

PÚBLICO

DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

ECUADOR

PROYECTO HIDROELÉCTRICO COCA ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD

(EC0004)

ANEXO I INFORME HIDROLÓGICO ACTUALIZADO INCLUYENDO EL ESTUDIO DE SEDIMENTACIÓN

VOLUMEN I - TEXTO

DICIEMBRE 1977

LO-412/SF-EC
271/OC-EC
411/SF-EC

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION - INECEL

Rpts.

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA

INFORME DE PREFACTIBILIDAD

ANEXO I - INFORME HIDROLOGICO ACTUALIZADO INCLUYENDO EL ESTUDIO
DE SEDIMENTACION

VOLUMEN I - TEXTO

DICIEMBRE DE 1977

QUITO - ECUADOR

ANEXO I - HIDROLOGIA

INFORME HIDROLOGICO ACTUALIZADO INCLUYENDO EL ESTUDIO DE SEDIMENTACION

VOLUMEN I

I N D I C E

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. DISPONIBILIDAD DE DATOS	2
3. ANALISIS DE LOS DATOS	4
3.1 Análisis de los Datos Pluviométricos y Meteorológicos	4
3.2 Análisis de Datos Fluviométricos	9
3.3 Conclusiones y recomendaciones	32
4. ESTUDIOS DE EXTENSION DE SERIES FLUVIOMETRICAS	33
4.1 Río Quijos	33
4.2 Ríos Cosanga y Oyacachi	40
4.3 Río Coca en San Rafael	42
4.4 Río Salado en A.J. Coca	42
4.5 Conclusiones y Recomendaciones	44
5. ESTUDIOS DE REGULACION	45
5.1 Regulación para el Período Crítico o del 100% de Garantía	45

	<u>Página</u>
5.2 Análisis de Garantía de Regulación	49
5.3 Conclusiones y recomendaciones	50
6. ESTUDIO PRELIMINAR DE CRECIDAS	51
6.1 Consideraciones Generales	51
6.2 Datos utilizados	53
6.3 Metodología	54
6.4 Análisis de las Crecidas Observadas	55
6.5 Análisis de las Tormentas Observadas	59
6.6 Retención	62
6.7 Determinación de los Hidrogramas Unitarios	66
6.8 Extrapolación estadística de precipitaciones diarias	78
6.9 Cálculo de crecidas para los sitios de presa	80
6.10 Conclusiones y recomendaciones	88
7. ESTUDIOS DE SEDIMENTACION	89
7.1 Consideraciones Generales	89
7.2 Evaluación de los sedimentos en los sitios de presa	90
7.3 Conclusiones y recomendaciones	104
8. GENERACION ESTOCASTICA DE CAUDALES	110
8.1 Consideraciones Generales	110
8.2 Descripción del modelo estocástico de genera ción.	111

ANEXO I - HIDROLOGIA

Página

8.3 Generaciones realizadas y resultados obteni-	
dos	114
8.4 Conclusiones y recomendaciones	130

VOLUMEN II - LAMINAS

VOLUMEN III -

APENDICE I	Precipitaciones Mensuales	134
APENDICE II	Caudales Medios Registrados	163
APENDICE III	Resultados de los Cálculos por el Método de Einstein Modificado para Descarga Sólida Total de Nueva Afo- ros en la Cuenca del Río Coca	256

I N D I C E D E
C U A D R O S

<u>Nº</u>	<u>T I T U L O</u>	<u>PAGINA</u>
I.2.1	Disponibilidad de Datos Meteorológicos	3
I.3.1	Ensayo Estadístico de "Student"	8
I.3.2	Resumen de Curva de Descarga Río Quijos, Estación Baeza	12
I.3.3	Resumen de Curva de Descarga Río Quijos, Estación D.J. Oyacachi	14
I.3.4	Resumen de Curva de Descarga Río Coca, Estación San Rafael	17
I.3.5	Resumen de Curva de Descarga Río Cosanga, Estación A.J. Quijos	18
I.3.6	Resumen de Curva de Descarga Río Oyacachi, Estación A.J. Quijos	21
I.3.7	Resumen de Curva de Descarga Río Sardinas Grande, Estación A.J. Quijos.	23
I.3.8	Resumen de Curva de Descarga Río Borja, Estación A.J. Quijos	25
I.3.9	Resumen de Curva de Descarga Río Sta. Rosa, Estación A.J. Quijos	26
I.3.10	Resumen de Curva de Descarga Río Malo, Estación A.J. Coca	28

ANEXO I - HIDROLOGIA

INDICE DE CUADROS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
I.3.11	Resumen de Curva de Descarga Río Coca, Estación A.J. Malo	30
I.3.12	Resumen de Curva de Descarga Río Salado, Estación A.J. Quijos	31
I.4.1	Procedimiento Adoptado para la Extrapolación de Series	34
I.4.2	Coefficientes de Correlación según Modelo Utilizado	37
I.6.1	Análisis de los Volúmenes de Crecidas Máximas de 3 Días Observadas en la Cuenca	57
I.6.2	Análisis de los Volúmenes de las Crecidas Aisladas	58
I.6.3	Valores del "Número de Curva" obtenidos para las Crecidas Analizadas	65
I.6.4	Parámetros del Hidrograma	72
I.6.5	Coordenadas de los Hidrogramas Unitarios de las Estaciones	75
I.6.6	Coordenadas del Hidrograma Unitario Adoptado	76
I.6.7	Coordenadas del Hidrograma Unitario de Sitios de Presa	78

INDICE DE CUADROS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
I.6.8	Precipitaciones Máximas en 24 Horas para Estación de Borja-Misión Josefina	80
I.6.9	Generación de Crecidas - Sitio de Presa Borja	81
I.6.10	Generación de Crecidas - Sitio de Presa El Chaco	82
I.6.11	Generación de Crecidas - Sitio de Presa Balsas	83
I.6.12	Generación de Crecidas - Sitio de Presa Salado	84
I.6.13	Generación de Crecidas - Sitio de Presa Malo	85
I.6.14	Generación de Crecidas - Sitio de Presa Coca en el Codo Sinclair	86
I.6.15	Picos y Volúmenes de Crecida	87
I.7.1	Resumen de Estudios de Sedimentación	90
I.7.2	Cálculo de Aforos de Sedimentos en Sus- pensión Río Cosango-Estación A.J. Quijos	91
I.7.3	Cálculo de Aforos de Sedimentos en Sus- pensión Río Quijos-Estación Baeza	92

ANEXO I - HIDROLOGIA

INDICE DE CUADROS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
I.7.4	Cálculo de Aforos de Sedimentos en Suspensión Río Quijos-Estación D.J. Oyacachi	93
I.7.5	Cálculo de Aforos de Sedimentos en Suspensión Río Oyacachi-Estación A.J. Quijos	94
I.7.6	Cálculo de Aforos de Sedimentos en Suspensión Río Coca-Estación A.J. Malo	95
I.7.7	Cálculo de Aforos de Sedimentos en Suspensión Río Coca-Estación San Rafael	96
I.7.8	Concentración máxima para Caudal Determinado	97
I.7.9	Caudal versus Descarga de Sedimentos Válida para Sitios de Presa Borja	99
I.7.10	Caudal versus Descarga de Sedimentos Válida para El Chaco	100
I.7.11	Caudal versus Descarga de Sedimentos Válida para Balsas	101
I.7.12	Caudal versus Descarga de Sedimentos Válida para Salado	102
I.7.13	Caudal versus Descarga de Sedimentos Válida para Malo	103

ANEXO I - HIDROLOGIA

INDICE DE CUADROS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
I.7.14	Valores de la Curva de Duración de Sedimentos Sitio de Presa Borja	105
I.7.15	Valores de Curva de Duración de Sedimentos Sitio de Presa El Chaco	106
I.7.16	Valores de la Curva de Duración de Sedimentos Sitio de Presa Balsas	107
I.7.17	Valores de la Curva de Duración de Sedimentos Sitio de Presa Salado	108
I.7.18	Valores de la Curva de duración de Sedimentos Sitio de Presa Malo	109
I.8.1	Análisis de la Media - Estación Quijos D.J. Oyacachi	119
I.8.2	Análisis de la Media - Estación Quijos en Baeza	121
I.8.3	Análisis de la Desviación Estándar - Estación Quijos D.J. Oyacachi	122
I.8.4	Análisis de la Desviación Estándar - Estación Quijos en Baeza	123
I.8.5	Análisis del Coeficiente de Correlación Serial - Estación D.J. Oyacachi	124
I.8.6	Análisis del Coeficiente Correlación Serial - Estación Baeza	125

ANEXO I - HIDROLOGIA

INDICE DE CUADROS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
I.8.7	Análisis del Coeficiente de Correlación Cruzada.- Estaciones D.J. Oyacachi-Baeza	126
I.8.8	Valores de "Range" Observados, Generados y Teóricos - Estación D.J. Oyacachi	127
I.8.9	Análisis de la Regulación Parcial - Es- tación D.J. Oyacachi	129
I.8.10	Caudales Generados Seleccionados para D.J. Oyacachi	132
I.8.11	Caudales Generados Seleccionados para Baeza	133

ANEXO I - HIDROLOGIA

INDICE DE LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-HM-001	Disponibilidad de Datos Hidrometeorológicos Datos Fluviométricos
HM-002	Disponibilidad de Datos Hidrometeorológicos Datos Pluviométricos - Hoja Nº 1
HM-003	Disponibilidad de Datos Hidrometeorológicos Datos Pluviométricos - Hoja Nº 2
HM-004	Disponibilidad de Datos Hidrometeorológicos Datos Pluviográficos
HM-005	Ubicación de las Estaciones Hidrometeorológicas de la Cuenca del Río Quijos-Coca.
HM-006	Curvas de Doble Masa de Diversas Estaciones en Relación a Baños
HM-007	Curvas de Doble Masa - Base (Borja M. Jose- fina + Chalpi + Papallacta + La Mica) - Hoja Nº 1
HM-008	Curvas de Doble Masa - Base (Borja M. Jose- fina + Chalpi + Papallacta + La Mica) - Hoja Nº 2

ANEXO I - HIDROLOGIA

INDICE DE LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-HM-009	Curvas de Doble Masa - Base (Borja M. Jose- fina + Chalpi + Papallacta + La Mica) - Hoja Nº 3
HM-010	Río Quijos en Baeza -- Curva de Descarga
HM-011	Río Quijos D.J. Oyacachi - Curva de Descarga
HM-012	Río Coca en San Rafael - Curva de Descarga
HM-013	Río Cosanga A.J. Quijos -- Curva de Descarga
HM-014	Río Oyacachi A.J. Quijos - Curva de Descarga
HM-015	Río Sardinas A.J. Río Quijos - Curva de Descarga
HM-016	Río Borja A.J. Quijos - Curva de Descarga
HM-017	Río Santa Rosa A.J. Quijos - Curva de Descarga
HM-018	Río Malo A.J. Río Coca - Curva de Descarga
HM-021	Correlación de Caudales Medios Mensuales en- tre Río Quijos en Baeza y Río Quijos D.J. Oyacachi
HM-022	Correlación de Caudales Medios Mensuales en- tre Río Quijos D.J. Oyacachi y la Suma de los Ríos Oyacachi, Cosanga y Quijos en Baeza

INDICE DE LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-HM-024	Correlación de Caudales Medios Mensuales entre Río Cosanga y el Area Intermedia
HM-025	Fluctuaciones de los Caudales Medios Mensuales en las Estaciones del Río Quijos en Baeza y D.J. Oyacachi, Observados y Calculados por la Correlación Múltiple Polinomial
HM-026	Correlación de Caudales Medios Mensuales entre Río Quijos en Baeza y D.J. Oyacachi (valores obtenidos por correlación múltiple)
HM-033	Composición de la Crecida de Julio de 1974
HM-034	Crecientes Máximas en Julio 1974
HM-035	Correlación de Volúmenes de Crecidas entre el Río Cosanga A.J. Quijos y Río Quijos en Baeza
HM-036	Correlación de Volúmenes de Crecidas entre Río Oyacachi A.J. Quijos y Río Quijos en Baeza.
HM-037	Correlación de Volúmenes de Crecidas entre Río Quijos D.J. Oyacachi y Coca en San Rafael
HM-046	Frecuencias de Crecidas en los Sitios de Presa

