6 (cemento-hormigón)	M3	2906					1.8	5231								
9	Encofrado y Desencofrado	M2	534			6.83	3647	4.33	2312	18.84	10061	17.38	9281				
10	Araadura f'y=4200 kg/cm2	KG	76			51.36	3903					179.47	13640				
11	Dique de mampostería (roca de diam. <= 0.5) incluye explotación y reación, cargulo y transporte y colocación, cant. 14.5 km.	M3	1633							3.72	6075						
12	Enrocado (roca diam. 0.70 a 1.00) incluye explotación y reación, cargulo y transporte y colocación, cant. 14.5 km.	M3	2094			0.45	942			0.8	1675	1.55	3246	10.69	22385	7.09	14,846
					27724		35544		33978		30355		46907		36514		29,640



VENTAJAS Y DESVENTAJAS CONSTRUCTIVAS DE CADA ALTERNATIVA-EN BASE A LOS FACTORES QUE PODRIAN  
 =====  
 ALTERAR SU COMPORTAMIENTO ANTE LA PRESENCIA DE LAS AVENIDAS DE DISEÑO SE HA ELABORADO UN CUADRO  
 =====  
 DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS QUE PERMITIRA LA SELECCION DE LA ALTERNATIVA MAS CONVENIENTE  
 =====

CONDICIONANTES	ALTERNATIVAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Estabilidad	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Impermeabilidad	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Transito de vehiculos	Si	Si	Si	No	No	No	No
Socavación	Buena	Buena	Buena	Regular	Regular	Buena	Buena
Disponibilidad de materiales	Regular	Regular	Regular	Regular	Mala	Mala	Mala
Rapidez constructiva	Buena	Regular	Regular	Lenta	Lenta	Regular	Regular
Equipo pesado	Necesario	Necesario	Necesario	Poco	Poco	Necesario	Necesario
Costo por metro	Alto	Alto	Alto	Alto	Muy alto	Alto	Alto

#### 4.4 Selección de Alternativas

Revisada cada una de las alternativas propuestas, en lo referente a ventajas y desventajas podemos elaborar una lista de alternativas en orden decreciente de recomendabilidad.

1. Alternativa N°6
2. Alternativa N°7
3. Alternativa N°1
4. Alternativa N°3
5. Alternativa N°4
6. Alternativa N°2
7. Alternativa N°5

Por lo que la selección de la alternativa N°6 debe quedar en primera prioridad, pero no muy distante de la N°7 y N°1, ya que las limitaciones de éstas se deben básicamente a que las champas pueden ser escasas y sujetas a putrefacción cuando estén bajo agua y la N°4 debido a la escasez de cemento, situación que parece ser a largo plazo.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



CAPITULO V

PLAN DE TRABAJO PARA EJECUCION DE OBRAS

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



5. PLAN DE TRABAJO PARA EJECUCION DE OBRAS

5.1 Proceso de Ejecución de Obras

Es recomendable señalar cual debe ser el proceso de ejecución de las obras en función de los siguientes factores.

5.1.1 Oportunidad de Ejecución de Obras

Es necesario hacer notar que existen condiciones climáticas y naturales que impiden ejecutar labores durante 3 meses. (Enero-Febrero-Marzo).

5.1.2 Disponibilidad de Materiales y Equipo

También es necesario indicar que la disponibilidad de material está muy limitada por la distancia y la carencia de equipo apropiado en calidad y potencia en la zona.

5.1.3 Disponibilidad de Fondos

También se ha tenido en cuenta que para la ejecución de la obra deberá existir una apropiada liquidez de fondos o recursos económicos que garanticen el pago del personal y de equipo.

Seleccionada la sección más conveniente se puede precisar el siguiente proceso de ejecución.

1. Limpieza y adecuación de caminos de acceso
2. Adecuación y explotación de canteras
3. Limpieza y excavación de núcleo y uña
4. Relleno de uña con enrocado
5. Conformación de terraplen compactado
6. Colocación de enrocado de protección.

Teniendo en cuenta lo anteriormente explicado, podemos asumir un avance diario de 5 m como mínimo, lo cual indica que por cada kilómetro necesita 200 días.

Ante esta situación será necesario redoblar el avance diario, mediante el uso de mayor equipo y frentes de trabajo.

5.2 Recursos, Equipo y Maquinaria necesarios para la Ejecución de Obras

Los recursos necesarios para la ejecución de obras son:

A. Recurso Humano

- A.1 Profesional y Técnico
- A.2 Mano de obra no calificada

B. Recurso de Maquinaria

C. Recurso Financiero-Económico

Describiendo someramente cada uno de ellos:

- a) Recurso Humano.- Es el personal calificado o no, pero necesarios para la ejecución de las obras, y que con un carácter de mínimo señalamos a continuación:

Personal Profesional por Frente

Un (1) Ingeniero Civil o Agrícola, Jefe de Obra con experiencia en Obras Hidráulicas.

Un (1) Ingeniero Civil o Agrícola Ing. Asistente

Un (1) Administrador

Dos (2) Topógrafos

Dos (2) Capataces

Personal no calificado

Obreros y campesinos de la zona

- b) Recursos de Maquinaria

OBRA : DEFENSAS RIBEREÑAS

METRADO : ZONA RIO ILAVE = 20.000 km

ZONA RIO RAMIS = 7.500 km

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

DESCRIPCION	POTENCIA HP	CAPACIDAD	REQ. DE HORAS c/km
TRACTOR SOBRE ORUGAS	140	-	900
CARGADOR FRONTAL SOBRE LLANTAS	100	2.2 yd3	900
RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS	120	0.75 yd3	300
MOTONIVELADORA	130	-	300
COMPRES.NEUMAT.CON 2 MARTILLOS	90	300 pcm	300
RODILLO LISO VIBRAT.AUTOPROP.	100	9 tn.	300
CISTERNA PARA AGUA 4 x 2	160	2000 gl.	600
VOLQUETE PARA AGREGADOS 4 x 2	280	8 m3	1800
VOLQUETE ROQUEROS 4 x 4	300	10 m3	900
CAMIONETA PICK-UP 4 x 4	100	1000 kg	1200
RADIO	-	-	300
TEODOLITO	-	-	300
NIVEL	-	-	300
BOTE CON MOTOR	-	5 pers.	300

Notas.- 1. Las potencias indicadas son las mínimas requeridas pudiendo ser mayores.

