

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

S E G U N D O
S E M I N A R I O D E
P O T A M O L O G Í A
José Antonio Maza Álvarez

**Obras de control de torrentes para la prevención
y mitigación de desastres en el Estado Vargas,
Venezuela**

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

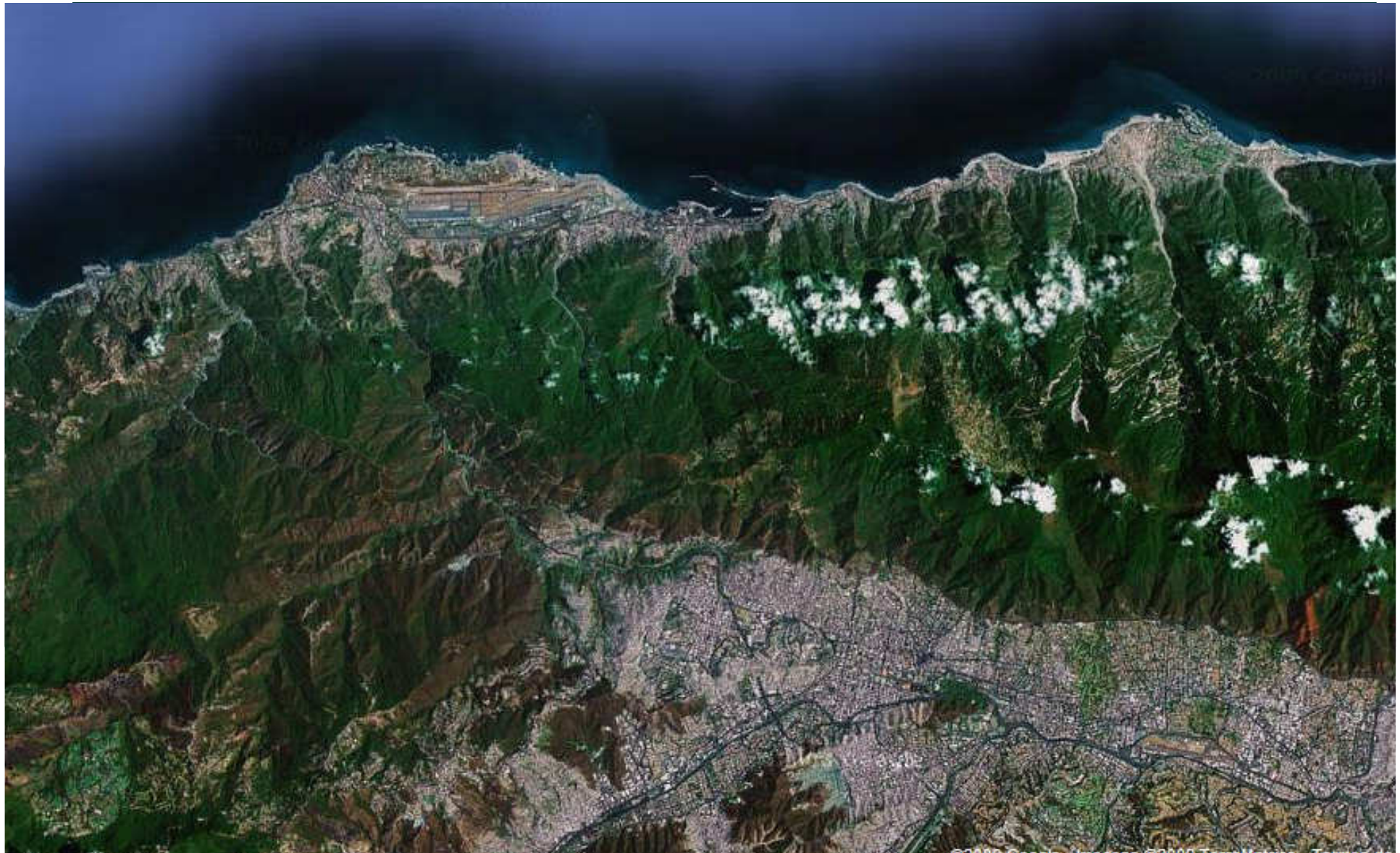
ESTADO DE VARGAS, VENEZUELA LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA
José Antonio Maza Álvarez



**ESTADO DE VARGAS,
REGIÓN MÁS AFECTADA**



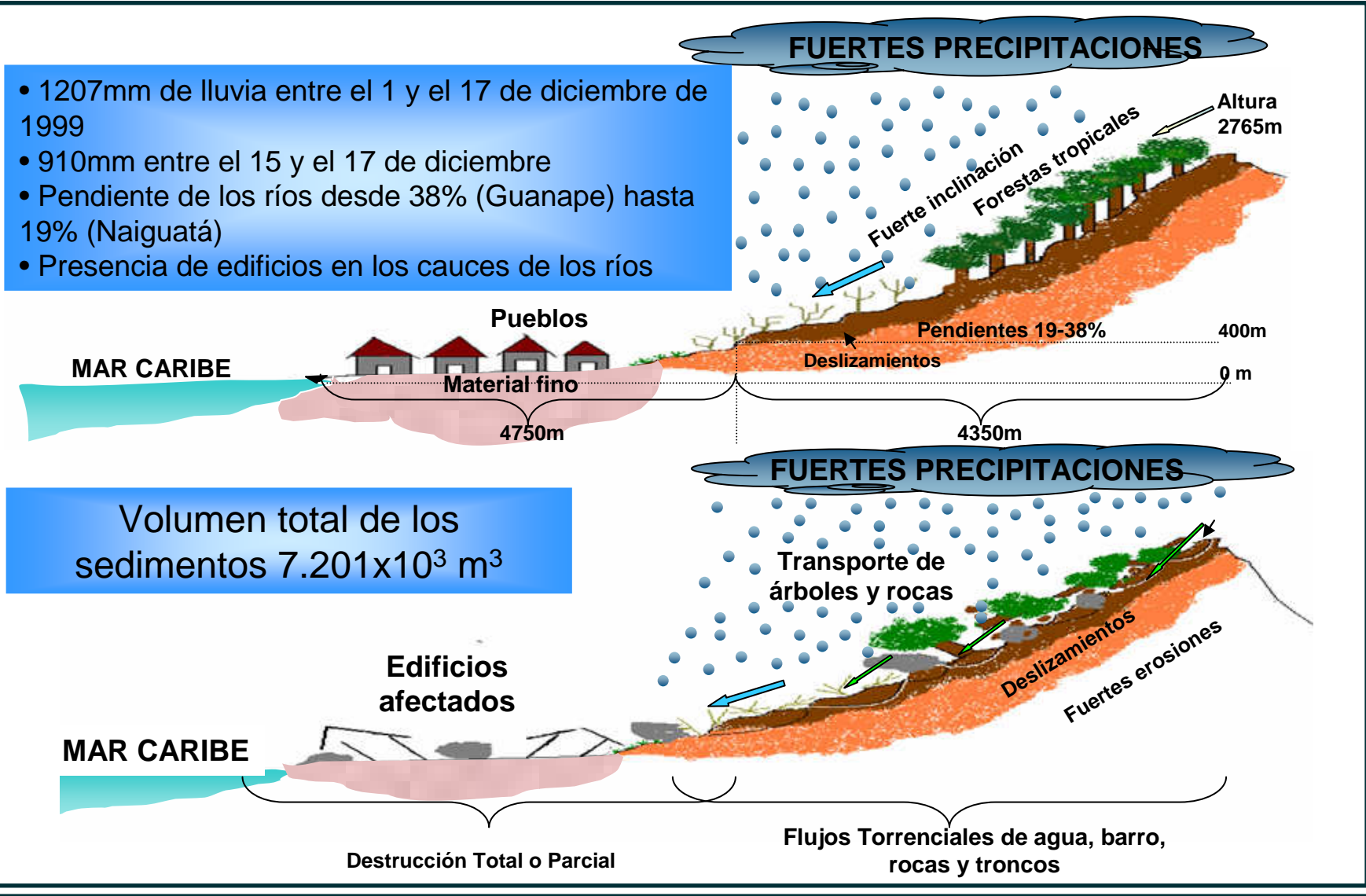
SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez



DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

- 1207mm de lluvia entre el 1 y el 17 de diciembre de 1999
- 910mm entre el 15 y el 17 de diciembre
- Pendiente de los ríos desde 38% (Guanape) hasta 19% (Naiguatá)
- Presencia de edificios en los cauces de los ríos



Volumen total de los sedimentos $7.201 \times 10^3 \text{ m}^3$

1,200mm de lluvia en las dos primeras semanas de diciembre provocaron:

- **30,000 muertes estimadas**
- **130,000 personas evacuadas de sus casas**
- **Pérdida de infraestructura (Universidades, Hoteles, carreteras, puentes, etc.)**
- **Pérdidas millonarias**
- **500,000 personas sin agua potable**

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA
José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

PRINCIPALES CONSECUENCIAS



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

PRINCIPALES CONSECUENCIAS



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA
José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

RIO SAN JULIÁN



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

RIO CAMURI CHICO

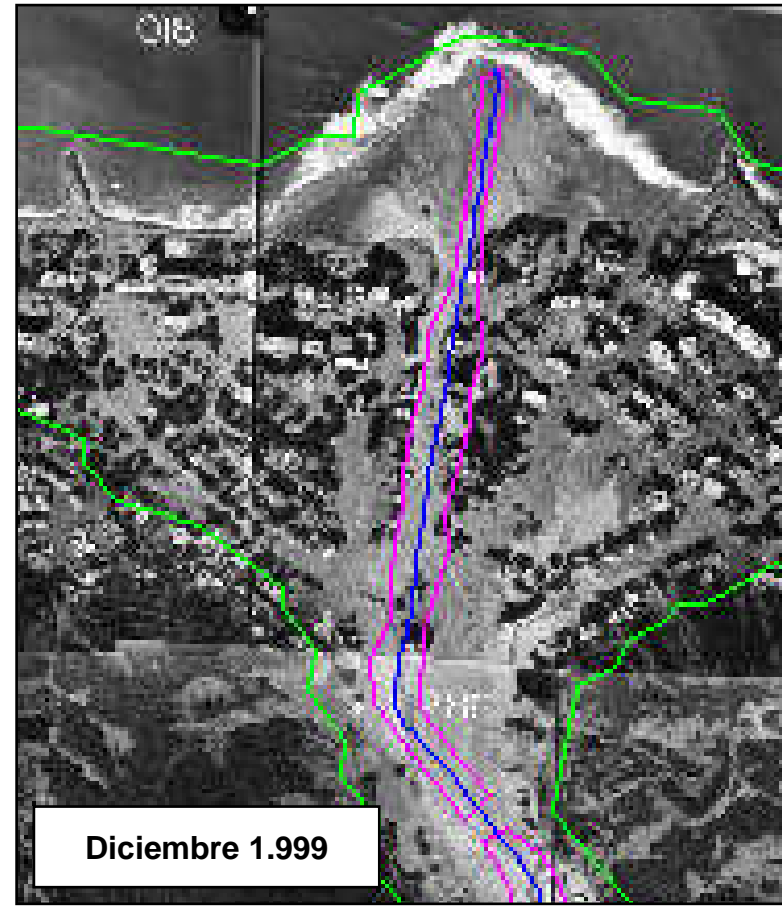


SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

RIO CERRO GRANDE



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

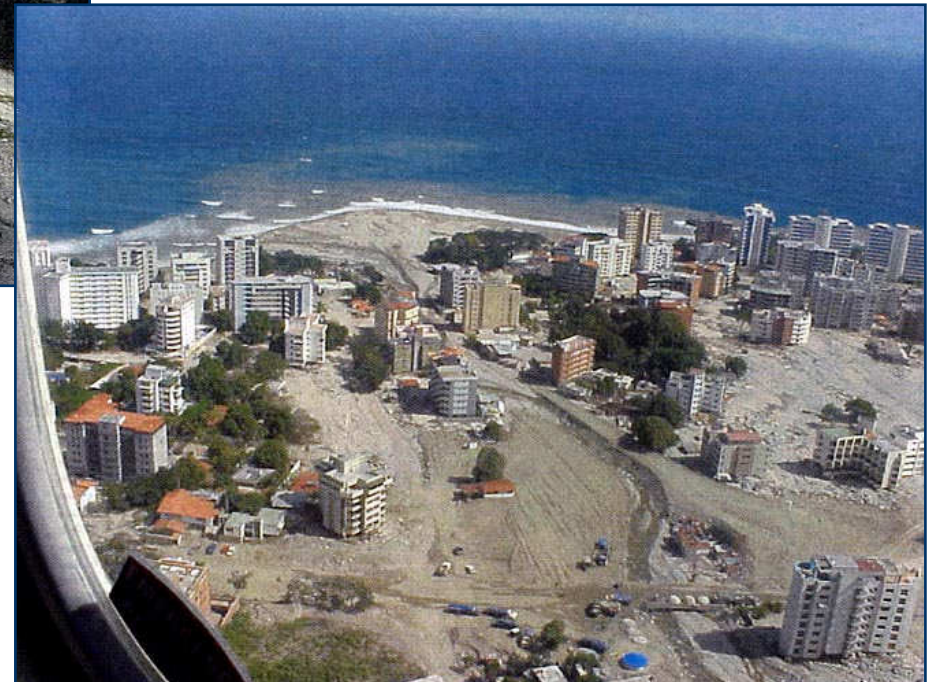
MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