INDICE DE LAMINAS

<u>N</u>	<u>Título</u>
HS/IA-402-HM-047	Río Coca A.J. Río Malo - Curva de Descarga
HM-048	Correlación de Caudales Medios Mensuales entre Río Quijos en Baeza y Río Oyacachi A.J. Quijos
HM-049	Correlación de Caudales Medios Mensuales entre Quijos D.J. Oyacachi y Coca en San Rafael
HM-050	Características de Variación y Regulación de Caudales en el Sitio de Presa Borja
HM-051	Características de Variación y Regulación de Caudales en el Sitio de Presa El Chaco sin Desvío
HM-052	Características de Variación y Regulación de Caudales en el Sitio de Presa El Chaco con Desvío 80% del Río Oyacachi
HM-053	Características de Variación y Regulación de Caudales en el Sitio de Presa Balsas
HM-054	Características de Variación y Regulación de Caudales en el Sitio de Presa Salado
HM-055	Características de Variación y Regulación de Caudales en el Sitio de Presa Malo

ANEXO I - HIDROLOGIA

INDICE DE LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-HM-056	Curvas de Mapas de Tormentas en Estaciones Seleccionadas
HM-057	Distribución Espacial de las Tormentas en la Cuenca del Río Quijos-Coca
HM-058	Probabilidad de Precipitaciones Máximas Diarias
HM-059	Comparación de Crecidas - Quijos en Baeza
HM-060	Comparación de Crecidas - Quijos D.J. Oyacachi
HM-061	Comparación de Crecidas - Coca en San Rafael
HM-062	Hidrogramas de Crecidas en los Sitios de Presa
HM-063	Producción de Sedimentos en el Embalse de Borja
HM-064	Producción de Sedimentos en el Embalse de El Chaco
HM-065	Producción de Sedimentos en el Embalse de Balsas
HM-066	Producción de Sedimentos en el Embalse de Salado
HM-067	Producción de Sedimentos en el Embalse de Malo
HM-068	Curva Granulométrica Adoptada de Sedimentos en Suspensión para el Cálculo del Peso Específico

ANEXO I - HIDROLOGIA

INDICE DE LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
HS/IA-442-HM-070	Ubicación de los Sitios de Presa en la Cuenca del Río Quijos-Coca
HM-073	Hidrogramas Adoptados de Crecidas en las Estaciones Hidrológicas
HM-074	Caudal Medio a lo Largo de los Ríos de la Cuenca del Quijos-Coca
HM-075	Río Quijos en D.J. Oyacachi - Curva de Probabilidad del "Range" Conforme Gera 5
HM-076	Río Quijos en D.J. Oyacachi - Curvas Diferenciales de Caudales Medios Mensuales de la Serie Histórica y de la Serie Estocástica Seleccionada

ANEXO I - HIDROLOGIA

APENDICE I

PRECIPITACIONES MENSUALES

INDICE

<u>Tabla Nº</u>	<u>Título</u>	<u>Páginas</u>
I.3.1.1	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas (mm) - Estación Papallacta	134
I.3.1.2	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas - Estación Chalpi	135
I.3.1.3	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas - Estación La Mica	138
I.3.1.4	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas - Estación Daeza	140
I.3.1.5	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas - Estación Coşanga	142
I.3.1.6	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas - Estación Borja A.J. Quijos	144
I.3.1.7	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas - Estación Borja Misión Josefina.	146
I.3.1.8	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas - Estación El Chaco	148

ANEXO I - HIDROLOGIA

APENDICE I - INDICE

<u>Tabla Nº</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
I.3.1.9	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas - Estación Oyacachi	150
I.3.1.10	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas - Estación Sta. Rosa A.J. Quijos	152
I.3.1.11	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas - Estación Sardinas	154
I.3.1.12	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas - Estación Río Arturo	156
I.3.1.13	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas - Estación Reventador	158
I.3.1.14	Precipitaciones Mensuales Observadas y Generadas - Estación Baños	160

ANEXO I - HIDROLOGIA

APENDICE II

CAUDALES MEDIOS REGISTRADOS

INDICE

<u>Tabla Nº</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
I.3.2.1	Aforos Disponibles - Río Quijos - Estación Baeza	164
I.3.2.2	Caudales Medios Diarios en Metros Cúbicos por Segundo - Estación Río Quijos en Baeza	166
I.3.2.3	Aforos Disponibles - Río Quijos - Estación Baeza	179
I.3.2.4	Caudales Medios Diarios en Metros Cúbicos por Segundo - Estación Río Quijos D.J. Oyacachi	181
I.3.2.5	Aforos Disponibles - Río Coca - Estación San Rafael	193
I.3.2.6	Caudales Medios Diarios en Metros Cúbicos por Segundo - Estación Río Coca en San Rafael	195
I.3.2.7	Aforos Disponibles - Río Cosanga - Estación A.J. Quijos	200

ANEXO I - HIDROLOGIA

APENDICE II - INDICE

<u>Tabla Nº</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
I.3.2.8	Caudales Medios Diarios en Metros Cúbicos por Segundo - Estación Río Cosanga A.J. Quijos	201
I.3.2.9	Aforos Disponibles - Río Oyacechi - Estación A.J. Quijos	208
I.3.2.10	Caudales Medios Diarios en Metros Cúbicos por Segundo - Estación Río Oyacechi A.J. Quijos	209
I.3.2.11	Aforos Disponibles - Río Sardinas Grande - Estación A.J. Quijos	214
I.3.2.12	Caudales Medios Diarios en Metros Cúbicos por Segundo - Estación Río Sardinas A.J. Quijos	215
I.3.2.13	Aforos Disponibles - Río Borja - Estación A.J. Quijos	219
I.3.2.14	Caudales Medios Diarios en Metros Cúbicos por Segundo - Estación Río Borja A.J. Quijos	220
I.3.2.15	Aforos Disponibles - Río Santa Rosa - Estación Quijos	224

ANEXO I - HIDROLOGIA

APENDICE II - INDICE

<u>Tabla N°</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
I.3.2.16	Caudales Medios Diarios en Metros Cúbicos por Segundo - Estación Río Sta. Rosa A.J. Quijos	225
I.3.2.17	Aforos Disponibles - Río Malo - Estación A. J. Coca	229
I.3.2.18	Aforos Disponibles - Río Coca - Estación A.J. Malo	230
I.3.2.19	Aforos Disponibles - Río Salado - Estación A. J. Quijos	231
I.3.2.20	Caudales Medios Diarios en Metros Cúbicos por Segundo - Estación Río Salado A.J. Quijos	232
I.4.1.1	Caudales Medios Mensuales y Anuales - Estación Río Quijos en Baeza	233
I.4.1.2	Caudales Medios Mensuales y Anuales - Estación Río Quijos D.J. Oyacachi	235
I.4.2.1	Caudales Medios Mensuales y Anuales - Estación Río Oyacachi A.J. Quijos	237
I.4.2.2	Caudales Medios Mensuales y Anuales - Estación Río Cosanga A.J. Quijos	238

ANEXO I - HIDROLOGIA

APENDICE II - INDICE

<u>Tabla N°</u>	<u>Título</u>	<u>Página</u>
I.4.3.1	Caudales Medios Mensuales y Anuales - Estación Río Coca en San Rafael	240
I.4.4.1	Caudales Medios Mensuales y Anuales - Estación Río Salado en A.J. Quijos	242
I.5.1.1	Caudales Medios Mensuales de Entrada al Embalse Borja	244
I.5.1.2	Caudales Medios Mensuales en el Sitio de Presa El Chaco sin ningún Desvío del Oyacachi	246
I.5.1.3	Caudales Medios Mensuales y Anuales - Sitio de Presa El Chaco más Desvío 80% del Oyacachi en el km 9+940	248
I.5.1.4	Caudales Medios Mensuales y Anuales - Sitio de Presa Balsas	250
I.5.1.5	Caudales Medios Mensuales y Anuales - Sitio de Presa Salado	252
I.5.1.6	Caudales Medios Mensuales y Anuales - Sitio de Contraembalse Malo	254

ANEXO I - HIDROLOGIA

APENDICE III

METODO DE EINSTEIN MODIFICADO

INDICE

	<u>Página</u>
I. ANTECEDENTES	256
II. COMENTARIOS	257
III. RESULTADOS	259
IV. CONCLUSIONES	261
V. RECOMENDACIONES	261
CALCULO DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS	263

ANEXO I

INFORME HIDROLOGICO ACTUALIZADO INCLUYENDO EL ESTUDIO DE SEDIMENTACION

1. INTRODUCCION

El presente informe describe detalladamente los trabajos hidrológicos desarrollados para los estudios de Prefactibilidad del Proyecto Hidroeléctrico Coca, basándose para tal en los datos hidrometeorológicos disponibles hasta Diciembre de 1976 y en los estudios de Inventario.

Los trabajos tuvieron como objetivo principal suministrar datos e informaciones sobre las aportaciones y las características hidrológicas del Río Quijos-Coca en los sitios de presa del esquema preseleccionado de desarrollo energético.

Los trabajos abarcaron las siguientes actividades principales:

- Revisión de los estudios de Inventario utilizando los nuevos datos del año 1976
- Generación estocástica de series de caudales
- Estudios de regulación en sitios de presa
- Determinación de crecientes por medio del Hidrograma Unitario

- Estudios de Sedimentología
- Curvas de restitución

2. DISPONIBILIDAD DE DATOS

El Nor-orienté ecuatoriano y particularmente el área de la cuenca del Río Quijos-Coca ha sido incorporado a la economía del País recientemente, luego del descubrimiento del petróleo.

Aún hoy día la red de carreteras es muy limitada, razón por la cual las series de datos especialmente de pluviógrafos son cortas.

La densidad de la red de estaciones meteorológicas es de una estación cada 200 km², valor que todavía es muy bajo. Las estaciones meteorológicas generalmente están distribuidas a lo largo del Río Quijos-Coca y no en las líneas divisorias de aguas ni en zonas extensas de drenaje. Por todo esto no es posible realizar un estudio definitivo de afluencias meteóricas.

La Lámina N° HS/IA-442-IM-005 presenta la ubicación de las estaciones existentes pertenecientes a la cuenca y el Cuadro N° 1.2.1 y

las Láminas Nos. HS/IA-442-HM-001 a 004 ilustran la disponibilidad de datos recolectados tanto en la cuenca del proyecto como en cuencas vecinas.

3. ANALISIS DE LOS DATOS

3.1 ANALISIS DE LOS DATOS PLUVIOMETRICOS Y METEOROLOGICOS

Se analizaron los datos de las estaciones situadas dentro de la cuenca y en cuencas vecinas. El análisis incluyó la verificación de la distribución mensual y anual de las precipitaciones de la cuenca y de todas las estaciones de largo período de observaciones fuera de la cuenca, ubicadas en Ecuador, Colombia y Brasil.

El análisis indicó que las estaciones de la cuenca presentan el período húmedo de Mayo a Agosto y el período seco de Noviembre a Febrero. Esa distribución es característica de la región de transición entre el Oriente y la Sierra.

Se estudiaron las estaciones de largo período en cuencas vecinas con el objeto de escoger las que podrían apoyar el análisis de las estaciones de la cuenca. Se llegó a la conclusión de que la única estación pluviométrica de largo período que presenta las

mismas características (ubicación y distribución mensual de lluvias) es la estación de Baños, ya que la región serrana presenta características diferentes.

Los estudios fueron conducidos con el objeto de utilizar los datos de la estación de Chalpi (1949 - 1964) como básica en la cuenca ya que presenta un largo período de observaciones.

Así era necesario efectuar el análisis de los datos de Chalpi y completar la serie para el período 1.964 - 1.976. Por lo tanto se hizo un análisis comparativo de diversas estaciones de largo período, lo que indicó una operación irregular de Baños, que presenta algunos períodos dudosos de observación. La Lámina N° HS/1A-442-HM-006 presenta curvas doble-masa de diversas estaciones con relación a Baños, lo que indica claramente el período dudoso de 1.955-1.958. Este período fué aislado y a continuación, se hizo la correlación entre Baños y Chalpi para los períodos 1.949-1.954 y 1.959-1.964.

Dos tipos de correlaciones con los valores mensuales fueron establecidos:

- . Correlación de precipitaciones mensuales acumuladas con coeficiente de correlación $r = 0.999577$
- . Correlación de precipitaciones mensuales parciales con coeficiente de correlación $r = 0.793592$.

Los resultados prueban la existencia de buena correlación entre los datos de las dos estaciones y se hizo la extrapolación de los datos de Chalpi para el período 1.964 - 1.975, en base a los valores de Baños, según el siguiente proceso:

$$PC_{i,a} = \alpha_i \cdot PB_{i,a}$$

donde:

$PB_{i,a}$ = total pluviométrico observado de Baños en el mes "i" (i = 112) y el año "a" (a = 1.9641.976)

α_i = coeficiente del mes "i"

$PC_{i,a}$ = total pluviométrico calculado de Chalpi para el mes "i" y año "a".