2. Todas las máquinas pesadas deberán estar equipadas con turbo.

c) Recurso Financiero-Económico

Dado la fuerte inversión para la ejecución de la obra, es necesario contar con una Institución Nacional o Extranjera que garantice la continuidad de la obra, ya sea aportando los fondos necesarios o compartiendo los gastos, de modo tal que las obras a ejecutarse no queden truncas y dado que están expuestas a la acción dinámica del río pueden echarse a perder, por lo que es necesario contar con los recursos en forma oportuna y suficiente.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

---





CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 6.1 El sistema más conveniente para controlar los desbordes es el uso de diques en ambas márgenes, como Defensas Ribereñas en el río Ilave y solo en la Margen Derecha en el caso del Río Ramis.
- 6.2 Cualquier sección de dique estará limitada por la falta, y/o alto costo de material a usarse.
- 6.3 El cálculo hidráulico ya sea por métodos hidrológicos o simulación, deben ser comprobados con ensayos de modelo en laboratorio. En opinión del PRONADRET es preferible asumir ciertos criterios prácticos y de observación en la zona para fijar características y comportamiento de los ríos en estudio.
- 6.4 El costo de la sección más conveniente es de 39,184 en el río Ilave y de 36,514 en el río Ramis.
- 6.5 Es conveniente una política de difusión de lo que va a significar el proyecto en cada zona a rehabilitarse, y el impacto en la mejora del nivel de vida de los beneficiarios.
- 6.6 Es necesario que el PELT delimite el monto a disponer para la ejecución del trabajo, para poder precisar si se puede construir por etapas.
- 6.7 Es indispensable contar con el equipo y maquinaria necesario para garantizar la ejecución de la obra.
- 6.8 No es conveniente alterar las actuales condiciones naturales de los cauces de los ríos en estudio, mediante el uso de dragados o enderezamientos, en las zonas bajas, por la presencia del lago Titicaca que obligaría al uso de diques de gran longitud a lo largo de la ribera, en terrenos que tienen hasta la fecha del Estudio un habitat ya formado con el ciclo de desbordes e inundaciones.
- 6.9 Dado lo alto de la inversión, y en caso que no se disponga de todo el presupuesto para la ejecución de todas las Defensas Ribereñas propuestas es conveniente que estas en caso de construcciones parciales, se midan de puntos o arranques que garanticen la permanencia de la obra, estos podrían ser un puente, zonas altas o cualquier otra estructura o zona que tengan carácter de permanente.
- 6.10 También en base a lo expuesto en 6.7, es conveniente que se forme una autoridad o Proyecto que brinde continuidad durante un plazo de ejecución de las obras, como también ejecute actividades de mantenimiento y reparación a estas obras expuestas a la acción dinámica de los ríos Ilave y Ramis.
- 6.11 En lo referente al río Ramis, es conveniente en una etapa futura, analizar técnica y económicamente la necesidad de la ejecución de

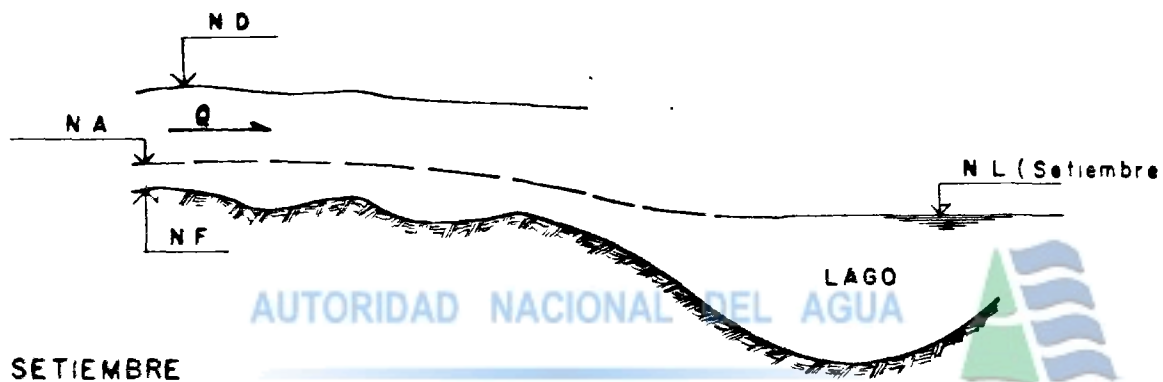
defensas ribereñas en el margen izquierda ya que según el desarrollo de las actividades agropecuarias en las actuales condiciones, no parece ser necesario la construcción de diques en dicho sector.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

---



## PERFIL DEL RIO DURANTE CICLO DE INUNDACION



MES : SETIEMBRE

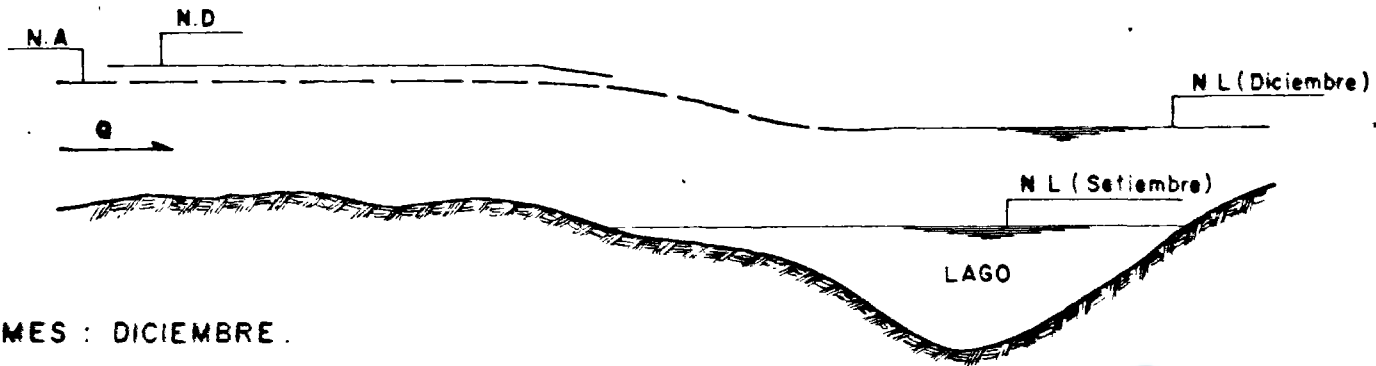
NO EXISTE PROBLEMAS, LOS RIOS DESCARGAN AL LAGO SIN CAUSAR DESBORDES SIGNIFICATIVOS

### LEYENDA

- N D ( NIVEL DE DIQUE )
- N A ( NIVEL DE AGUA EN EL RIO )
- N F ( NIVEL DE FONDO )
- N L ( NIVEL DE LAGO )