RIO CERRO GRANDE



**VISTA AEREA DE LA GARGANTA DE
LA CUENCA DEL RIO CERRO GRANDE
DESPUES DE DICIEMBRE DE 1.999.**

**VISTA AEREA DEL CONO DE
DEYECCION DEL RIO CERRO GRANDE
DESPUES DE DICIEMBRE DE 1.999.**

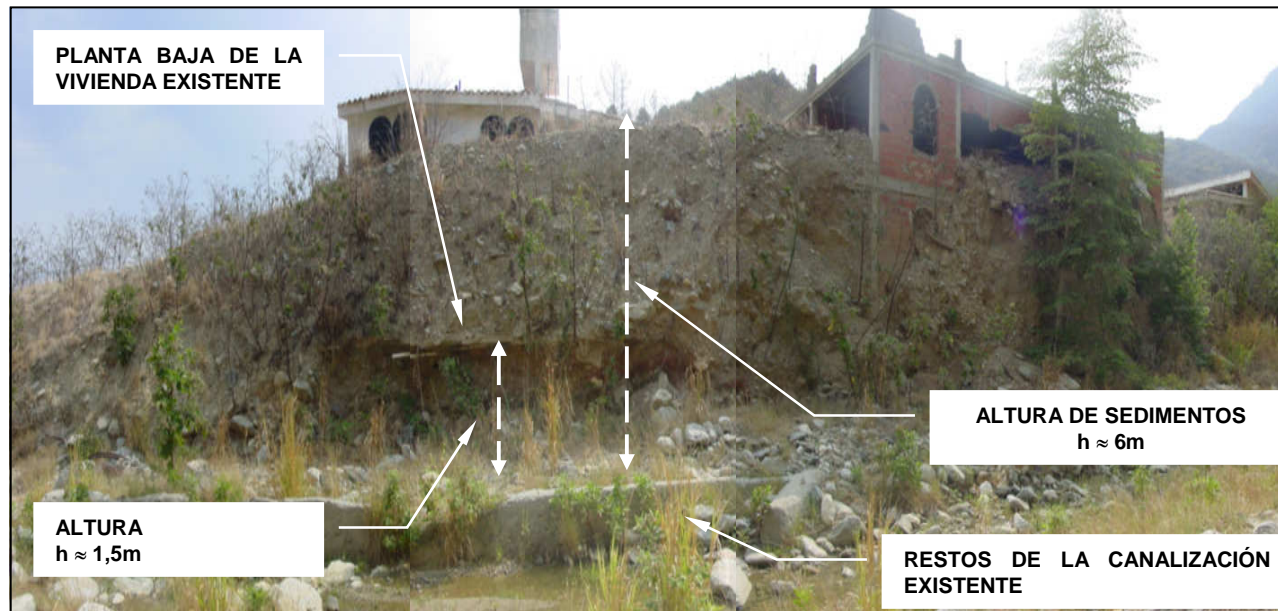


SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

RIO CERRO GRANDE



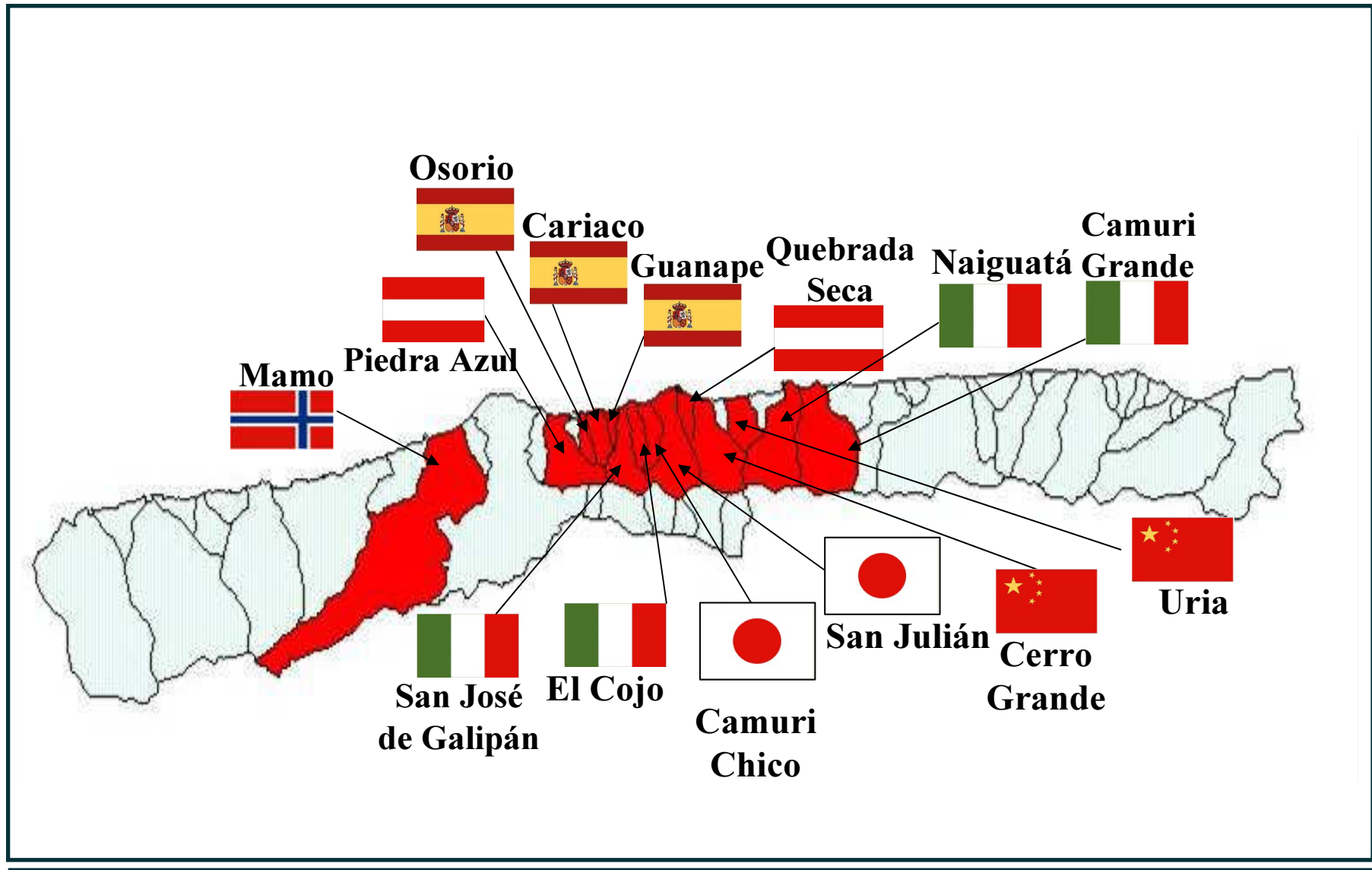
VISUALIZACION DE LA MAGNITUD DE LA SEDIMENTACION

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez



AYUDA INTERNACIONAL DE MÁS DE 30 PAÍSES



QUEBRADA GUANAPE – Presa abierta y canalización

Observaciones

Mediano Alcance
Presa Abierta (10/2001)

Rápida colmatación (6m)

Bajo Alcance
Canalización (10/2001)

Pérdida de capacidad de
flujo

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA
José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

PRESA DE CONCRETO



Presa GUANAPE (03/2002)

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA
José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

CANALIZACIÓN



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA
José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