Los coeficientes α_i fueron calculados de la siguiente forma:

$$\alpha_i = \frac{\sum_a \alpha_{i,a}}{n_a}$$

donde

$$\alpha_{i,a} = \frac{PC_{i,a}}{PB_{i,a}}$$

$PC_{i,a}$ = total pluviométrico observado de Chalpi en el mes "i" (i = 1 hasta 12) del año "a" (1.949-1.963)

$PB_{i,a}$ = total pluviométrico observado de Baños en el mes "i" (i = 1 hasta 12) del año "a" (1.949 - 1.963)

Después de calculada la serie extrapolada de Chalpi para el período 1964 - 1976, se hizo el ensayo de significación estadística de la serie obtenida en comparación con la serie observada. El ensayo fue hecho con los valores mensuales, para lo cual se escogió el ensayo "t" de Student para un nivel de significación de 5%.

El Cuadro N° 1.3.1 presenta los resultados obtenidos y demuestra que a nivel de 5% de significación no se puede rechazar la hipótesis que los valores generados son iguales a los observados, excepto el mes de Marzo, o sea, se aceptaría todos los valores generados como representativo de los valores observados en la estación, excepto el mes de Marzo.

Se decidió por la aceptación de los valores de Marzo también, ya que después de un examen detallado, se verificó que el valor calculado para 1.966, Marzo estaba alto y que sacándole de la serie de este mes, su valor de "t", pasaría para los límites aceptables del ensayo.

En base a los datos de Chalpi, se extrapolaron las series pluviométricas de las estaciones de Papallacta y Borja-Misión Josefina, pertenecientes a la cuenca, y la Mica, ubicada fuera de la cuenca, pero con las mismas características.

CUADRO N° 1.3.1
ENSAYO ESTADISTICO DE "STUDENT"

VARIABLES		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Observado	\bar{X}_1	120.7	116.6	145.2	164.2	199.4	305.5	307.6	237.8	166.6	131.9	112.0	116.6
	σ_1	50.3	52.6	54.6	53.3	52.5	95.0	87.3	62.8	62.9	56.3	39.7	44.6
	N_1	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15
Calculado	\bar{X}_2	158.3	141.3	201.7	182.6	185.5	311.4	362.0	274.8	195.3	144.9	114.0	121.3
	σ_2	72.0	53.1	79.7	68.7	74.9	100.1	98.2	87.0	50.6	71.2	56.6	43.6
	N_2	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12
Grados de libertad		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
σ		62.5	54.9	68.6	62.4	65.1	101.5	95.5	76.5	60.5	65.8	49.8	45.9
t		1.53	1.17	2.11	0.76	0.55	0.15	1.45	1.23	1.21	0.51	0.10	0.20

Ensayo 1: $H_0 : \bar{X}_1 = \bar{X}_2$; $H_1 : \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2$ - $2,06 < t < + 2,06$ (5% - dos colas)

Ensayo 2: $H_0 : \bar{X}_1 = \bar{X}_2$; $H_1 : \bar{X}_1 < \bar{X}_2$ $t < 1.71$ (5% - una cola)

\bar{X}_1, \bar{X}_2 : precipitación media mensual; σ_1, σ_2 desviación standard, N_1, N_2 número de años

t : valor de la distribución student; H_0, H_1 son hipótesis a demostrarse

El procedimiento para extrapolar las series de estas estaciones fue el mismo que se describió anteriormente. A continuación, se estableció una serie básica, tomada por la media entre las series de Chalpi, Papallacta, Borja y La Mica, con la cual se extrapolaron las series de las estaciones pluviométricas restantes.

Las Tablas Nos. I.3.1.1 a I.3.1.13 del Apéndice I de este Anexo, presentan las series pluviométricas de todas las estaciones de la cuenca y las Láminas Nos. HS/IA-442-HM-007, 008 y 009 ilustran las curvas doble-masas que ayudaron al análisis de los datos obtenidos. La Tabla Nº I.3.1.14 (Apéndice I) presenta las series pluviométricas de la estación de Baños utilizada en la correlación.

En lo que se refiere a los datos meteorológicos, solamente los datos de la estación de Papallacta presentan un período largo (1963-1976) y no son representativos de toda la cuenca. Por eso, es conveniente esperar que las estaciones de Reventador y Baeza tengan un período de observación más largo (las que fueron instaladas en 1975 y 1973 respectivamente) para que posteriormente y por medio de correlaciones, sea posible sacar conclusiones para toda la cuenca.

3.2 ANALISIS DE DATOS FLUVIOMETRICOS

Se analizaron los datos básicos originales de fluviometría, o sea, alturas limnimétricas y aforos de caudales de todas las estaciones a fin de incluir las informaciones recopiladas hasta fines de 1976.

ANEXO I - HIDROLOGIA

El análisis incluyó estudio de las curvas cota-caudal de las estaciones, estudio de los limnigramas observados, correlaciones de alturas limnimétricas y correlaciones de caudales diarios y mensuales observados en las estaciones.

Se analizaron detalladamente las extrapolaciones de las curvas de descarga de dichas estaciones utilizando los métodos de extrapolación logarítmica, área-velocidad y Manning. Este último método fue utilizado para extrapolación de las curvas de Quijos D.J. Oyacachi y Coca en San Rafael, ya que esas eran las únicas estaciones con que se contaba con datos de pendiente del espejo de agua.

A continuación, se presentan una descripción detallada de cada estación fluviométrica estudiada, las tablas de relación cota-caudal, láminas con las respectivas curvas de descarga y tablas de caudales medios diarios.

- Estación Baeza
- . Río Quijos
- . Area de Drenaje 904 km² planimetrage
escala 1: 100.000
- . Período de Observaciones - Junio de 1.964 hasta Diciembre 1.976.
- . Fallas - Octubre 1967, 5 de Abril hasta 31 de Mayo de 1969,
26 de Enero 1971 hasta 5 Enero 1972, 1 Marzo de 1972

hasta 13 Abril 1972, 15 Agosto hasta 3 Octubre 1973, 19 Enero hasta 18 Febrero 1974, Julio hasta Diciembre 1974.

. Número de Aforos Líquidos - 87 aforos líquidos hasta 24 Noviembre 1976.

. Períodos Complementarios o Rellenados

Los períodos arriba descritos fueron rellenos por correlación gráfica con la estación de Quijos D.J. Oyacachi

En los períodos del 18 al 31 de Diciembre de 1972 y 3 de Octubre de 1973 hasta 18 de Enero de 1974 fueron substituidos los datos originales observados por datos correlacionados en forma gráfica con la estación de Quijos D.J. Oyacachi por no ser confiables.

. Observaciones - Fueron definidas 6 curvas de descarga de acuerdo a los períodos de observación.

Las 3 primeras curvas de descarga fueron definidas para la antigua estación aguas arriba de la actual que fue levantada en Febrero de 1971. La estación fue reubicada en Enero de 1972. Los cambios en las curvas de descarga son ocasionados por la gran movilidad del lecho.

La Tabla Nº I.3.2.1 del Apéndice II de este Anexo, contiene los valores de los aforos disponibles, el Cuadro Nº I.3.2

CUADRO Nº 1.3.2

RESUMEN DE CURVA DE DESCARGA

RIO QUIJOS - ESTACION BAEZA

h (cm)	Curva 1 Validez 1-6-64 - 31-7-65 Caudal (m ³ /s)	Curva 2 Validez 1-6-65 - 31-5-66 Caudal (m ³ /s)	Curva 3 Validez 1-6-66 - 25-1-71 Caudal (m ³ /s)	Curva 4 Validez 1-1-71 - 31-12-72 Caudal (m ³ /s)	Curva 5 Validez 1-1-73 - 22-7-74 Caudal (m ³ /s)	Curva 6 Validez 19-12-74 - 31-12-75 Caudal (m ³ /s)
350	382,00	408,00	430,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
300	308,00	332,00	352,00	960,00	960,00	960,00
250	223,00	245,00	281,00	570,00	570,00	570,00
220	180,00	199,00	215,20	403,00	403,00	403,00
200	153,00	171,00	186,40	314,00	314,00	314,00
180	140,00	157,40	172,40	276,00	276,00	276,00
160	126,80	144,00	158,40	242,00	242,00	242,00
140	102,40	110,00	132,00	182,00	182,00	182,00
120	91,20	105,40	119,40	150,00	152,00	150,00
100	80,80	94,20	107,00	122,60	126,80	122,60
80	60,90	73,50	84,60	88,40	93,60	86,40
60	43,00	54,60	64,50	62,80	72,60	62,80
40	34,60	45,80	55,10	52,70	61,50	52,70
30	26,70	37,50	40,30	44,00	53,60	44,00
20	19,40	29,50	37,90	36,20	46,00	36,20
10	12,40	22,00	30,00	29,40	38,80	29,40
5	5,80	14,80	22,60	23,50	32,20	23,50
2	1,00	8,00	15,60	18,00	25,70	18,00
1	-,--	-,--	9,00	12,80	19,40	12,80
0	-,--	-,--	3,00	8,00	13,60	8,00
0				-,--	8,00	-,--

CUADRO Nº 1.3.2

RESUMEN DE CURVA DE DESCARGA

RIO QUIJOS - ESTACION BAEZA

h (cm)	Curva 1 Validez 1-6-64 - 31-7-65 Caudal (m ³ /s)	Curva 2 Validez 1-8-65 - 31-5-66 Caudal (m ³ /s)	Curva 3 Validez 1-6-66 - 25-1-71 Caudal (m ³ /s)	Curva 4 Validez 1-1-71 - 31-12-72 Caudal (m ³ /s)	Curva 5 Validez 1-1-73 - 22-7-74 Caudal (m ³ /s)	Curva 6 Validez 19-12-74 - 31-12-75 Caudal (m ³ /s)
350	382,00	408,00	430,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
300	303,00	332,00	352,00	960,00	960,00	960,00
250	225,00	245,00	281,00	570,00	570,00	570,00
220	180,00	199,00	215,20	403,00	403,00	403,00
200	153,00	171,00	186,40	314,00	314,00	314,00
190	140,00	157,40	172,40	276,00	276,00	276,00
180	126,80	144,00	158,40	242,00	242,00	242,00
160	102,40	118,00	132,00	182,00	182,00	182,00
150	91,20	105,40	119,40	150,00	152,00	150,00
140	80,80	94,20	107,00	122,60	126,80	122,60
120	60,90	73,50	84,60	88,40	93,60	88,40
100	43,00	54,60	64,50	62,80	72,60	62,80
90	34,60	45,80	55,10	52,70	61,50	52,70
80	26,70	37,50	40,30	44,00	53,60	44,00
70	19,40	29,50	37,90	36,20	46,00	36,20
60	12,40	22,00	30,00	29,40	38,80	29,40
50	5,80	14,80	22,60	23,50	32,20	23,50
40	1,00	8,00	15,60	18,00	25,70	18,00
30	-,--	-,--	9,00	12,80	19,40	12,80
20	-,--	-,--	3,00	8,00	13,60	8,00
10				-,--	8,00	-,--

muestra la tabulación de las curvas de descarga para varios períodos de validez y en la Tabla N° 1.3.2.2 (Apéndice II) se muestran los caudales medios diarios del Río Quijos en Baeza.

La Lámina N° HS/IA-442-HM-010. representa las curvas de descarga de cada uno de los períodos de observación.

- Estación D.J. Oyacachi
- . Río Quijos
- . Area de Drenaje 2.504 km² planimetrage escala 1:100.000
- . Período de Observaciones - Mayo de 1965 hasta Diciembre 1976
- . Fallas - Estadística incompleta hasta 1969
- . Número de Aforos Líquidos - 84 aforos líquidos hasta 5 de Noviembre de 1976
- . Períodos Complementados o Rellenados
Fallas existentes fueron rellenas por correlación gráfica con la estación de Quijos en Baeza.
- . Observaciones - Fueron definidas 5 curvas de descarga conforme a los períodos de observación.

La Tabla N° 1.3.2.3 del Apéndice II de este Anexo, contiene los valores de los aforos disponibles, el Cuadro N° 1.3.3 tiene las coordenadas de las curvas de descarga para varios períodos de observación y la Tabla N° 1.3.2.4 (Apéndice II) contiene los caudales medios diarios.