GRAFICO N° 1



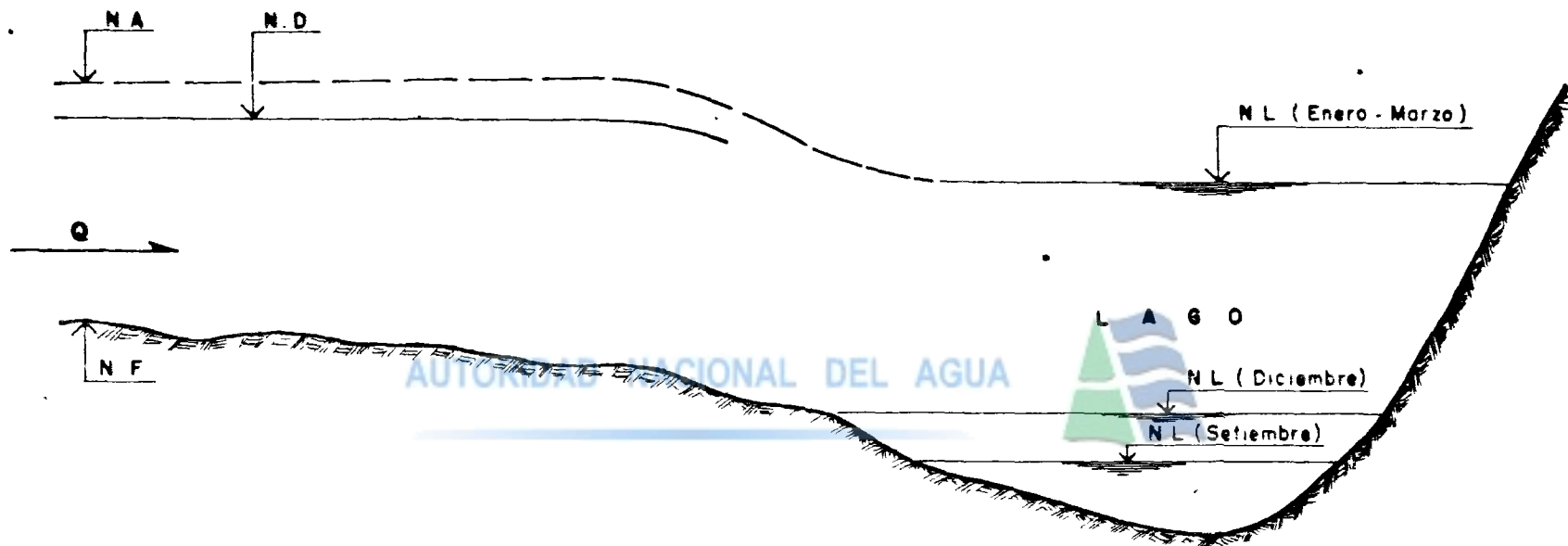


MES : DICIEMBRE .

EL LAGO ALCANZA UN NIVEL DE MODO TAL QUE EL Q QUE DISCORRE POR EL RIO NECESITA UN TIRANTE MAYOR PARA DESCARGAR SUS AGUAS, ASI MISMO DURANTE ESTA EPOCA SE UBICA EL ESTADO CRITICO DE EQUILIBRIO EN EL CUAL EL N L ALCANZADO Y EL Q DEL RIO, NO PUEDEN SUFRIR UN INCREMENTO YA QUE COMENZARIA A DESBORDAR POR ALGUNOS PUNTOS DE LAS MARGENES EXISTENTES.

#### LEYENDA

- N. D ( NIVEL DE DIQUE )
- N. A ( NIVEL DE AGUA EN EL RIO )
- N. F ( NIVEL DE FONDO )
- N L ( NIVEL DE LAGO )



**MES ( ENERO - MARZO )**

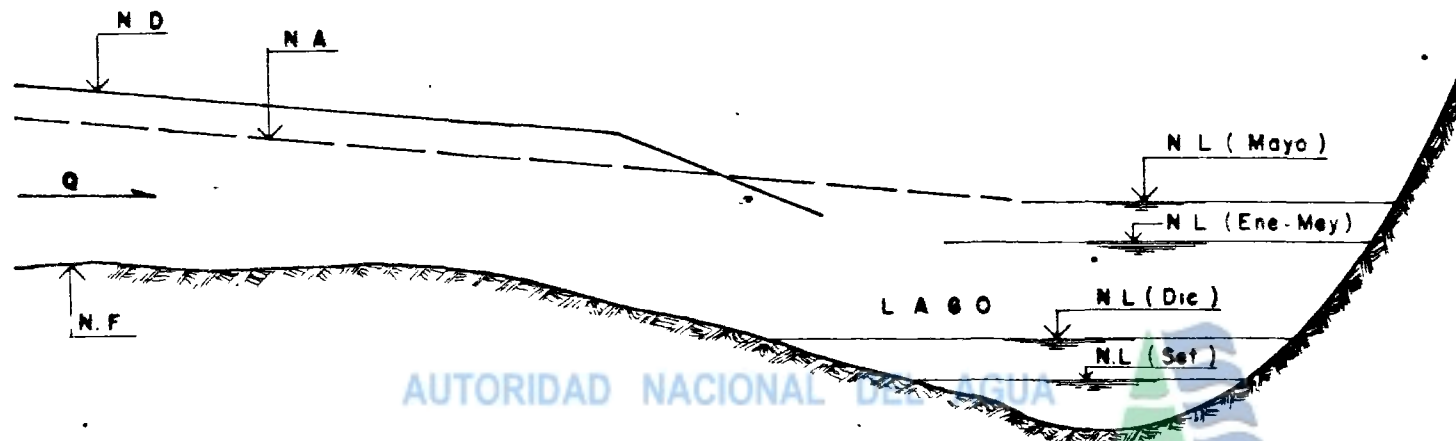
EL LAGO ALCANZA UN NIVEL DE MODO TAL, QUE EXISTE UN Q, PARA CADA NIVEL QUE NECESITA UN TIRANTE QUE ALCANZA NIVEL MAYOR QUE EL EXISTENTE, EN ALGUNAS MARGENES DEL RIO Y POR ENDE COMIENZA LOS DESBORDES Y ANEGAMIENTO DE LAS ZONAS RIBEREÑAS.

**LEYENDA**

- N D ( NIVEL DE DIQUE )
- N A ( NIVEL DE AGUA EN EL RIO )
- N.F ( NIVEL DE FONDO )
- N L ( NIVEL DE LAGO )

GRAFICO Nº 3





**MES ( MAYO )**

COMO CONSECUENCIA DE NO HABER LLUVIAS, EL CAUDAL Q ES SOLO PRODUCTO DE DESHIELOS Ó PEQUEÑAS PRECIPITACIONES, PERO SE NOTA QUE LOS DIQUES EXISTENTES NO SON DESBORDADOS EN SU MAYOR LONGITUD Y QUE NO SE PRODUCEN VELOCIDADES SIGNIFICATIVAS EN EL RIO

**LEYENDA**

- N D ( NIVEL DE DIQUE )
- N A ( NIVEL DE AGUA EN EL RIO )
- N . F ( NIVEL DE FONDO )
- N L ( NIVEL DE LAGO )