PROBLEMAS DETECTADOS



Abrasión importante

QUEBRADA CURUCUTÍ – Presa de retención

Observaciones

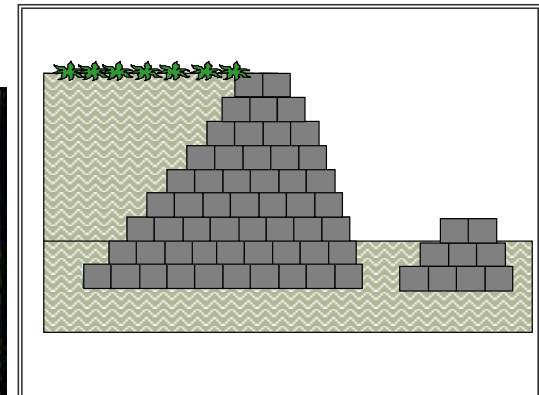
- Primera estructura de 4 inicialmente planeadas y que nunca fueron construidas
- Diseñada para un caudal de $70\text{m}^3/\text{s}$ ($T_r=100$ años), el caudal estimado durante el evento de 1999 fue de $120\text{m}^3/\text{s}$ (173%)
- Daños limitados (10-15% del volumen)

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

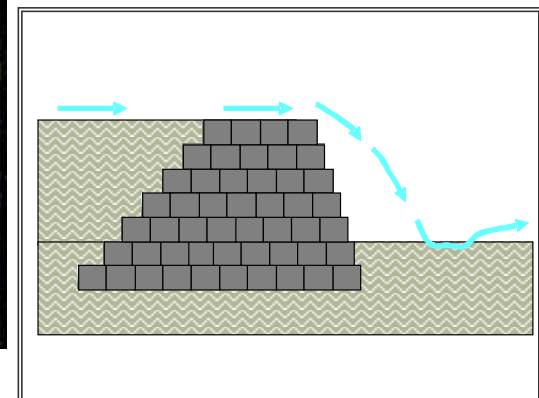
José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

QUEBRADA CURUCUTÍ



antes



después

TIPO DE ESTRUCTURAS

**PRESAS SELECTIVAS
(ABIERTAS)**

**PRESAS DE
CONTENCIÓN**

**CANALIZACIONES
ESPIGONES**

LOCALIZACIÓN

En la parte alta de la cuenca

**En la parte mediana y baja de la
cuenca**

En la parte baja de la cuenca

En la sección de salida (al mar)

**EN LA MAYOR PARTE DE LAS ESTRUCTURAS FUERON USADOS
GAVIONES DEBIDO A:**

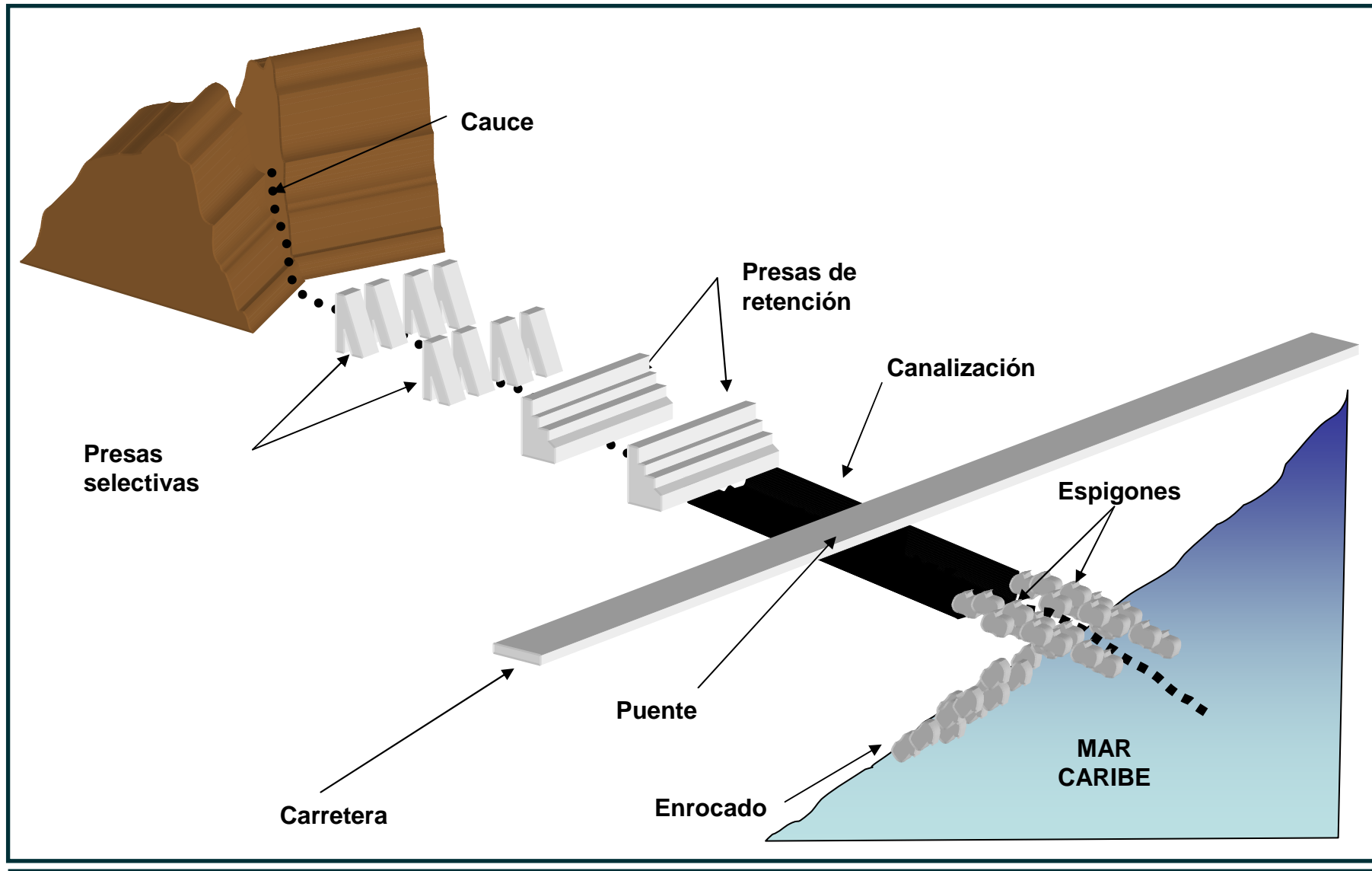
- **Menor Costo**
- **Grande Disponibilidad de Piedras en los Mismos Cauces**
- **Uso de Mano de Obra Local**