CUADRO N° 1.3.3

RESUMEN DE CURVA DE DESCARGA

RIO QUIJOS - ESTACION D.J. OYACACHI

h (cm)	Curva 1 Validez 1-5-65 - 31-12-66 Caudal (m ³ /s)	Curva 2 Validez 1-1-67 - 23-9-72 Caudal (m ³ /s)	Curva 3 Validez 24-9-72 - 7-7-74 Caudal (m ³ /s)	Curva 4 Validez 8-7-74 - 31-12-74 Caudal (m ³ /s)	Curva 5 Validez 1-1-75 - 31-12-76 Caudal (m ³ /s)
600	3.275,00	3.275,00	3.275,00	3.275,00	3.275,00
550	2.740,00	2.740,00	2.740,00	2.740,00	2.740,00
500	2.250,00	2.250,00	2.250,00	2.250,00	2.250,00
450	1.830,00	1.830,00	1.830,00	1.830,00	1.830,00
400	1.453,00	1.453,00	1.453,00	1.458,00	1.458,00
350	1.140,00	1.140,00	1.140,00	1.140,00	1.140,00
300	858,00	858,00	858,00	858,00	858,00
250	615,00	615,00	615,00	615,00	615,00
240	568,00	568,00	568,00	568,00	568,00
230	520,00	520,00	524,00	520,00	524,00
220	465,00	465,00	488,00	465,00	480,00
200	374,00	360,00	417,00	374,00	394,00
180	304,50	314,50	349,00	296,50	320,50
160	249,00	262,50	236,00	233,00	259,00
150	224,50	240,50	257,50	206,00	231,00
140	202,00	220,00	231,00	182,00	206,00
130	181,00	201,00	205,50	159,50	183,00
120	162,00	184,00	182,50	139,00	161,50
110	144,50	163,00	160,50	120,00	141,50
100	129,00	153,00	140,00	103,00	123,50
90	115,00	139,00	121,50	87,50	107,00
80	102,50	125,50	104,00	74,00	92,00
70	91,00	113,50	87,00	62,00	78,00
60	80,50	102,00	72,00	51,00	66,00
50	70,50	92,00	58,50	41,00	55,00
40	61,00	82,50	46,00	31,50	45,00
0	26,00	49,00	0,00	0,00	9,00

ANEXO I - HIDROLOGIA

La Lámina N° HS/IA-442-HM-011 muestra las curvas de descarga respectivas.

- Estación San Rafael
- . Río Coca
- . Área de Drenaje 3.951 km^2 planimetrage escala 1:100.000.
- . Período de Observaciones - 22 de Julio de 1972 hasta Diciembre 1976
- . Fallas - Valores aislados
- . Número de Aforos Líquidos - 68 aforos líquidos hasta 28 de Noviembre de 1976
- . Períodos Complementados o Rellenados
Los valores aislados fueron rellenos por correlación gráfica con la estación de Quijos D.J. Oyacachi.
- . Observaciones - Fue definida una curva de descarga para el período observado. A pesar de la buena definición de la curva de descarga se observó la necesidad de efectuar aforos en niveles más altos a fin de tener una mayor seguridad en la extrapolación de la misma. En virtud de esto se utilizó para la extrapolación de la curva el método de extrapolación de la curva cota x área, cota x velocidad, comprobándose por el método de Manning.

La Tabla N° I.3.2.5 del Apéndice II de este Anexo, contiene .

la lista de aforos y sus características; el Cuadro N° I.3.4 contiene los valores de la curva de descarga; la Lámina N° HS/IA-442-HM-012 contiene el dibujo de la respectiva curva de descarga y, la Tabla N° I.3.2.6 (Apéndice II) contiene los caudales diarios medios, los máximos, mínimos y el caudal medio mensual.

- Estación A.J. Quijos
- . Río Cosanga
- . Area de Drenaje 469 km² planimetrage escala 1:100.000
- . Período de Observaciones - 19 de Octubre de 1970 hasta Diciembre 1976
- . Fallas - 27 de Septiembre hasta 26 de Octubre de 1971, 26 de Marzo hasta 6 de Julio de 1972, 9 de Julio hasta 24 de Octubre de 1973, 17 de Julio hasta 20 de Septiembre de 1974.
- . Número de Aforos Líquidos - 41 aforos líquidos hasta 29 de Noviembre 1976.
- . Observaciones - Fue definida una curva de descarga para el período observado que se presenta en el Cuadro N° I.3.5 y en la Lámina N° HS/IA-442-HM-013.

A pesar de la buena definición de la curva de descarga se observó la necesidad de efectuar aforos en niveles más altos para tener una mayor seguridad de la extrapolación de la misma.

CUADRO N° I.3.4

RESUMEN DE CURVA DE DESCARGA

RIO COCA - ESTACION SAN RAFAEL

h (cm)	Curva 1
	Validez 22-7-72 - 31-12-76 Caudal(m ³ /s)
700	4.070,00
650	3.520,00
600	2.990,00
550	2.490,00
500	2.050,00
450	1.680,00
400	1.360,00
350	1.062,00
300	802,50
280	700,00
260	600,00
240	514,00
220	433,00
200	373,00
180	321,00
160	274,00
140	229,00
120	187,00
100	148,00
90	130,00
80	112,00
70	95,00
60	79,00
50	64,00
40	48,00

CUADRO N° 1.3.5

RESUMEN DE CURVA DE DESCARGA

RIO COSANGA - ESTACION A.J. QUIJOS

h (cm)	Curva 1 Validez 1-10-70 - 31-12-76 Caudal (m ³ /s)
600	1.136,00
550	956,00
500	792,00
450	640,00
400	504,00
350	380,00
300	272,00
250	176,00
220	123,00
200	92,00
180	68,00
170	57,90
160	48,80
150	40,40
140	33,00
130	26,20
120	20,00
110	14,00
100	8,70
90	4,70
80	2,20
70	0,70

En la Tabla N° I.3.2.7 del Apéndice II de este Anexo, presenta la lista de aforos y en la Tabla N° I.3.2.8 (Apéndice II) los valores de los caudales diarios.

- Estación A.J. Quijos
- . Río Oyacachi
- . Área de Drenaje 709 km² planimetrage escala 1:100.000
- . Período de Observaciones - 23 de Junio de 1972 hasta Diciembre 31 de 1976
- . Fallas - 21 de Julio hasta 20 de Septiembre de 1974
- . Número de Aforos Líquidos - 42 aforos líquidos hasta 25 de Noviembre de 1976
- . Períodos Complementados o Rellenados
Los períodos arriba mencionados fueron rellenos por correlación gráfica con la estación de Baeza y también el período de observaciones del 1° de Enero de 1972 hasta el 22 de Junio de 1972.
- . Observaciones - Fue definida 1 curva de descarga para el período observado.

A pesar de la buena definición de la curva de descarga se observó la necesidad de efectuar aforos en niveles más altos para tener una mayor seguridad de la extrapolación de la misma.

La Tabla N° I.3.2.9 del Apéndice II de este Anexo, contiene

ANEXO I - HIDROLOGIA

la lista de aforos disponibles; el Cuadro N° I.3.6 indica las coordenadas de la curva de descarga; la Lámina N° HS/IA-442-HM-014 contiene la curva de descarga y, la Tabla N° I.3.2.10 (Apéndice II) los caudales medios, máximos y mínimos diarios y los medios mensuales.

- Estación A.J. Quijos
- . Río Sardinas
- . Area de Drenaje 93 km² planimetrage
escala 1:100.000
- . Período de Observaciones - 11 de Abril de 1972 hasta 1976
- . Fallas - 17 de Octubre hasta 28 de Noviembre de 1972, 24 de Julio hasta 3 de Noviembre 1973, 2 de Diciembre de 1973 hasta 20 de Febrero de 1974, 1 de Marzo hasta 20 de Marzo de 1974, 13 de Junio hasta 17 de Septiembre de 1974, Noviembre de 1975.
- . Número de Aforos Líquidos - 20 aforos líquidos hasta 23 de Noviembre de 1974.
- . Períodos Complementados y Rellenados
No fueron rellenos valores medios diarios.
- . Observaciones - Fue definida 1 curva de descarga para el período observado.

La poca cantidad y la gran dispersión de los aforos realizados no permiten la definición adecuada de la curva de descarga.

CUADRO Nº I.3.6

RESUMEN DE CURVA DE DESCARGA
RIO OYACACHI - ESTACION A.J. QUIJOS

h (cm)	Curva 1
	Validez 23-6-72-31-12-76 Caudal (m ³ /s)
600	1.224,00
550	960,00
500	749,10
450	561,40
400	416,30
350	298,10
300	217,50
280	183,00
260	151,40
240	121,30
220	95,00
200	72,00
190	62,00
180	54,00
170	46,20
160	39,00
150	32,20
140	25,80
130	20,40
120	16,00
110	12,60
100	9,80
90	7,50

ANEXO I - HIDROLOGIA

La Tabla N° I.3.2.11 del Apéndice II de este Anexo, muestra las características de los aforos disponibles; el Cuadro N° I.3.7 contiene las coordenadas de la curva de descarga; la Lámina N° HS/IA-442-HM-015 representa dicha curva de descarga y la Tabla N° I.3.2.12 (Apéndice II) indica los valores de caudales medios, máximos y mínimos diarios.

- Estación A.J. Quijos
- . Río Borja
- . Área de Drenaje 96 km² planimetrage
- escala 1:100.000
- . Período de Observaciones - 13 de Abril de 1972 hasta 1976.
La estación se encuentra paralizada.
- . Fallas
- . Número de Aforos Líquidos - 13 aforos líquidos hasta 26 de Noviembre de 1974.
- . Períodos no Complementados y Rellenados
No fueron rellenos valores medios diarios.
- . Observaciones - Fueron definidas 2 curvas para el período observado. La estación se encuentra paralizada por haber cambiado el cauce del río.

La poca cantidad y la gran dispersión de los aforos realizados no permiten la definición adecuada de la curva de descarga.

La Tabla N° I.3.2.13 del Apéndice II de este Anexo, contiene

CUADRO Nº 1.3.7

RESUMEN DE CURVA DE DESCARGA

RIO SARDINAS GRANDE - ESTACION A.J. QUIJOS

h (cm)	Curva 1 Validez 11-4-72 - 31-12-76 Caudal (m ³ /s)
200	145,00
180	72,00
160	37,70
150	27,50
140	20,10
130	14,20
120	9,87
110	6,46
100	4,66
90	3,42
80	2,44
70	1,70
60	1,13
50	0,73
40	0,43

ANEXO I - HIDROLOGIA

la lista de aforos disponibles; el Cuadro N° I.3.8 tiene las coordenadas de las curvas de descarga para los dos períodos de validez; la Lámina N° HS/IA-442-HM-016 representa las curvas de descarga respectivas y la Tabla N° I.3.2.14 (Apéndice II) muestra los caudales medios diarios de cada mes.

- Estación A.J. Quijos
- . Río Santa Rosa
- . Área de Drenaje 58 km² planimetrage
- escala 1:100.000
- . Período de Observaciones - Agosto de 1972 hasta 1976
- . Fallas - Mayo, Julio hasta Octubre de 1974
- . Número de Aforos Líquidos - 41 aforos líquidos hasta 23 de Noviembre de 1976
- . Períodos Complementados o Rellenados
- . No fueron rellenos valores medios diarios
- . Observaciones - Fue definida 1 curva de descarga para el período observado. A pesar de la poca canti-

dad de aforos realizados la curva se presenta satisfactoria considerándose las condiciones hidráulicas de la sección.

La Tabla N° I.3.2.15 del Apéndice II de este Anexo, contiene la lista de aforos disponibles; el Cuadro N° I.3.9 contiene las coordenadas de la única curva de descarga; la Lámina N° HS/IA-442-HM-017 representa a dicha curva de descarga y la Tabla N° I.3.2.16 (Apéndice II) contiene los caudales me-

CUADRO N° 1.3.8

RESUMEN DE CURVA DE DESCARGA

RIO BORJA - ESTACION A.J. QUIJOS

h (cm)	Curva 1	Curva 2
	Validez 10-3-72-31-5-74 Caudal (m ³ /s)	Validez 31-5-74-31-2-76 Caudal (m ³ /s)
300	107,00	107,00
250	83,50	82,50
220	69,40	69,40
200	60,10	60,10
180	50,80	50,80
170	46,10	46,10
160	41,60	41,60
150	37,00	37,00
140	32,30	32,30
130	27,50	27,50
120	22,85	22,85
110	18,18	18,18
100	13,40	14,28
90	9,42	11,54
80	7,20	9,48
70	5,92	8,11
60	5,13	7,20
50	4,69	6,64
40	4,40	6,34
30	4,20	6,20

CUADRO Nº 1.3.9

RESUMEN DE CURVA DE DESCARGA

RIO SANTA ROSA - ESTACION A.J. QUIJOS

h (cm)	Curva 1
	Validez 1-1-72 - 31-12-76 Caudal (m ³ /s)
300	138,00
250	108,00
200	79,00
180	67,50
160	56,50
150	51,40
140	45,70
130	40,45
120	35,25
110	30,20
100	25,30
90	20,50
80	15,85
70	11,35
60	7,25
50	4,32
40	2,37
30	1,05
20	0,29

ANEXO I - HIDROLOGIA

dios diarios; máximos y mínimos.