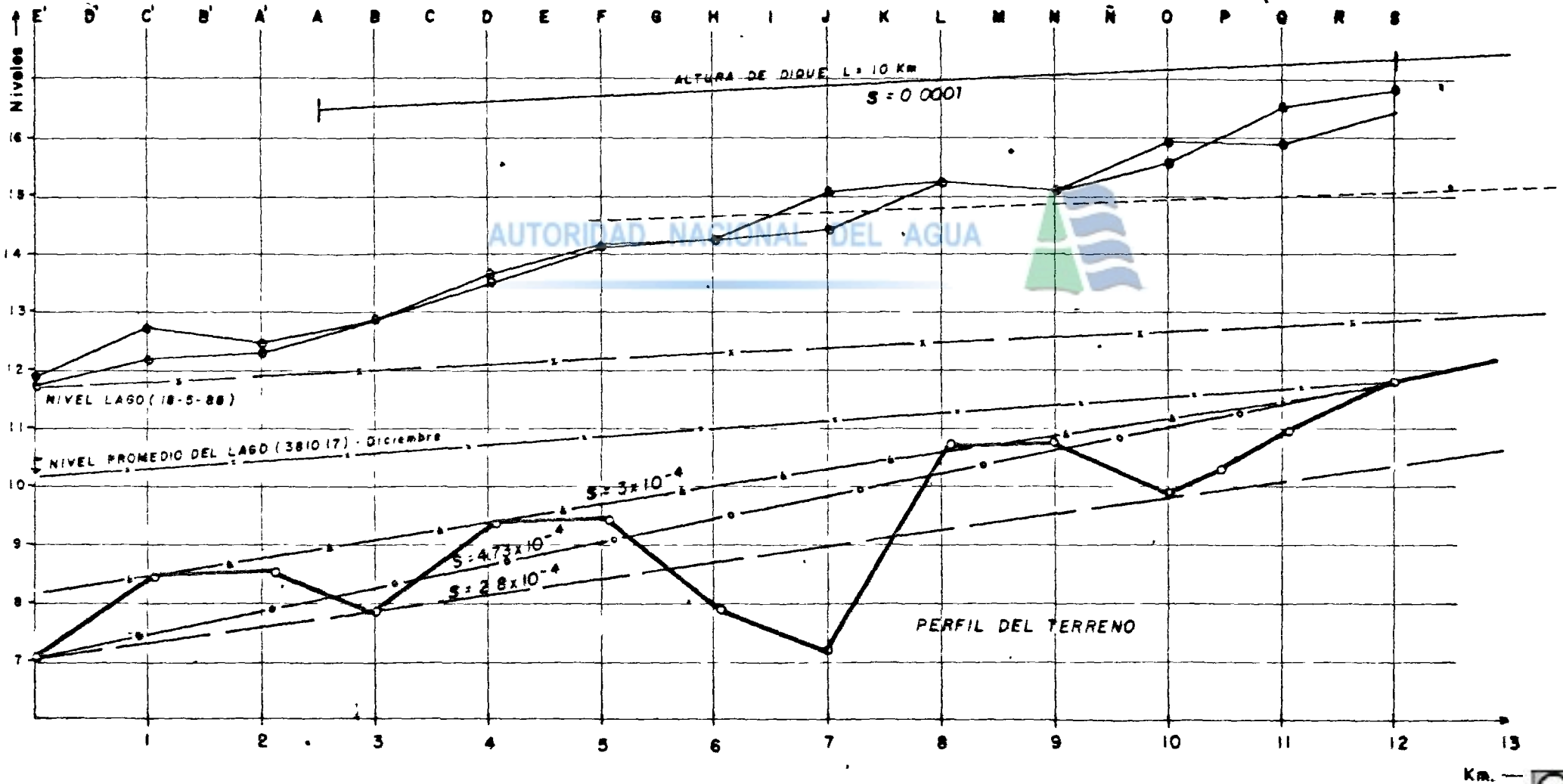
# PERFIL DEL DIQUE DE ENCAUZAMIENTO EN EL RIO ILAVE

ESCALA:

H = 1/5000

V = 1/100

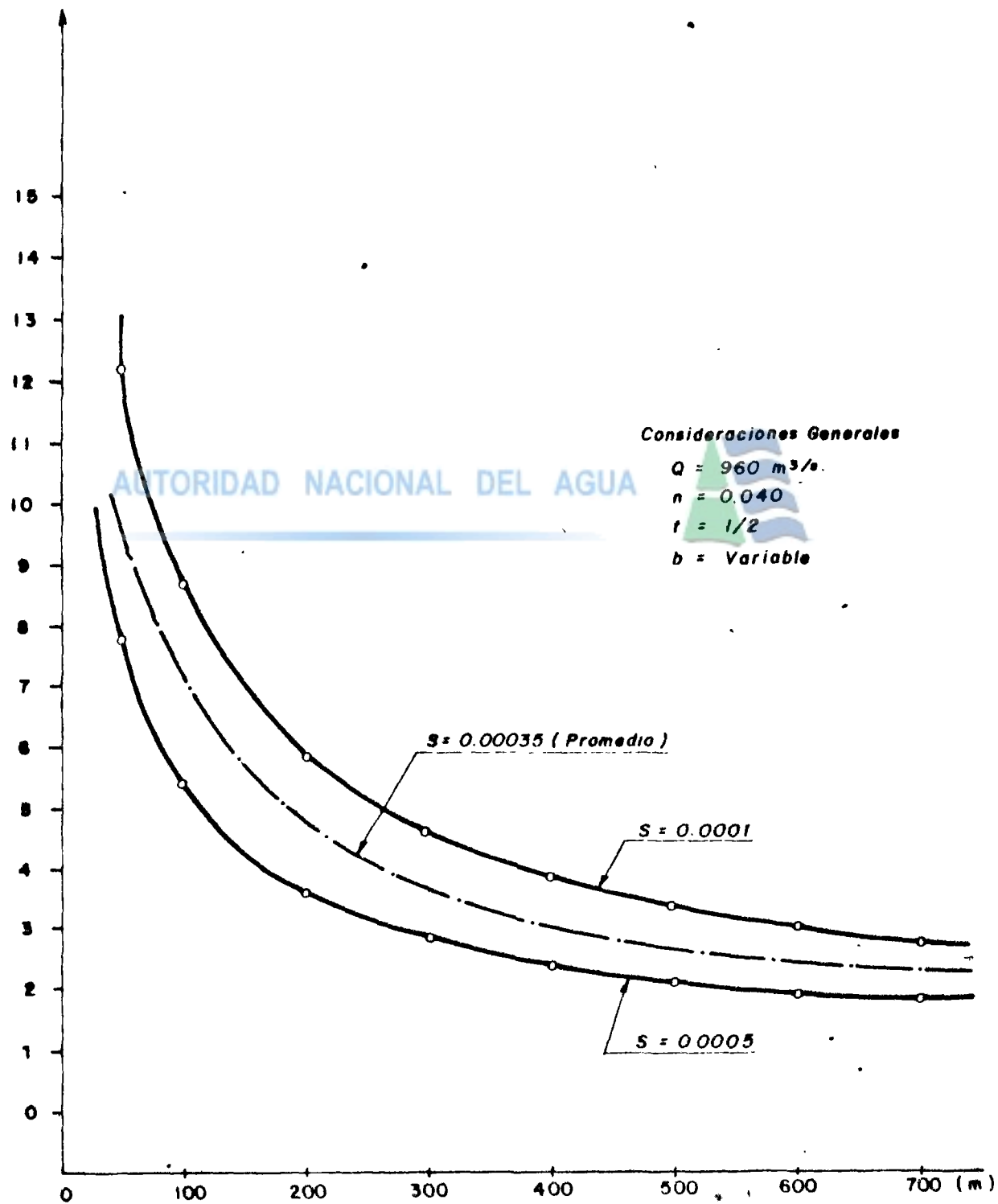
## SECCIONES



GRAFICON



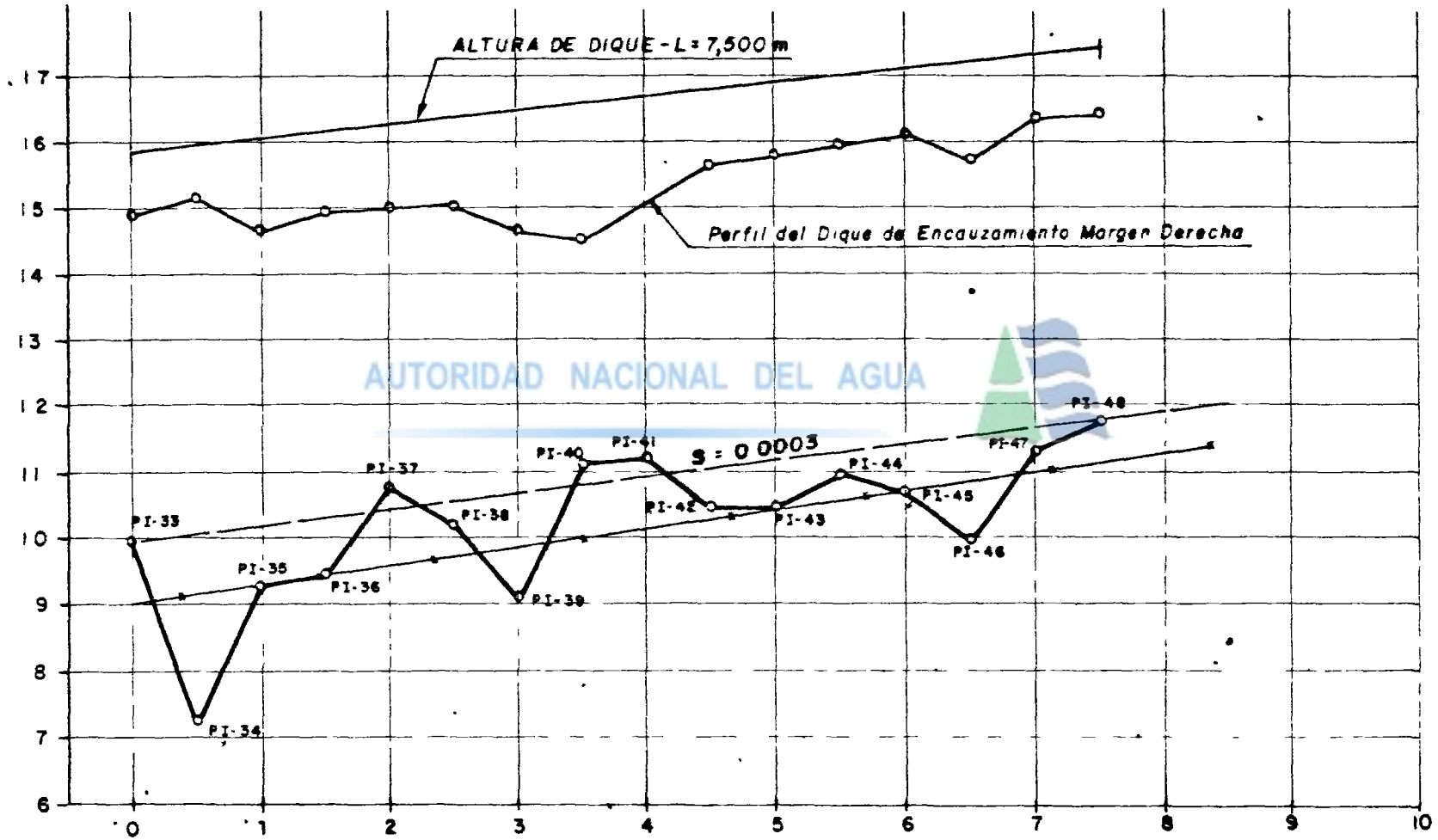
CURVA DE TIRANTES - BASES  
RIO ILAVE



Escala  
 $H = 1/5000$   
 $V = 1/100$



# PERFIL DEL DIQUE DE ENCAUZAMIENTO EN EL RIO RAMIS



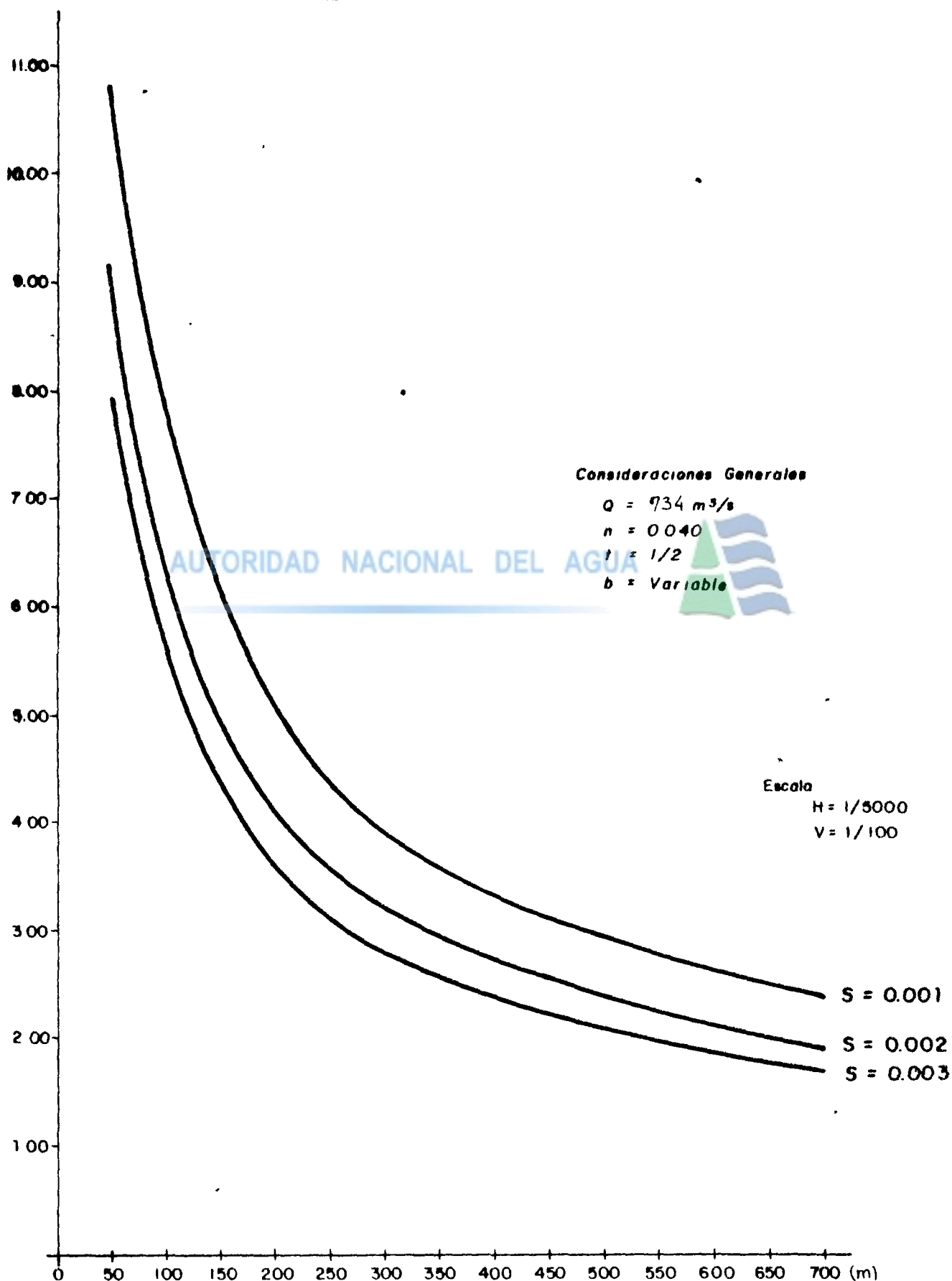
Esc H = 1/5000

V = 1/100

GRAFICO Nº



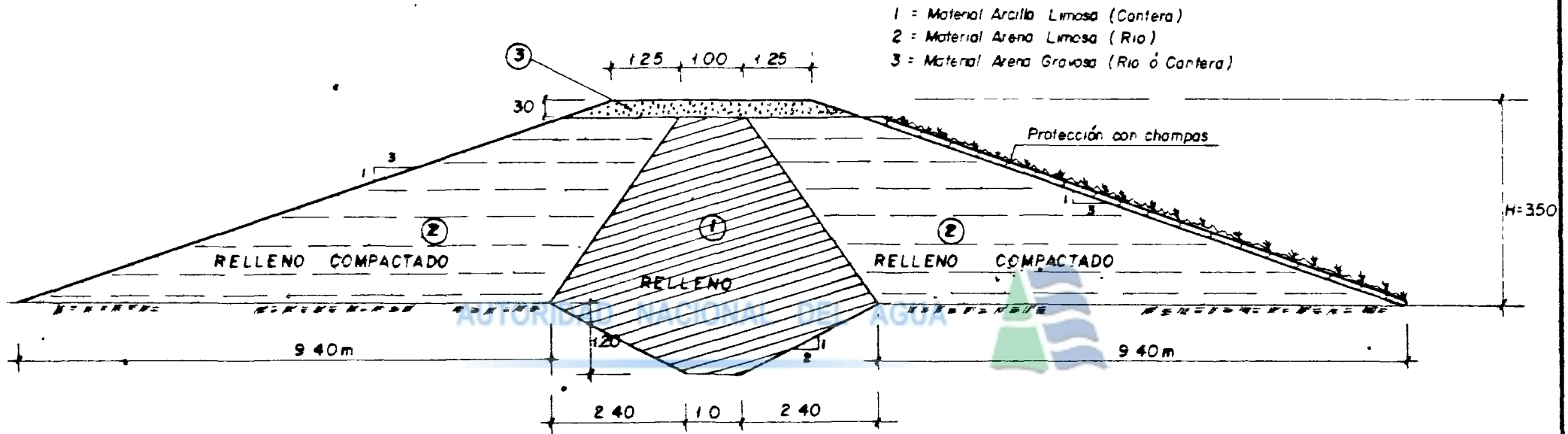
### CURVA RELACION TIRANTES VERSUS BASES RIO RAMIS



## ALTERNATIVA No 1

ESCALA 1 100