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez



ESQUEMA DE SISTEMATIZACIÓN



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

LAS OBRAS



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

QUEBRADA CURUCUTÍ



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

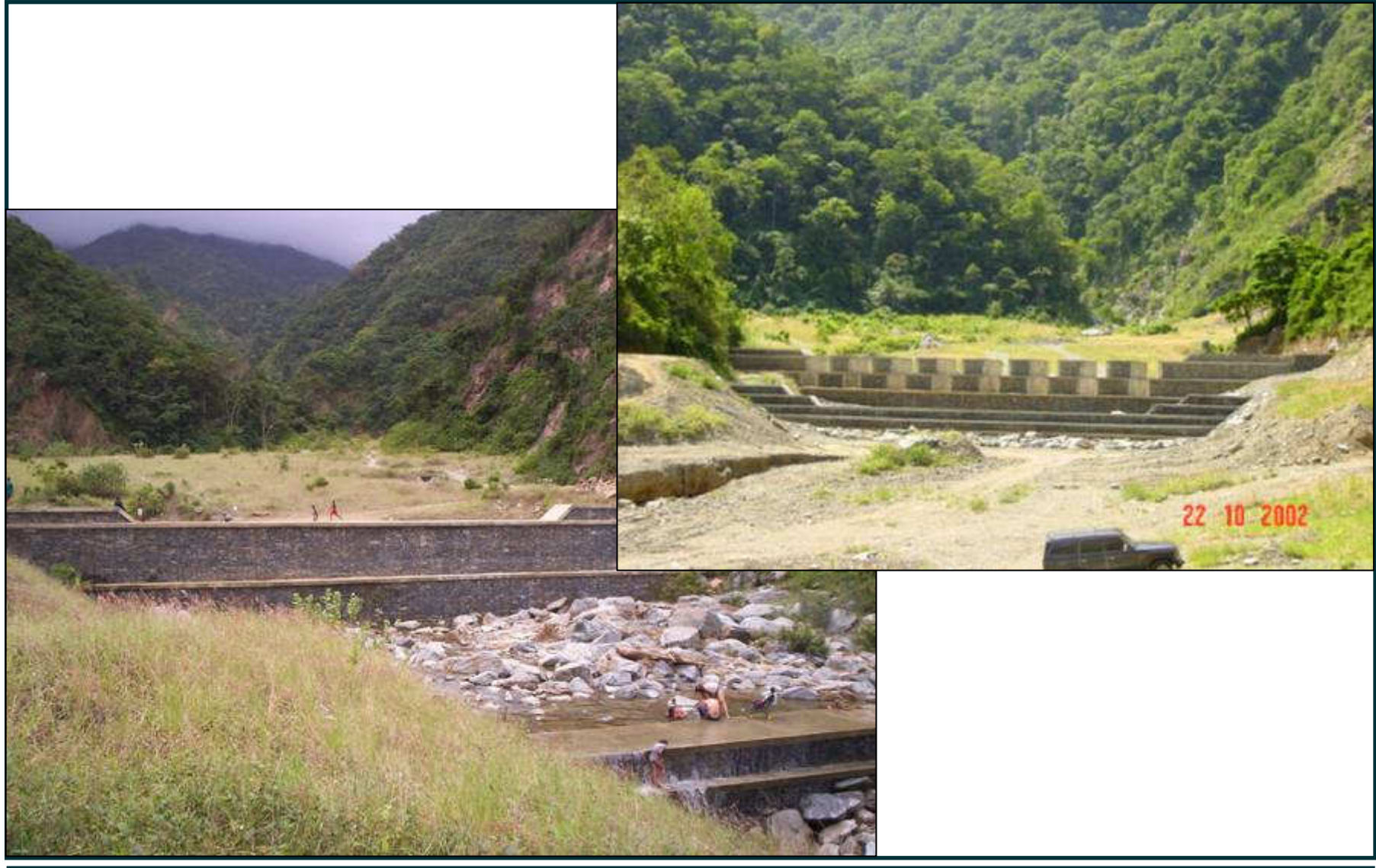
QUEBRADA OSORIO



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA
José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

QUEBRADA PIEDRA AZUL



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA
José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