- Estación A.J. Coca
 - . Río Malo
 - . Area de Drenaje 88 km²
 - . Período de Observaciones - 14 de Mayo de 1975 hasta Diciembre de 1976
 - . Fallas
 - . Número de Aforos Líquidos - Efectuados hasta 1976: 38
 - . Períodos Complementados o Rellenados - Ninguno
 - . Observaciones - Se ha elaborado una curva de descarga preliminar.

La Tabla N° I.3.2.17 del Apéndice II de este Anexo, contiene los aforos disponibles; el Cuadro N° I.3.10 contiene las coordenadas de la curva de descarga y la Lámina N° HS/IA-442-HM-018 el dibujo de la respectiva curva de descarga.

- Estación A.J. Malo
 - . Río Coca
 - . Area de Drenaje 3.777 km²
 - . Período de Observaciones - 1 de Agosto de 1975 hasta Diciembre de 1976
 - . Fallas
 - . Número de Aforos Líquidos - Efectuados hasta 1976: 21

CUADRO N° I.3.10

RESUMEN DE CURVA DE DESCARGA

RIO MALO - ESTACION A.J. COCA

h (cm)	Curva 1: Validez 14-5-75 - 31-12-75 Caudal (m ³ /s)
250	510,00
200	254,00
180	184,00
170	156,00
160	130,00
150	106,00
140	86,00
130	69,00
120	54,90
110	42,30
100	32,45
90	24,35
80	17,75
70	12,30
60	8,25
50	5,23
40	2,98
30	1,42
20	0,50

ANEXO I - HIDROLOGIA

- Períodos Complementados o Rellenados - Ninguno
- Observaciones - Se ha elaborado una curva de descarga muy preliminar.

La Tabla N° I.3.2.18 del Apéndice II de este Anexo, contiene los aforos disponibles; el Cuadro N° I.3.11 contiene las coordenadas de la curva de descarga; y, la Lámina N° HS/IA-442-HM-047 el dibujo respectivo.

- Estación A.J. Quijos
- Río Salado
- Area de Drenaje 819 km²
- Período de Observaciones - 5 de Diciembre de 1975 hasta 31 de Diciembre de 1976
- Fallas - Ninguna
- Número de Aforos Líquidos - 10 hasta el 27 de Noviembre de 1976
- Observaciones - Se ha elaborado una curva de descarga preliminar.
- Períodos Complementados o Rellenados - Ninguno.

La Tabla N° I.3.2.19 del Apéndice II de este Anexo, contiene los aforos disponibles; el Cuadro N° I.3.12 contiene las coordenadas de la curva de descarga preliminar. La Tabla N° I.3.2.20 (Apéndice II) muestra los caudales medios diarios y los caudales máximos y mínimos.

CUADRO N° I.3.11

RESUMEN DE CURVA DE DESCARGA

RIO COCA - ESTACION A.J. MALO

h (cm)	Curva 1
	Válida hasta 31-12-76 Caudal (m ³ /s)
700	3.890,00
650	3.455,00
600	3.030,00
550	2.625,00
500	2.240,00
450	1.835,00
400	1.560,00
350	1.260,00
300	996,00
250	766,00
200	552,00
180	476,00
160	406,00
150	374,00
140	344,00
130	316,00
120	292,00
110	270,00
100	250,00
90	230,00
80	212,00
70	195,00
60	173,00
50	163,00
40	143,00
30	134,00
00	99,00

CUADRO Nº I.3.12

RESUMEN DE CURVA DE DESCARGA
RIO SALADO - ESTACION A.J. QUIJOS

h(cm)	Curva 1 Validez 5-12-75-31-12-76 Caudal (m ³ /s)
630	600
600	560
550	494
500	431
450	370
400	312
360	270
320	231
280	196
240	164
200	136
180	123
160	111
140	100
120	90
100	80
80	72
60	65
40	59

Para verificación de los resultados obtenidos se dibujó las correlaciones finales de caudales medios mensuales entre las estaciones analizadas más importantes para los estudios que se desarrollaron a continuación.

Las Láminas Nos. HS/IA-442-HM-048; 021; 022; 049 presentan los dibujos de las siguientes correlaciones gráficas:

- (a) Quijos en Baeza x Oyacachi A.J. Quijos
- (b) Quijos en Baeza x Quijos D.J. Oyacachi
- (c) (Baeza + Cosanga + Oyacachi) x Quijos D.J. Oyacachi
- (d) Quijos D.J. Oyacachi x Coca en San Rafael
- (e) Quijos D.J. Oyacachi - (Baeza + Oyacachi) x Cosanga

Estas correlaciones indican la consistencia general de los resultados obtenidos. Además, las correlaciones indicadas en (a), (d) y (e) fueron utilizadas para los estudios de extrapolación de las series de Cosanga, Oyacachi A.J. Quijos y San Rafael, conforme se describirá en el Capítulo siguiente

3.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio de caudales de la cuenca está así definido. Los datos futuros recolectados en la cuenca no alterarán sustancialmente el patrón hidrológico aquí determinado, aunque se recomienda una constante actualización y complementación de las series a medida que se disponga de nuevos datos observados.

En cambio, el régimen pluviométrico continúa un tanto desconocido ya que todavía no se puede elaborar un mapa de isoyetas confiable, ni tampoco determinar los coeficientes de escurrimiento del área del Proyecto porque existen extensas áreas de aportación que no tienen estaciones de observación meteorológica.

4. ESTUDIOS DE EXTENSION DE SERIES FLUVIOMETRICAS

4.1 RIO QUIJOS

En base a los 27 años de precipitación, se realizaron estudios para extensión de series fluviométricas mensuales observadas en la cuenca.

Los estudios fueron concluídos considerando los datos de caudales medios mensuales observados en las dos estaciones de período más largo de observación de la cuenca: Baeza y D.J. Oyacachi.

Se utilizaron programas de computadora que calculan los caudales medios mensuales a partir de la lluvia media mensual sobre la cuenca. Se escogió un período para lo cual los modelos son calibrados y a continuación, los modelos calculan caudales para el período en que hay registro de lluvias. Se reserva un período observado que no es considerado en el ajuste y que sirve para verificación

ANEXO I - HIDROLOGIA

de los valores calculados. El Cuadro N° I.4.1 indica el procedimiento utilizado para la extrapolación de series.

CUADRO N° I.4.1

PROCEDIMIENTO ADOPTADO PARA LA EXTRAPOLACION DE SERIES

Estación Fluviométrica	Estaciones Pluviométricas utilizadas	Período Correlacio- nado	Período Calculado	Período obser- vado, utilizado para verifica- ción
Río Quijos Baeza	Papallacta Chalpi Baeza	1967-1972	1949-1975	1964-1966 1973-1975
Río Quijos D.J. Oya- cachi	Papallacta Chalpi Borja Cosanga Oyacachi	1967-1972	1949-1975	1965-1966 1973-1975

Para cada estación considerada (Baeza y D.J. Oyacachi) se calcularon las series de precipitaciones mensuales medias sobre la cuenca según la expresión

$$PM = \sum K_i P_i$$

donde:

PM = precipitación media para un mes considerado

P_i = precipitaciones de cada estación pluviométrica "i" en este mes considerado

K_i = coeficiente de influencia de la respectiva estación "i" considerada en la cuenca.

El coeficiente K_i , fue calculado según la expresión

$$K_i = \frac{AD_i}{AD_T} \frac{\overline{PA}_i}{\overline{P}_i}$$

donde:

AD_i = Area de influencia de la estación "i", considerada por la división topográfica del área donde está ubicada.

AD_T = Area de drenaje total de la cuenca considerada (Baeza o D.J. Oyacachi)

\overline{P}_i = precipitación media de la estación "i"

\overline{PA}_i = precipitación media del área de influencia de la estación "i" calculada por planimetrage de las isoyetas estimadas para el área.

A continuación se describen los modelos matemáticos utilizados en los estudios de extrapolación de series.

. Modelo de Simulación de Cuenca.

Este modelo considera el balance hidrológico de la cuenca, teniendo en cuenta la precipitación mensual y un patrón de evaporación observado en la cuenca. El modelo hace el ajuste de 10 coeficientes que afectan las variables hidrológicas siguientes: humedad del suelo, escurrimiento directo, evapotranspiración, recarga de la capa freática y descarga básica.

ANEXO I - HIDROLOGIA

En el paso inicial, el modelo calcula los caudales con los valores iniciales de los coeficientes y los compara con los caudales observados, calculando la sumatoria de las desviaciones mensuales. En el paso siguiente, cambia el primer coeficiente, recalcula los caudales y verifica si la suma de las desviaciones ha disminuido. En caso positivo, pasa para el segundo coeficiente, cambiándose y repitiendo el procedimiento. Así el modelo hace para los 10 coeficientes. Después del último coeficiente, retorna al primer coeficiente. El proceso se repite por 12 veces, cuando ya se puede tener información sobre la convergencia del proceso.

El modelo suministra los valores de las variables hidrológicas calculadas, de los parámetros ajustados y el coeficiente de correlación entre los caudales calculados y observados.

Modelo de Correlación Múltiple Polinomial

Este modelo hace la regresión logarítmica entre los caudales de cada mes y las precipitaciones del mes y de los tres meses anteriores. El modelo ajusta un polinomio homogéneo de segundo grado con cuatro variables con un total de 15 coeficientes monomiales. El procedimiento se resume a lo siguiente:

- a. Calcula los logaritmos de las precipitaciones y caudales mensuales.

ANEXO I - HIDROLOGIA

- b. Establece un sistema lineal de 72 ecuaciones (meses) con 15 incógnitas, sustituyendo los valores de precipitaciones y caudales en los lugares correspondientes.
- c. Hace la regresión para determinación de los valores de los 15 coeficientes monomiales.
- d. Calcula los caudales para el período completo.
- e. Hace la correlación entre los valores calculados y observados del período correlacionado y calcula los respectivos coeficientes de correlación y determinación.
- f. Suministra los valores de los coeficientes determinados.

El Cuadro Nº I.4.2 ilustra los resultados obtenidos para los coeficientes de correlación.

CUADRO Nº I.4.2

COEFICIENTES DE CORRELACION SEGUN MODELO UTILIZADO

MODELO	PERIODO	BAEZA	OYACACHI
Correlación Múltiple	de Calibración 1967 - 1972	0.8463	0.8617
Correlación Múltiple	de Comprobación (1964-66)/(1973-1975)	0.8185	0.8004
Simulación de Cuenca	de Calibración 1967-1972	0.3489	0.7362

El análisis de los resultados indicó que para Baeza los dos modelos presentan resultados parecidos y de igual calidad. Sin embargo, para Oyacachi, los resultados presentados por el modelo de simulación no fueron de buena calidad. El hecho es debido a una imprecisión de lluvia en la cuenca hasta D.J. Oyacachi. Para Baeza, la estimación de la lluvia fue más precisa ya que las estaciones de Papallacta, Chalpi y Baeza, permitieron una buena definición de la lluvia media, lo que no ocurrió para la cuenca aguas abajo de Baeza, cuyas diferencias de los valores reales pueden ser considerados prácticamente constantes.

Como el modelo de simulación de cuenca efectúa el balance hidrológico basado en los valores de lluvia, este es más afectado por tales diferencias. En cambio, el modelo de correlación múltiple es menos afectado ya que efectúa una regresión matemática entre dos grupos de valores, y si las diferencias son constantes a lo largo de todo el período, no se introduce errores en los cálculos.

Por eso, se decidió adoptar los resultados de la correlación múltiple para las series fluviométricas a ser utilizadas en los estudios.

La Lámina N° HS/IA-442-HM-025 presenta los fluviogramas observados y calculados para las estaciones de Baeza y D.J. Oyacachi en el Río Quijos.

Las Tablas N° I.4.1.1 y I.4.1.2 (Apéndice II) presentan los valores de los caudales mensuales adoptados para las dos estaciones.

Las series fluviométricas adoptadas en los estudios hidrológicos se componen de Baeza- Enero 1949 hasta Mayo 1964-calculado

- Junio 1964 hasta Diciembre 1976-observado

D.J.Oyacachi - Enero 1949 hasta Abril 1965-calculado

- Mayo 1965 hasta Diciembre 1976-observado

La Lámina N° HS/IA-442-HM-026 presenta la correlación gráfica en tre los caudales medios mensuales calculados en Baeza y D.J. Oyacachi.