### DIQUE DE SECCION COMPUESTA CON PROTECCION DE CHAMPAS



#### VENTAJAS

- 1) Ofrece estabilidad e impermeabilidad.
- 2) Permite tránsito de vehículos.
- 3) La socavación no causa grandes problemas.
- 4) A excepción del Núcleo (1) utiliza materia les cercanos a la zona.
- 5) Rápidez constructiva.

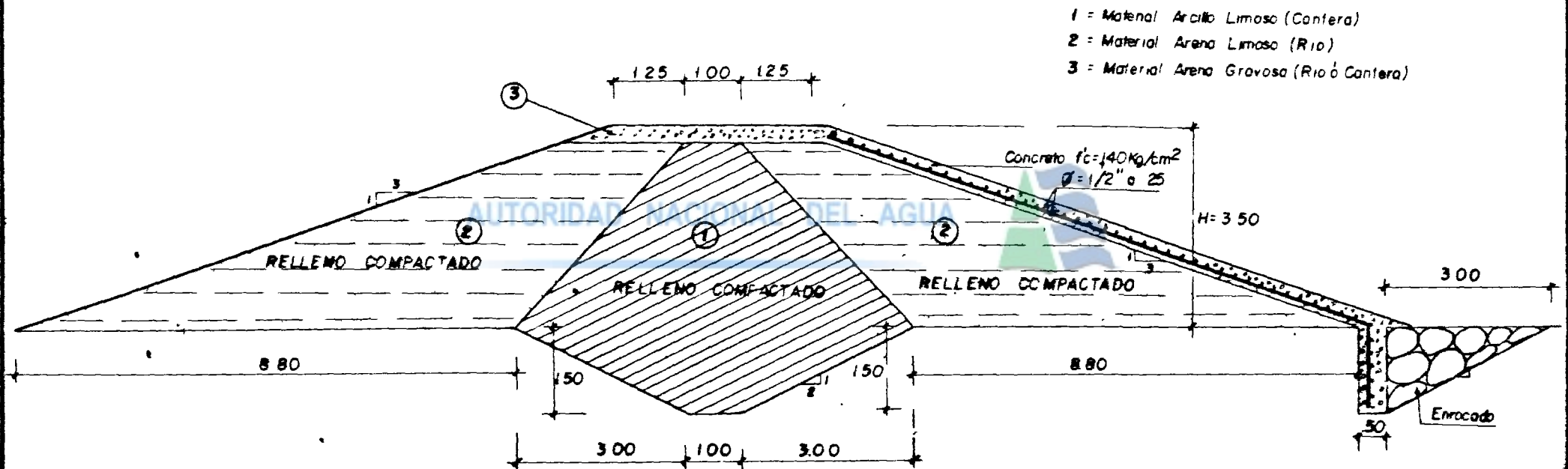
#### DESVENTAJAS

- 1) Escasez de material impermeabilizante.
- 2) Necesidad de equipo pesado.
- 3) Las champas podrían malograrse cuando estén bajo agua en forma permanente.