QUEBRADA CAMURÍ CHICO

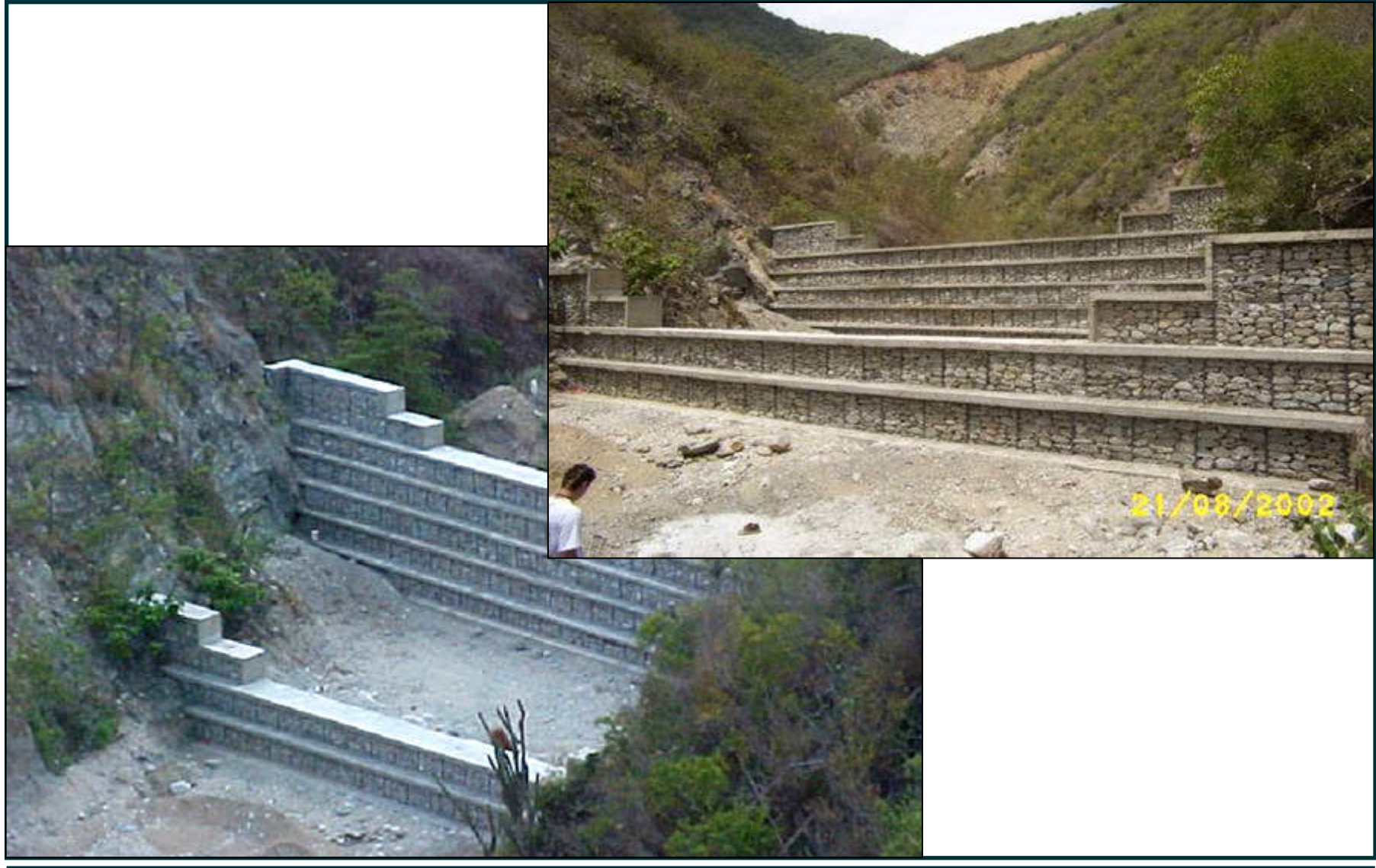


SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

QUEBRADA GALIPAN



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

QUEBRADA MACUTO

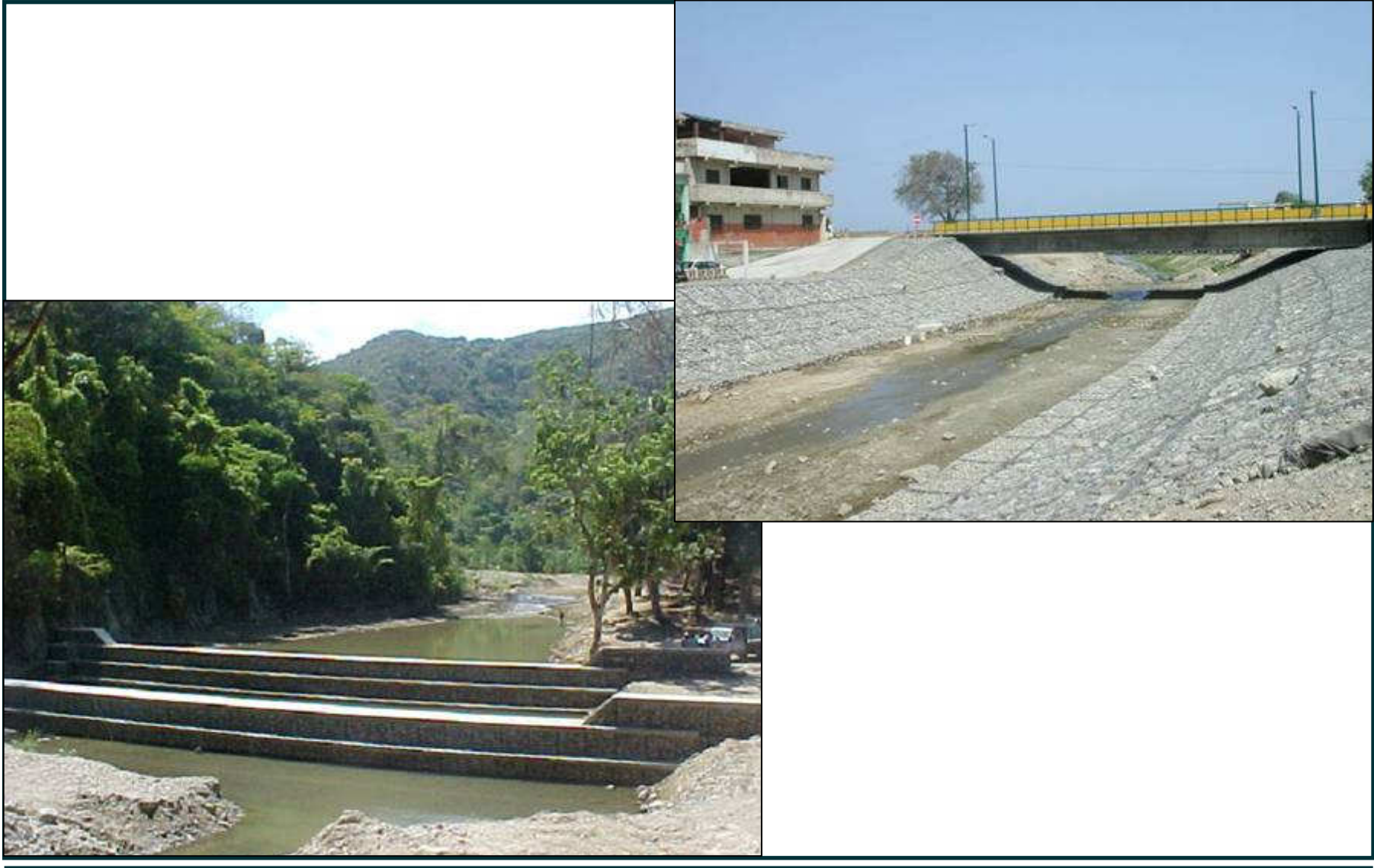


SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

QUEBRADA ANARE



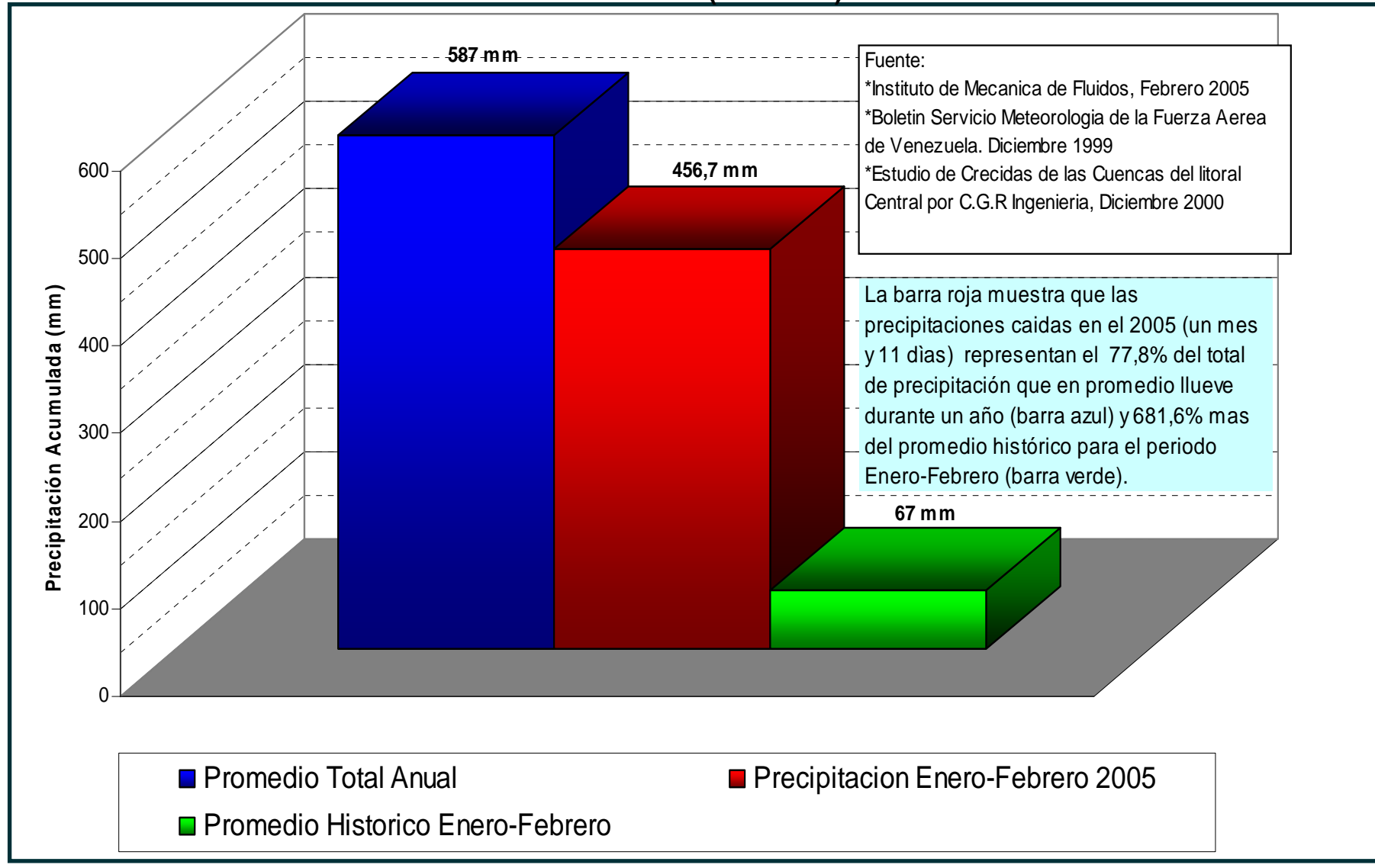
SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez



PRECIPITACIÓN ACUMULADA ESTACIÓN I.M.F (MACUTO)

EVENTO EN 2005



QUEBRADAS	OBSERVACIONES
ANARE	CAUSAS DE LOS DAÑOS OBSERVADOS
ANARE	DAÑOS DEVIDOS A FALTA DE OBRAS AGUAS ARRIBA
CAMURÍ GRANDE	DAÑOS DEVIDOS A FALTA DE ESTRUCTURAS DE CONTROL
NAIGUATÁ	
QUEBRADA SECA	

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

2005 - QUEBRADA ANARE



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

2005



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

2005

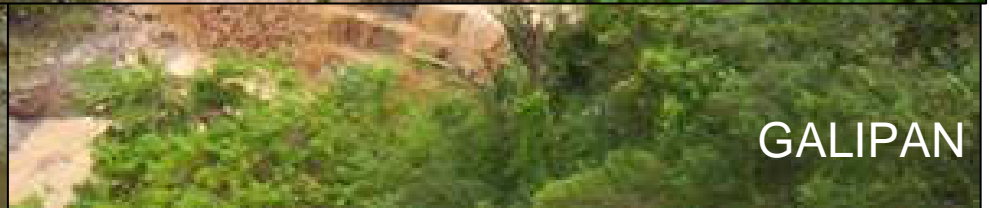
MACUTO



EL COJO



OSORIO



GALIPAN

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El principal objetivo de las estructuras de control es mitigar el riesgo de debris flows en áreas urbanas
2. El costo efectivo es relativo a la reparabilidad de las estructura usadas (el costo de mantenimiento es un factor fundamental)
3. Las estructuras de control construidas (presas selectivas y de contención, así como las canalizaciones) permiten una significativa mitigación de los efectos del debris flow (como verificado en 2005).