Comparándose esta correlación gráfica con los resultados de la correlación múltiple mostrados en la Lámina N° HS/IA-442-HM-025 se demuestra que las características de los datos observados no han sido alteradas en la serie de caudales generados.

Con la consideración que para Baeza y D.J. Oyacachi se hicieron extrapolaciones independientes, o sea, los resultados de una no fueron considerados en la otra, el hecho del mantenimiento de la correlación se presenta como una verificación de los resultados obtenidos.

4.2 RIOS COSANGA Y OYACACHI

A continuación, se estudió las condiciones para extrapolación de las series fluviométricas de los Ríos Cosanga y Oyacachi, para el mismo período 1949-1976. Por lo tanto, se verificó las condiciones más favorables a la ejecución de correlaciones de caudales medios mensuales entre estaciones que representen regiones hidrológicamente semejantes.

Inicialmente se estudió la correlación entre el Río Quijos en Baeza y el Río Oyacachi en A.J. Quijos. Las formas de las cuencas y sus orígenes en regiones de régimen pluviométrico semejante indicaron la posibilidad de éxito en tal procedimiento. Se obtuvo un coeficiente de correlación $r = 0.9651$.

La ecuación de correlación obtenida fue:

$$Q_0 = 1.13 Q_B + 3.20$$

donde:

Q_0 = caudales del Río Oyacachi en A.J. Quijos

Q_B = caudales del Río Quijos en Baeza.

Con esta relación se extrapoló la serie de caudales medios mensuales del Río Oyacachi para el período 1949-1976 que se presenta en la Tabla N° 1.4.2.1 del Apéndice II de este Anexo.

Para el Río Cosanga, el procedimiento fue un poco distinto. Como el Río Cosanga constituye una región hidrológicamente diferente de los Río Quijos (Baeza) y Oyacachi, fue necesario correlacionarlo con una región de características semejantes. Así, el análisis concluyó por la correlación entre las siguientes estaciones:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{(Quijos D.J. Oyacachi)} - \left[\text{(Baeza)} + \text{(Oyacachi)} \right] \end{array} \right\} \times \left\{ \begin{array}{l} \text{Cosanga} \end{array} \right\}$$

De esta manera, se hizo la correlación entre los caudales de Cosanga y los caudales del área intermedia que posee las mismas características de dicho río.

Se obtuvo un coeficiente de correlación $r = 0.8908$ y la ecuación de correlación obtenida fue

$$Q_C = 0.50 Q_{\Sigma} - 0.50$$

donde:

Q_C = caudal del Río Cosanga en la estación

Q_{Σ} = caudal del área intermedia

Con esta relación se extrapoló la serie de caudales medios mensuales del Río Cosanga para el período 1949-1976 que se presenta en la Tabla N° I.4.2.2 del Apéndice II de este Anexo.

ANEXO I - HIDROLOGIA

4.3 RIO COCA EN SAN RAFAEL

En base a los caudales observados del Río Quijos en D.J. Oyacachi y Río Coca en San Rafael; se hizo la correlación de caudales medios mensuales entre las dos estaciones. Se obtuvo un coeficiente de correlación $r = 0.9610$ y la ecuación obtenida fue:

$$Q_{SR} = 1,5758 Q_{DJ} + 25,36$$

donde:

Q_{SR} = caudales del Río Coca en San Rafael

Q_{DJ} = caudales del Río Quijos D.J. Oyacachi

Con esta relación se extrapoló la serie de caudales medios mensuales de San Rafael para el período 1949-1976, que se presenta en la Tabla Nº I.4.3.1 del Apéndice II de este Anexo.

4.4 RIO SALADO EN A.J. COCA

Se calculó las series de caudales medios mensuales del área intermedia entre D.J. Oyacachi y San Rafael por medio de la diferencia: (Río Coca en San Rafael - Río Quijos en D.J. Oyacachi) calculada mensualmente para el período 1949-1976.

Se estimó la serie de caudales medios mensuales del Río Salado en A.J. Coca con la expresión:

$$Q_S = \frac{AD_S}{AD_I} \cdot \frac{q_S}{q_I} \cdot Q_I$$

donde:

Q_S = caudales mensuales del Río Salado en la estación A.J. Coca

AD_S = Area de Drenaje del Río Salado en A.J. Coca = 819 km²

AD_I = Area de Drenaje intermedia entre Oyacachi y San Rafael = 1.448 km²

q_S = caudal específico medio del Río Salado - valor estimado según características del área intermedia

q_I = caudal específico del área intermedia = 97 l/s. km²

Q_I = caudales mensuales del área intermedia

Para la estimación del valor q_S , se utilizó el siguiente criterio:

- a. Se definió valores límites para él, ya que se puede esperar que será mayor que del Río Oyacachi y menor que del área intermedia:

$$q_{Oyacachi} < q_S < q_I, \text{ o } 77 < q_S < 97 \text{ (l/s. km}^2\text{)}$$

- b. Se estimó las características del área intermedia

Cuenca intermedia : $q_I = 97 \text{ l/s. km}^2$

Río Malo : $q_M = 110 \text{ l/s. km}^2$

Río Santa Rosa : $q_{SRO} = 150 \text{ l/s. km}^2$

- c. Se dividió la cuenca del Río Salado en dos regiones diferentes.

La primera, desde la junta con el Río Coca hacia aguas arriba hasta el Río Cascabel ($AD=174 \text{ km}^2$), cuyas características son parecidas a los Ríos Malo y Santa Rosa. La segunda, toda la cuenca

aguas arriba del Río Cascabel (incluyéndose éste, $AD=645 \text{ km}^2$), cuyas características son parecidas al Río Oyacachi. Así, se utilizó la expresión:

$$q_s = \frac{645 q_{\text{Oyacachi}} + 174 \frac{q_{\text{SRo}}}{2} + q_{\text{M}}}{AD_s}$$

Se obtuvo:

$$q_s = 91 \text{ l/s. km}^2$$

Con este valor se calculó la expresión:

$$Q_s = 0.531 Q_I$$

con lo cual se determinó los caudales del Río Salado en A.J. Coca, para el período 1949-1976. La serie está presentada en la Tabla N° I.4.4.1 del Apéndice II de este Anexo.

4.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A este nivel de estudios, las series de caudales definidas son satisfactorias para evaluación de las disponibilidades hidráulicas de la cuenca y condiciones de regulación de los sitios de presa.

Sin embargo, a medida que se cuenten con nuevos datos se recomienda la ejecución de otras correlaciones para que las series extrapoladas sean verificadas y completadas.

Los caudales del Río Salado A.J. Quijos son generados en su totalidad para la serie de 27 años, pero ahora que se dispone de un año registrado el año 1.976 se tiene la impresión de que los caudales están algo subestimados. Sin embargo, sólo en el futuro, cuando se disponga de más datos, se podrá verificar la serie de caudales generados.

5. ESTUDIOS DE REGULACION

5.1 REGULACION PARA EL PERIODO CRITICO O EL 100% DE GARANTIA

Teniendo en cuenta la necesidad de estudiar la regulación de caudales en diversos sitios de presa ubicados en el Río Quijos-Coca se desarrollaron estudios basados en las series de caudales mensuales definidas anteriormente traspuestas a los sitios de presa.

Así, se consideraron separadamente las cuencas de Quijos en Borja Quijos en Chaco con y sin desvío del río Oyacachi, Quijos en Balsas, Coca en Salado y Coca en Malo. Las Tablas Nos. I.5.1.1 a I.5.1.6 del Apéndice II de este Anexo, contienen dichos caudales.

Las series de caudales mensuales en los sitios de presa fueron calculadas utilizando las siguientes fórmulas:

ANEXO I - HIDROLOGIA

$$Q_{BORJA} = \frac{\bar{Q}_{MEDIO BORJA}}{\bar{Q}_{MEDIO BAEZA} + \bar{Q}_{MEDIO COSANGA}} (Q_{BAEZA} + Q_{COSANGA})$$

$$Q_{CHACO + DESVIO OYACACHI} = \frac{\bar{Q}_{MEDIO CHACHO} + \bar{Q}_{DESVIO OYACACHI}}{\bar{Q}_{MEDIO QUIJOS D.J. OYACACHI}} \times$$

$$\times Q_{QUIJOS D.J. OYACACHI} - Q_{OYACACHI} > Q_{30\% \text{ Prob.}}$$

$$Q_{CHACO} = Q_{CHACO + DESVIO OYACACHI} - Q_{OYACACHI \text{ HASTA } Q_{80\% \text{ Prob.}}}$$

$$Q_{BALSAS} = \frac{\bar{Q}_{MEDIO BALSAS}}{\bar{Q}_{MEDIO QUIJOS D.J. OYACACHI}} Q_{QUIJOS D.J. OYACACHI}$$

$$Q_{SALADO} = \frac{\bar{Q}_{MEDIO SALADO}}{\bar{Q}_{MEDIO COCA SAN RAFAEL}} Q_{COCA SAN RAFAEL}$$

$$Q_{MALO} = \frac{\bar{Q}_{MEDIO MALO}}{\bar{Q}_{MEDIO COCA SAN RAFAEL}} Q_{COCA SAN RAFAEL}$$

$$Q_{OYACACHI \text{ KM } 9 + 940} = \frac{\bar{Q}_{OYACACHI \text{ KM } 9 + 940}}{\bar{Q}_{OYACACHI \text{ A.J. QUIJOS}}} Q_{OYACACHI \text{ A.J. QUIJOS}}$$

$$Q_{DESVIO OYACACHI} = Q_{OYACACHI \text{ KM } 9 + 940; \text{ pero } < Q_{80\% \text{ Prob.}}}$$

Los caudales medios en sitios de presa fueron obtenidos de las curvas de caudal medio versus kilometraje en el río, presentados en la Lámina N° HS/IA-442-HM-074, considerando las relaciones de áreas de drenaje y precipitaciones intermedias. La ubicación de los sitios de presa con relación a las estaciones fluviométricas se indican en la Lámina N° HS/IA-442-HM-070.

Se realizaron estos estudios con el objeto de determinar los volúmenes de embalse necesarios para regular caudales medios mensuales para el período considerado de 28 años. Como las series estudiadas son series mensuales, las relaciones definidas entre caudal regulado y volumen necesario para la regulación no consideran la regulación de pequeños embalses (regulación diaria o mensual). Tampoco hay consideraciones sobre el grado de regulación de períodos mayores que un mes (estacional o anual) ya que dichas relaciones definidas se refieren a las condiciones efectivas ocurridas en el período de 28 años. Se adoptó este procedimiento teniendo en cuenta la necesidad de informaciones sobre las condiciones de regulación para los vasos disponibles en los sitios de presa estudiados sin considerar las condiciones de operación de las respectivas plantas eléctricas.

Se analizaron los patrones medios mensuales, las curvas de duración general, las curvas diferenciales acumuladas de caudales referidos al módulo y las curvas de regulación.

Esta última (curva de regulación) es la relación entre caudales regulados y volúmenes necesarios para regular esos caudales. El método de determinación de tal curva está basado en la identificación de los períodos más secos del período completo considerado (trabajo cumplido por la computadora HP-9810 A). Para cada período seco está establecida la relación

ANEXO I - HIDROLOGIA

$$V = nQ_R - \sum_{i=1}^n Q_i$$

donde:

V = volumen necesario para regular dicho caudal en el período seco considerado

n = número de meses del período seco

Q_R = caudal a regularse

$\sum_{i=1}^n Q_i$ = suma de los caudales del período seco considerado

La curva de regulación puede ser indicada como:

$$\text{Max } [V] = \text{Max } \left[n Q_R - \sum_{i=1}^n Q_i \right]$$

o sea, es el conjunto de segmentos de recta (cada segmento definido por un período seco) para lo cual el volumen necesario es máximo en el período completo de caudales mensuales.

Las Láminas Nos. HS/IA-442-HM-050 hasta 055 presentan las características de variación y regulación de caudales medios mensuales donde se ha dibujado para todos los sitios de presa estudiados:

- . Relación Garantías versus capacidades de embalse para diferentes caudales regulados
- . Curva de regulación.
- . Curva de duración general de caudales.
- . Distribución mensual de caudales.

Del análisis de estos gráficos se puede destacar observaciones importantes sobre la cuenca.

En las curvas de duración general, se nota que para todas las estaciones, caudales mayores que el promedio del período presentan una frecuencia alrededor de 44%, lo que indica una distribución regular de las precipitaciones medias mensuales sobre la cuenca.