## ALTERNATIVA N.º 2

ESCALA 1/100

### DIQUE DE SECCION COMPUESTA CON PROTECCION DE LOSA ARMADA



#### VENTAJAS

- 1) Ofrece estabilidad e impermeabilidad.
- 2) Permite tránsito de vehículos
- 3) La socavación no causa problemas.

#### DESVENTAJAS

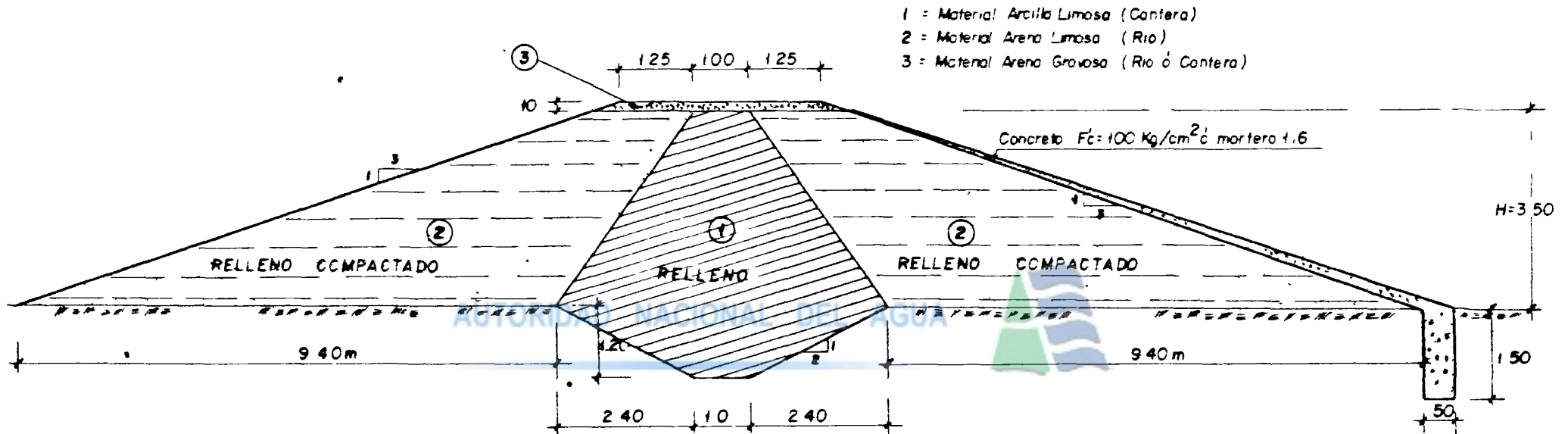
- 1) Escasez de material ligante (1).
- 2) Escasez de cemento y fierro a nivel nacional.
- 3) No es tan rápido en construcción.
- 4) Necesidad de equipo pesado.
- 5) Costo elevado.

GRAFICO N.º 10

### ALTERNATIVA No. 3

ESCALA 1:100

## DIQUE DE SECCION COMPUESTA CON PROTECCION DE LOSA DE CONCRETO



#### VENTAJAS

- 1) Ofrece estabilidad e impermeabilidad.
- 2) Permite tránsito de vehículos.
- 3) La socavación no causa problemas.
- 4) Utiliza materiales de la zona a excepción del cemento.

#### DESVENTAJAS

- 1) Escasez de material ligante (1)
- 2) Escasez de cemento.
- 3) No es tan rápido en su construcción.
- 4) Necesidad de equipo pesado.

GRAFICO No. 11



## ALTERNATIVA N. 4

ESCALA 1 50

# DIQUE DE MAMPOSTERIA

### VENTAJAS

- 1) Ofrece estabilidad e impermeabilidad.

### DESVENTAJAS

- 1) Escasez de cemento.
- 2) Lento avance constructivo
- 3) Necesidad de equipo mecánico
- 4) No permite tránsito de vehículos
- 5) Elemento muy rígido ante el efecto de la socavación.
- 6) Alto costo.