4. Las estructuras en gaviones permitieron una reducción de costos del 40% cuando comparadas a las estructuras construidas en concreto y tuvieron un indudable aspecto social.
5. Es recomendable proteger la superficie expuesta de los gaviones para prevenir la abrasión. La protección puede ser conseguida con un revestimiento de concreto de alta resistencia y con fibras plásticas o con enchachado de piedras.
6. La acumulación de detritos puede exigir uno u otro mantenimiento periódico, o la construcción de estructuras de control adicionales. Esto dependerá de los costos relacionados involucrados en cada caso

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez



ASPECTOS ECONÓMICOS

PRESAS RIO ANARE

COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS

	ALTERNATIVA Nº 1.- UNA (01) PRESA DE CONCRETO		ALTERNATIVA Nº 2.- (01) PRESA DE GAVIONES		ALTERNATIVA Nº 3.- DOS (02) PRESAS DE GAVIONES	
	COSTO Bs	COSTO \$	COSTO Bs	COSTO \$	COSTO Bs	COSTO \$
PRECIOS DE MERCADO	588.524.749,03	784.699,66	239.639.053,75	319.518,74	360.778.150,76	481.037,53

Nota: Tasa de Cambio Bs. 750,00 por \$ (Marzo 2.002)

Como se podrá observar, la construcción de las presas con estructuras de gaviones, aún con una presa adicional, implica una economía del orden del 38,70 %.