En las curvas de regulación de 100% de garantía, los puntos de inflexión caen en valores de caudales regulados de alrededor del 90% del valor del caudal medio para volúmenes de embalse alrededor de 2.7 veces el volumen medio mensual. Esto significa una ventaja de poder alcanzar altos grados de regulación con embalses relativamente pequeños en toda la cuenca.

5.2 ANALISIS DE GARANTIAS DE REGULACION

Para conseguir las curvas de regulación para otras garantías de funcionamiento se elaboró un modelo simplificado de Operación de Embalses con valores mensuales de caudal para el período de 28 años y sin considerar las pérdidas de evaporación que generalmente

son inferiores al 1% ni tampoco se consideró la lluvia precipitada sobre el embalse, etc.

El cálculo se ha efectuado en computador HP-9310 para varios caudales regulados y varias capacidades de embalses con todas las posibilidades de combinación entre sí. Las fallas registradas en cada operación de los embalses han sido contabilizadas y transformadas a porcentaje y luego a la Ley de Probabilidades de Gauss.

Se han dibujado las curvas de regulación que tiene la garantía del 90% y del 98% como se muestra en las Láminas Nos. HS/IA-442-HM-050 hasta 055, las mismas que ya fueron indicadas anteriormente.

5.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los estudios de regulación fueron hechos teniéndose en cuenta aprovechamientos aislados y para cada uno las garantías se refieren a la posibilidad de fallas mensuales. Los resultados sirvieron para los análisis y estudios comparativos de alternativas y variantes de los aprovechamientos seleccionados.

Una vez definidos los niveles óptimos de operación y las correspondientes potencias instaladas por el Modelo de Optimizaciones se utilizó un modelo de simulación de operación conjunta de embalses para determinar las producciones energéticas de cada uno de los aprovechamientos.

6. ESTUDIO DE CRECIDAS

6.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Los presentes estudios tuvieron por finalidad la determinación de los hidrogramas de crecidas afluentes a los embalses de las presas que se han considerado para los estudios de prefactibilidad. Los resultados se aplicarán a los análisis de evaluación y diseño de vertederos, cota de coronamiento y para desvío del río durante la ejecución de la obra. Por lo tanto, se determinaron los hidrogramas de crecidas para períodos de retorno de 20, 1000 y 10000 años, para los siguientes sitios de presa:

- . Borja
- . El Chaco
- . Río Oyacachi - desvío hacia el embalse de El Chaco
- . Balsas
- . Salado
- . Malo
- . Codo Sinclair

El pequeño número de pluviógrafos y sus cortos períodos de observación dificultaron los estudios de evaluación de tormentas. Fue necesario utilizar en los análisis registros diarios de precipitaciones de otras estaciones pluviométricas.

ANEXO I - HIDROLOGIA

Las condiciones de relieve accidentado y topografía caracterizada por fuertes pendientes suministra al régimen de crecidas particularidades propias en la cuenca como son, crecidas rápidas con cortos tiempos de desfase del pico y cortos tiempos de bases.

Por otro lado, las constantes precipitaciones mantienen los suelos muy húmedos y por lo tanto propicios a la producción de escurrimiento directo, factor preponderante para la ocurrencia de crecidas.

Las constantes precipitaciones dan a la cuenca otra característica particular, en virtud de la cual, difícilmente suelen ocurrir crecidas producidas por tormentas aisladas. Así, es común encontrar crecidas producidas por tormentas desplazadas un corto período de tiempo y que se sobreponen, resultando por veces dos picos en períodos de tiempo menores que 48 horas.

Es necesario recalcar también que la insuficiente red de pluviómetros ha provocado problemas en la definición del régimen de tormentas, tales como determinación de las distribuciones en el área de las precipitaciones diarias, siendo conveniente hacer futuras revisiones de las relaciones ahora establecidas, cuando se disponga de una colección de datos más amplia y con períodos más largos.

Razones arriba mencionadas hacen del tránsito de avenidas uno de los problemas más delicados de la cuenca del Río Coca.

6.2 DATOS UTILIZADOS

La cuenca dispone de observaciones pluviográficas, o sea, registros horarios de precipitaciones solamente después del año 1974, cuando se instaló la estación pluviográfica de Baeza. Las otras estaciones fueron instaladas en fechas más recientes y son Reventador (1974), Salado (1975) y San Rafael (1975). Además, se contó con los datos del pluviógrafo de Oyacachi a partir de Diciembre de 1.975.

Estos datos fueron analizados y utilizados en los estudios de tormentas, así como también fueron utilizados los registros diarios de precipitación de las estaciones pluviométricas de Papallacta, Cosanga, Oyacachi, Borja, Misión Josefina y El Chaco.

El análisis de crecidas observadas fue hecho con las observaciones limnigráficas de las estaciones de Baeza, Cosanga A.J. Quijos, Oyacachi A.J. Quijos, Quijos D.J. Oyacachi y San Rafael. Sin embargo, se analizaron detalladamente las crecidas a partir del año 1972, cuando ya se contaba con observaciones limnigráficas en todas las estaciones mencionadas.

Los análisis de determinación de las relaciones entre precipitaciones y escurrimiento directo, así como la evaluación de hidrogramas unitarios, consideraron crecidas registradas a partir del año 1974, año en que empezaron los registros pluviográficos en la cuenca.

6.3 METODOLOGIA

La metodología adoptada en el estudio siguió los pasos que se describen a continuación:

1. Análisis de las crecidas observadas
2. Análisis de las tormentas observadas. Distribución de precipitaciones en el tiempo y en el área.
3. Evaluación de las condiciones de retención y relaciones precipitación total - escurrimiento directo.
4. Determinación de los hidrogramas unitarios de las estaciones fluviométricas en base a los datos de tormentas y caudales de crecidas observadas.
5. Transposición de los hidrogramas unitarios para los sitios de presa.
6. Análisis de extrapolación estadística de precipitaciones diarias y distribución en el tiempo - Determinación de las tormentas para diseño
7. Cálculo de las crecidas de diseño para los sitios de presa.

La metodología y los criterios adoptados en cada uno de los pasos descritos anteriormente, son presentados a continuación, en conformidad con la descripción de los trabajos efectuados para la determinación de las crecidas.

6.4 ANALISIS DE LAS CRECIDAS OBSERVADAS

Para la verificación de los datos observados y la mejor comprensión del proceso general de propagación de crecidas en la cuenca, se hizo un análisis completo de las crecidas ocurridas en el período 1972-1976 cuando se contaba con datos de limnógrafos en las estaciones del Río Quijos y sus afluentes Cosanga, Oyacachi, Sardinas y Borja.

Aunque en algunas crecidas ha ocurrido que algunas estaciones estuvieran paralizadas, fue posible seleccionar las crecidas más significativas de cada año y para esas crecidas se hizo el análisis detallado.

Inicialmente, se analizaron los volúmenes de cada afluente comparándolos con los volúmenes observados en las estaciones del Río Quijos.

ANEXO I. - HIDROLOGIA

En el Cuadro N° I.6.1 se presenta un resumen de las crecidas estudiadas con los valores, en cada estación, de los volúmenes máximos ocurridos en 3 días. Se analizaron las crecidas del año 1976. Dicho cuadro no presenta crecidas de este año, porque el análisis sirvió para definición de los hidrogramas unitarios que serán descritos posteriormente.

A continuación se analizaron los hidrogramas observados y se hizo la composición de las crecidas registradas en Baeza, Cosanga A.J. Quijos y Oyacachi A.J. Quijos y se las comparó con la crecida de Quijos D.J. Oyacachi, de Julio de 1974, la más importante en todo el período de observaciones. Se realizó la composición considerando el mismo origen de tiempo para los hidrogramas de Baeza y Cosanga que han sido sumados al hidrograma de Oyacachi A.J. Quijos desplazado de 3 horas con relación al origen de los anteriores. El resultado se ilustra en la Lámina N° HS/IA-442-HM-033.

El análisis se siguió con el estudio de las crecidas individuales aisladas que son crecidas separadas del conjunto observado, como si fuera producida por una única lluvia. La Lámina N° HS/IA-442-HM-034 presenta las crecidas de Julio de 1974 y las respectivas crecidas aisladas de las estaciones estudiadas.

En el Cuadro N° I.6.2 se presenta un resumen del análisis de los volúmenes de las respectivas crecidas aisladas.

CUADRO N° 1.6.1

ANALISIS DE LOS VOLUMENES DE CRECIDAS MAXIMAS DE 3 DIAS OBSERVADAS EN LA CUENCA

Estaciones	Area de Drenaje		Julio 1972		Julio 1973		Julio 1974		Agosto 1975	
	km ²	% de DJ Oyacachi	10 ⁶ m ³	% de DJ Oyacachi	10 ⁶ m ³	% de DJ Oyacachi	10 ⁶ m ³	% de DJ Oyacachi	10 ⁶ m ³	% de DJ Oyacachi
Río Cosanga A.J. Quijos	469	18.7	48	22.6	43	26.9	87	26.0	45	24.0
Río Quijos Baeza	904	36.1	56	26.4	35	21.9	94	28.1	54	29.5
Río Oyacachi A.J. Quijos	709	28.3	62	29.2	55	34.4	76	22.8	49	26.6
Río Sardinas A.J. Quijos	93	3.7	12	5.6	5.7	3.6	12	3.6	5	2.9
Río Borja A.J. Quijos	96	3.8	8	3.6	6.0	3.8	.		10	5.0
SUMA	2.271	90.7	186	87.7	144,7	90.6			163	89.
Río Quijos D.J. Oyacachi	2.503	100	212	100	160	100	334	100	183	100

CUADRO N° I.6.2

ANALISIS DE LOS VOLUMENES DE LAS CRECIDAS AISLADAS

ESTACION	Septiembre 1972		Julio 1973		Julio 1974		Agosto 1975	
	10^6 m^3	% de DJ Oyacachi	10^6 m^3	% de DJ Oyacachi	10^6 m^3	% de DJ Oyacachi	10^6 m^3	% de DJ Oyacachi
Río Cosanga A.J. Quijos	32	25.6	30	35.3	63	27.3	30	28.3
Río Quijos Baeza	23	18.4	17	20.0	53	22.9	28	26.4
Río Oyacachi A.J. Quijos	22	17.6	20	23.5	36	15.6	25	23.6
SUMA	77	61.6	67	78.8	152	65.8	83	78.3
Río Quijos D.J. Oyacachi	125	100	85	100	231	100	106	100

El análisis de los volúmenes de crecidas indicó que existen relaciones entre los volúmenes de los diferentes ríos pertenecientes a la cuenca. La existencia de esas relaciones fue comprobada con correlaciones de volúmenes de crecida entre las siguientes estaciones:

- . Río Cosanga en A.J. Quijos y río Quijos en Baeza.
- . Río Oyacachi en A.J. Quijos y Río Quijos en Baeza.
- . Río Quijos en D.J. Oyacachi y Río Coca en San Rafael.

Estas correlaciones fueron dibujadas en papel bi-logarítmico y están presentadas en las Láminas Nos. HS/IA-442-HM-035, 036 y 037.

6.5 ANALISIS DE LAS TORMENTAS OBSERVADAS

Se analizaron los datos de pluviógrafos disponibles en la cuenca, o sea, a partir del año 1.974.

El criterio de selección de las tormentas analizadas fue escoger las más intensas que tuvieron relación con caudales registrados en las estaciones pluviográficas.

Por lo tanto, los datos del año 1.976 fueron importantes ya que se contó con una cantidad mayor de observaciones de todas estaciones pluviográficas.

ANEXO I - HIDROLOGIA

En la Lámina N° HS/IA-442-HM-056 se presentan algunas tormentas analizadas.

Como conclusión, se debe decir que las tormentas de la cuenca presentan características especiales.

Por un lado, pocos son los registros de tormentas aisladas con duración menores que 6 horas de la estación de Baeza. Para la estación de Salado, aunque sea más frecuente registros de precipitaciones menores que 6 horas, estas no significan lluvias intensas, siendo que las más intensas ocurren en períodos más grandes.

Por otro lado, tampoco son frecuentes tormentas con duración más grande que 24 horas. Además, las lluvias con duración alrededor de 24 horas, presentan aproximadamente 80% de su precipitación total ocurrida en períodos entre 9 a 12 horas.

Tales constataciones llevan a la conclusión que la mayoría de las tormentas de la cuenca ocurren con duraciones entre 9 y 18 horas aproximadamente.

Con base a las tormentas escogidas y analizadas, se estableció una curva "S" de distribución de precipitación en el tiempo. Tal

curva fue determinada, además de una forma media, de manera que, considerada la máxima precipitación para el período de 16 horas, las otras precipitaciones de duraciones más pequeñas estuvieran abarcadas en los períodos de la curva donde la precipitación es más intensa. Esta curva esta presentada en la Lámina N° HS/IA-442-HM-055, ya mencionada.