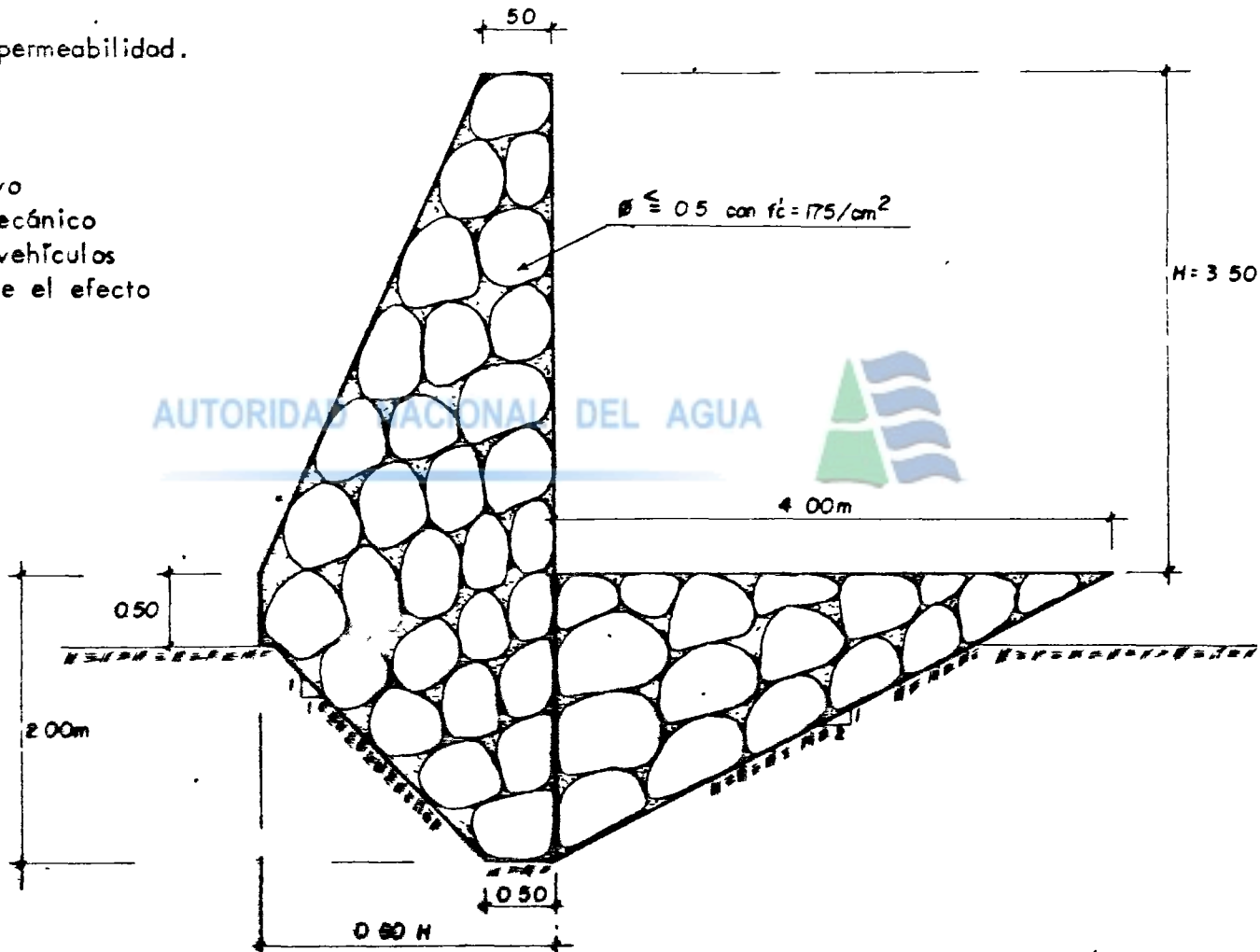


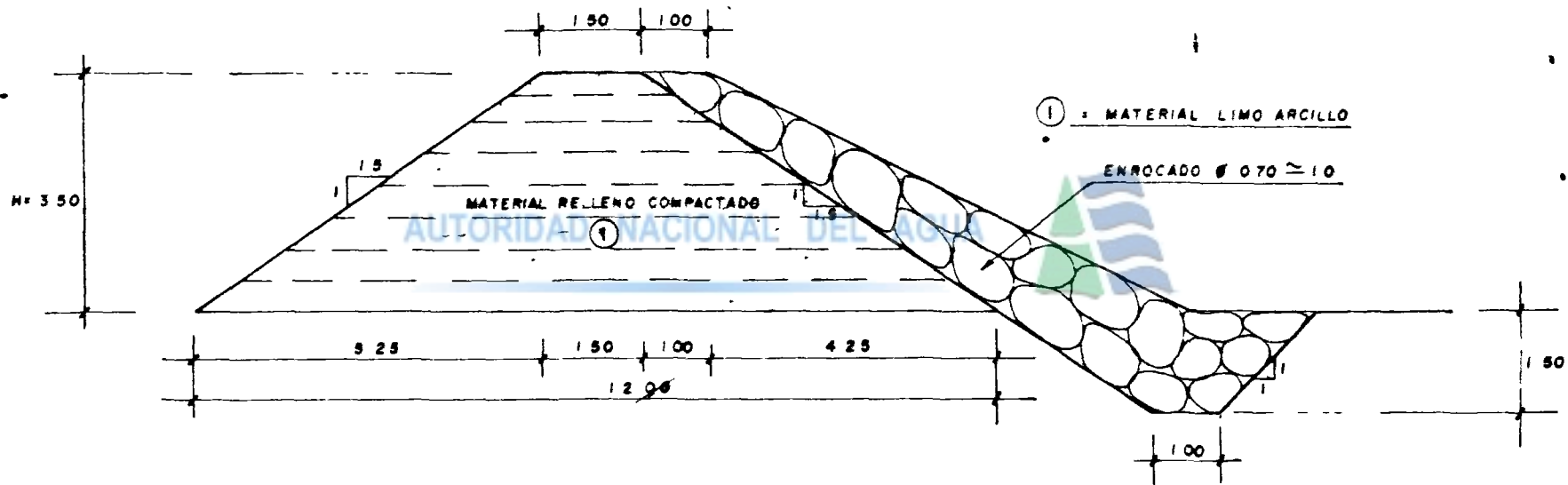
GRAFICO N. 12



## ALTERNATIVA Nº 6

Esc V=1/100  
H=1/100

### DIQUE DE SECCION HOMOGENA CON ENROCADO DE PROTECCION



#### VENTAJAS

- 1) Ofrece estabilidad e impermeabilidad
- 2) La socavación no causa grandes problemas
- 3) Avance rápido durante su etapa constructiva

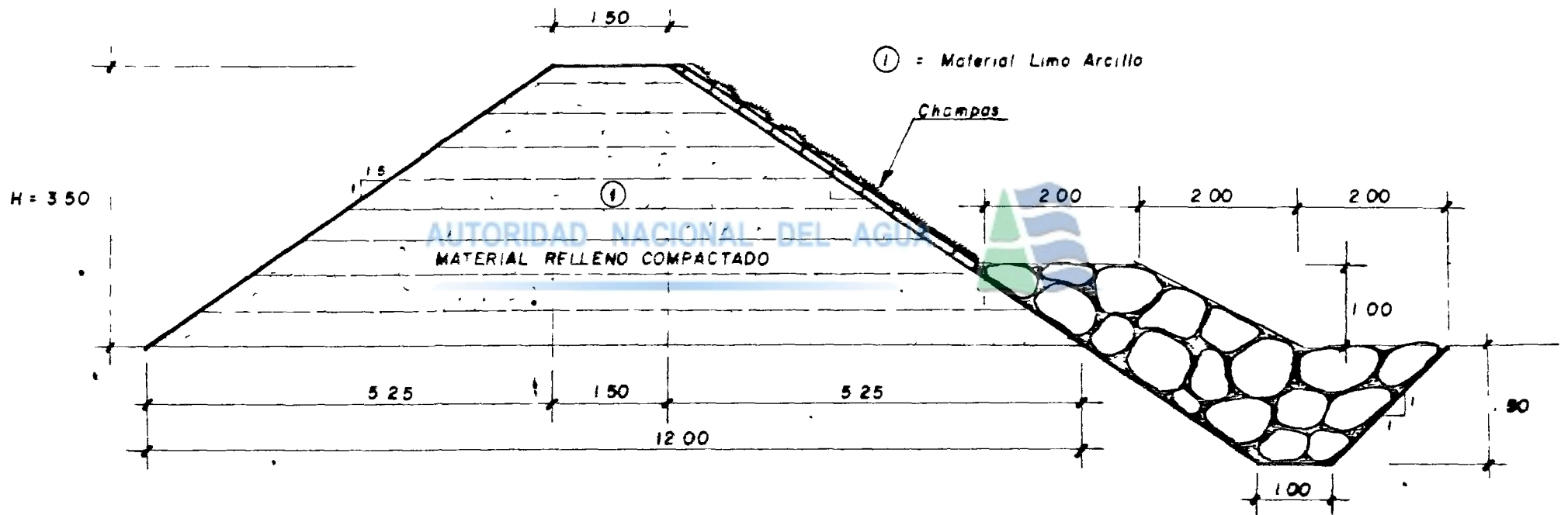
#### DESVENTAJAS

- 1) Escasez de materiales a distancias cortas
- 2) Necesidad de equipo pesado
- 3) No permite tránsito de vehículos

## ALTERNATIVA Nº 7

( ESCALA 1/75 )

### DIQUE DE SECCION MIXTA CON ENROCADO DE PROTECCION Y CHAMPAS



#### VENTAJAS

- 1) Ofrece estabilidad e impermeabilidad
- 2) La socavación no causa grandes problemas
- 3) Avance rápido durante su etapa constructiva

#### DESVENTAJAS

- 1) Escasez de materiales a distancias cortas
- 2) Necesidad de equipo pesado
- 3) No permite tránsito de vehículos
- 4) Las champas podrían malograrse cuando estén bajo agua en forma permanente

GRABADO Nº 18



07746

2008

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

---