PRESAS RIO ANARE

VALOR ACTUAL NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO DE CADA ALTERNATIVA

	ALTERNATIVA Nº 1.- UNA (01) PRESA DE CONCRETO		ALTERNATIVA Nº 2.- (01) PRESA DE GAVIONES		ALTERNATIVA Nº 3.- DOS (02) PRESAS DE GAVIONES	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
PRECIOS DE MERCADO	118.970.022,53	15,39 %	457.097.113,26	40,07%	315.098.880,86	25,59%

Como se puede observar la alternativa con dos presas de gaviones implica una Tasa Interna de Retorno del 75,65 % mayor que la alternativa de una presa de concreto ciclópeo.

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

ASPECTOS SOCIALES



Escuela de muros

% de la inversión transformada en salarios

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE UTILIZACIÓN DE MANO DE OBRA
 EN OBRAS DE CONCRETO CICLÓPEO Y GAVIONES**

(CASO PRESA CURUCUTI 2 Y PRESAS CURUCUTI 0 y 3)

OBRA	TIEMPO DE EJECUCION	MONTO TOTAL DE LA OBRA	PERSONAL	PERSONAL	
				MONTO TOTAL	PORCENTAJE SOBRE EL MONTO TOTAL
PRESA CURUCUTI 2	5 MESES	1.156.483.877,18	51 PERSONAS	215.594.000,00	18,64 %
PRESA CURUCUTI 0 y 3	5 MESES	600.000.000,00	55 PERSONAS	220.290.000,00	36,72 %

Concreto ciclópeo

Gaviones

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA
José Antonio Maza Álvarez



ANÁLISIS DE COSTOS

PORCENTAJE GLOBAL DE DAÑOS EN LAS ESTRUCTURAS

	Total volumen (m ³)	Volumen dañado (m ³)	Porcentaje estimado
GAVIONES CAJA	44,000	376	0.86%
COLCHONES	10,000	2,000	20.13%
ENROCADO	80,700	200	0.25%
CONCRETO	8,500	140	1.60%
ACERO	110,000	400	0.36%
GAVIONES SACO	429	0	0.00%
TOTAL DAÑADO			1.26%

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

PROTECCIÓN CONTRA LA ABRASIÓN



SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI

AMÉRICA LATINA

REFERENCIAS

- [1] Instituto de Mecánica de Fluidos de la Universidad Central de Venezuela - *Registros Pluviométricos* (2005), Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana
- [2] C.G.R. Ingeniería.- *Estudio de Crecidas del Litoral Central del Estado Vargas. Diciembre 2000* - CorpoVargas, Venezuela
- [3] Ven Te Chow - *Open-channel hydraulics* - McGraw-Hill, New York, 1959.
- [4] R. Agostini, L. Cesario, F. Ferraiolo, A. Papetti – *Flexible gabion and Reno mattress structures in river and stream training works – section one: weirs* – Officine Maccaferri S.p.A.- Italy, 1988.
- [5] W. Rand - *Flow geometry at straight drop spillways* - Paper 791 ASCE, Vol. 81, 1955.
- [6] Federal Highway Administration- *Hydraulic design of energy dissipators for culverts and channels* - Washington, 1975.
- [7] H. Chanson - *Hydraulic design of stepped cascades, channels, weirs and spillways* - Pergamon, Australia , 1994.

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA

José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

Agradecimientos:

Ing. Gian Franco Morassutti (Asesor, Proyectista, Supervisor e Inspector de obras):

gfmorassutti@cantv.net

Corporación para la Recuperación y Desarrollo del Estado Vargas
(**CorpoVargas**):

www.corpovargas.gob.ve

Corpovargas - Windows Internet Explorer

http://www.corpovargas.gob.ve/gal_control.html

Google corpovargas


McAfee SiteAdvisor

Corpovargas

Gobierno Bolivariano de Venezuela | Ministerio del Poder Popular para la Planificación y Desarrollo


Venezuela AHORA ES DE TODOS

01 02 03 04 05 06



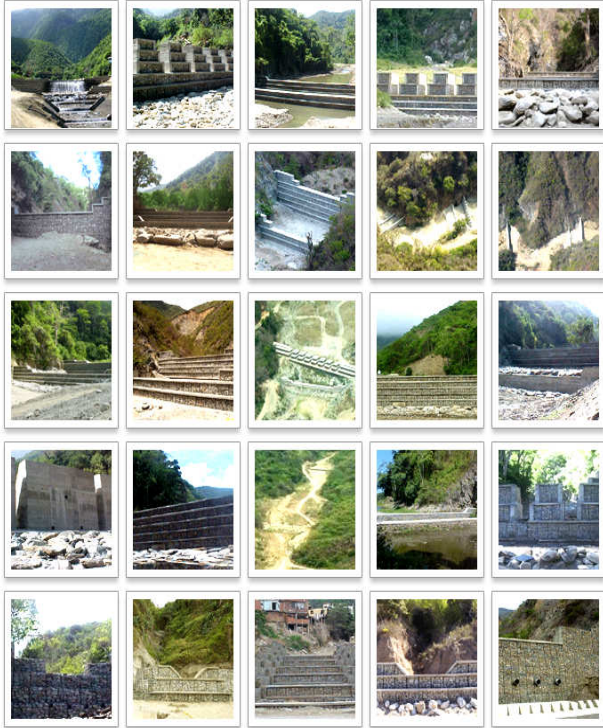
CORPOVARGAS

Corporación | Infraestructura | Socioeconómico | Administración | Legal | Internacional



Corporación para la Recuperación y Desarrollo del Estado Vargas

Galería de Obras: Control de Torrentes



SITE:
Galería de obras
Control de torrentes

SEGUNDO SEMINARIO DE POTAMOLOGÍA
José Antonio Maza Álvarez

MACCAFERRI
AMÉRICA LATINA

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Gerardo Fracassi
fracassi@maccaferri.com.br