A continuación, se analizaron las distribuciones de precipitaciones diarias sobre la cuenca. Vale recalcar que en este proyecto las estaciones pluviométricas existentes no cubren convenientemente la cuenca. Es decir que aunque los datos disponibles suministren informaciones útiles, estas no poseen la exactitud y extensión deseables para la perfecta definición de las distribuciones de tormentas a lo largo de la cuenca.

El análisis indicó la ocurrencia más frecuente de epicentros en la región sud-oriental de la cuenca, o sea, las subcuencas del lado derecho del río Quijos-Coca y sobre su curso principal.

Aunque en las otras regiones no presenten la misma frecuencia de epicentros, no significa que las precipitaciones ocurridas sean de menor importancia para el estudio de crecidas. Parece haber una relación entre las precipitaciones diarias máximas y la altitud, determinando valores diarios menores en el páramo cuando son comparados

con el valle del río. Sin embargo, los datos disponibles no permiten asegurar que la relación se mantiene para duraciones menores.

Se escogieron algunas tormentas diarias, para las cuales se trazaron curvas aproximadas de isoyetas en la cuenca. Luego se trazaron curvas en relación precipitación puntual-precipitación en el área para estas tormentas diarias.

La Lámina HS/IA-442-HM-057 presenta dichas curvas, además de otras que han sido determinadas para otras regiones. En base a estas curvas, se graficó la relación media de precipitación punto-área, la cual se adoptó para los estudios de distribución de precipitación en el área para la cuenca del Río Quijos-Coca.

El análisis ha indicado también, que la estación pluviométrica Borja Misión Josefina, es la de largo período que mejor representa las condiciones de epicentros de tormentas de la cuenca, razón por la cual dicha estación ha sido considerada básica en los estudios de precipitaciones diarias.

6.6 RETENCION

Para los estudios de crecidas, se debe establecer relaciones entre

lluvia efectiva y escurrimiento directo, o sea relaciones para las cantidades que producen escurrimiento sobre la superficie del suelo y de la vegetación, llegando al cauce del río por medio de este movimiento superficial.

Por lo tanto, estas relaciones deben referirse a las fracciones de la precipitación total que producen escurrimiento directo, bajo determinadas condiciones anteriores a la ocurrencia de dicha precipitación con relación a la humedad del suelo. Tal relación deberá representar condiciones de retención e infiltración de la cuenca.

El método para evaluación de la retención e infiltración de la cuenca adoptado, fue el método recomendado en la publicación "Design of Small Dams - Appendix 4" que establece para volúmenes totales de precipitación y escurrimiento directo, la siguiente relación:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

donde:

P = precipitación acumulada sobre la cuenca para una determinada tormenta.

Q = Volúmen de escurrimiento directo producido por tal tormenta

S = Diferencia potencial entre precipitación y escurrimiento directo al comienzo de la lluvia

La expresión es dimensionalmente homogénea por lo cual se la puede aplicar para cualquier unidad de volumen, siendo más usuales pulgadas o milímetros sobre la cuenca.

La relación asume que las condiciones anteriores de humedad del suelo son normales para la cuenca. La variable S depende del tipo del suelo y cobertura vegetal. Según dicho método, se puede definir otra variable llamada "Número de Curva" (CN-Curve Number) a partir de la relación.

$$CN = \frac{1\ 000}{10 + \frac{S}{25.4}}$$

donde:

S = en milímetros

CN ≤ 100

Este valor CN representa el índice de relación entre la precipitación total y el escurrimiento directo. Así, es posible determinar el valor de S y del Número de Curva para una crecida, a partir de los valores de precipitación total y escurrimiento directo. Este último valor puede ser estimado aislándose en el hidrograma la parte del caudal básico. Esta estimación es aproximada y debe ser efectuada por tanteos y con criterio para que no se introduzcan errores que puedan perjudicar las relaciones del escurrimiento directo con la precipitación total ocurrida durante la tormenta.

ANEXO I - HIDROLOGIA

Tal procedimiento fue ejecutado para algunas tormentas y crecidas registradas en las estaciones cuando se determinaron para cada crecida el correspondiente valor de S y CN. El Cuadro N° 1.6.3 presenta un resumen de los resultados obtenidos para el Número de Curva.

CUADRO N° 1.6.3

VALORES DEL "NUMERO DE CURVA" OBTENIDOS PARA
LAS CRECIDAS ANALIZADAS

ESTACION	CRECIDA ANALIZADA				
	JULIO 1974	JULIO 1975	AGOSTO 1975	JUNIO 1976	JULIO 1976
QUIJOS EN BAEZA	88	88	90	90	-
COSANGA EN A.J.QUIJOS	-	90	92	90	88
QUIJOS EN D.J.OYACACHI	95	-	93	87	-
COCA EN SAN RAFAEL	95	-	92	97	-

En base a estos resultados se adoptó el número de curva 90 para el cálculo de las crecidas de diseño en los sitios de presa.

Vale recalcar que las precipitaciones efectivas de cada crecida

fueron calculadas con los valores de S y CN determinados para la propia crecida.

6.7 DETERMINACION DE LOS HIDROGRAMAS UNITARIOS

6.7.1 Método del Hidrograma Unitario

El concepto básico del método está en el hecho de considerar que entre la precipitación efectiva y el escurrimiento directo existe una relación de linealidad, o sea, que una crecida producida por determinada tormenta es resultado de la sumatoria de pequeñas crecidas generadas por partes de esta tormenta, y además, que cada pequeña crecida es proporcional a la correspondiente parte de la tormenta que le ha producido.

Metodológicamente, se define al hidrograma unitario de una cuenca o el hidrograma producido por una precipitación unitaria (1 pulgada, 1 milímetro etc) y que ocurra en un intervalo de tiempo suficientemente corto para que tal precipitación sea considerada uniforme sobre la cuenca.

En consecuencia de tal definición se concluye que el hidrograma unitario depende de la duración considerada (1 hora, 2 horas, 1 día etc).

Además, para que tal hidrograma ocurra físicamente, hay que garantizar que dicha precipitación sea aislada.

El proceso usual de determinación del hidrograma unitario está basado en la definición, o sea, buscar en el período completo de observaciones una tormenta que atienda los requisitos de la definición y adoptar el hidrograma correspondiente.

Sin embargo, para la cuenca del Río Coca, los hidrogramas unitarios deberían referirse a precipitaciones alrededor de 3 y 4 horas de duración, y las observaciones de los pluviógrafos indican que no hay tormentas aisladas con esta duración, sino con duraciones más grandes.

Así, la determinación del hidrograma unitario debe seguir un proceso que no depende de tormentas aisladas, o sea, un proceso que permite derivar hidrogramas unitarios aún con tormentas de duración más grandes que 9 horas.

6.7.2 La Técnica de Identificación.

Sea la configuración matemática matricial del método del hidrograma unitario

ANEXO I - HIDROLOGIA

$$\begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ \vdots \\ p_m \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} h_1 & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots \\ h_2 & h_1 & 0 & 0 & \dots & \dots \\ & h_2 & h_1 & 0 & \dots & \dots \\ & & h_2 & h_1 & \dots & \dots \\ h_s & & & h_2 & \dots & \dots \\ 0 & h_s & & & \dots & \dots \\ 0 & 0 & h_s & & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

donde:

$q_1 \quad q_2 \quad \dots \quad q_n$ = caudales de escurrimiento directo de crecida
medios en los intervalos Δt

$p_1 \quad p_2 \quad \dots \quad p_m$ = precipitaciones efectivas de los intervalos Δt

$h_1 \quad h_2 \quad \dots \quad h_s$ = ordenadas del hidrograma unitario de duración Δt

observación - los valores q_i y p_i en las mismas unidades por ejemplo en milímetros sobre la cuenca

De la multiplicación de las matrices de arriba resulta un sistema de ecuaciones siguiente:

$$q_1 = p_1 h_1$$

$$q_2 = p_2 h_1 + p_1 h_2$$

$$q_3 = p_3 h_1 + p_2 h_2 + p_1 h_3$$

.....

$$q_n = \dots \dots \dots p_m h_s$$

Si son conocidos los caudales q_i y las precipitaciones p_i , se tiene un sistema de n ecuaciones y s incógnitas que son los valores de las ordenadas del hidrograma unitario. Como $n > s$, el sistema no está determinado y resolverlo significa buscar el conjunto de valores h_i que mejor se ajusta a las ecuaciones planteadas.

La primera técnica que se puede plantear es el método de mínimos cuadrados. Sin embargo, este método presenta una desventaja en lo referente al carácter puramente matemático de la solución. Es decir que como los datos de caudales y precipitaciones están afectados por imprecisiones propias, además de otras resultantes del proceso, tales como errores en la evaluación exacta del caudal básico, la solución matemática es más sensible, y puede producir valores del hidrograma unitario físicamente incompatibles, por ejemplo como resultar ordenadas negativas, lo que no se justifica tras la definición del Hidrograma Unitario.

El proceso de identificación más adecuado en este caso es el método de aproximaciones sucesivas.

La técnica adoptada para resolver el sistema por aproximaciones sucesivas se presenta según se describe paso a paso a continuación.

1. Se adopta un hidrograma unitario inicial
2. Por medio de los datos de precipitación efectiva se calcula la crecida generada.
3. Se calcula la sumatoria de las desviaciones cuadráticas entre la crecida y generada y la observada.
4. Se altera convenientemente la primera ordenada del hidrograma unitario.
5. Por medio de los datos de precipitación se calcula la nueva crecida generada.
6. Se calcula la nueva sumatoria de las desviaciones cuadráticas.
7. La nueva sumatoria de las desviaciones es comparada con la anterior.
8. Si la nueva sumatoria de desviaciones es menor que la anterior, se pasa para la siguiente ordenada y se repite el procedimiento.
9. Si es mayor que la anterior, asume el valor inicial para esta ordenada, se pasa para la siguiente y se repite el procedimiento.
10. Se desarrolla el proceso hasta la última ordenada, luego regresando a la primera y se repite el procedimiento.

El proceso se repite hasta que los cambios en las ordenadas no produzcan cambios sensibles en las sumatorias de desviaciones.

Se preparó un programa para la calculadora HP-9810 A para ejecutar el proceso de aproximaciones sucesivas

6.7.3 Selección de las duraciones del Hidrograma Unitario

Para escoger las duraciones de los hidrogramas unitarios es necesario definir las duraciones de las precipitaciones críticas para cada sub-cuenca formada por cierre en la respectiva estación fluviométrica.

Las condiciones de precipitación son críticas cuando tal precipitación tiene duración igual a poco mayor que el tiempo de concentración de la cuenca.

Sin embargo, la determinación del tiempo de concentración de la cuenca debe ser hecha por medio de fórmulas empíricas que por si mismas, no representan las condiciones específicas de la cuenca.

Por lo tanto, los valores del tiempo de concentración deben ser considerados solamente como indicativos y la escogida de la duración crítica debe ser conservativa en relación a la distribución en el tiempo de la tormenta representativa definida en el acápite 5. Es decir que se debe adoptar la duración crítica poco mayor que el correspondiente tiempo de concentración y asumir como

ANEXO I - HIDROLOGIA

distribución de la precipitación la parte que abarque los períodos de precipitación más intensa.

El cuadro siguiente presenta valores de tiempos de pico y tiempos de concentración de las estaciones para fórmulas empíricas conocidas y las respectivas duraciones críticas adoptadas.

CUADRO Nº 1.6.4
PARÁMETROS DEL HIDROGRAMA

ESTACION	TIEMPO DE RETARDO SEGUN LINSLEY, PAULHUS, KOHLER (HORAS)	TIEMPO DE CON CENTRACION SEGUN GIANDOTTI (HORAS)	TIEMPO DE CON CENTRACION SEGUN KIRPICH (HORAS)	DURACION CRITICA ADOPTADA (HORAS)
Quijos en Baeza	8.9	5.2	4.5	9
Cosanga en A.J. Quijos	6.7	4.9	3.9	9
Oyacachi en A.J. Quijos	10.0	6.1	5.7	9
Quijos en D.J. Oyacachi	11.5	8.1	7.3	12
Coca en San Rafael	20.0	11.0	14.3	16

NOTA: Los tiempos de concentración son inferiores a los tiempos de retardo debido a la imprecisión de las fórmulas empíricas. Por esta razón se adoptaron duraciones críticas de la misma magnitud de los tiempos de retardo.

Las técnicas recomiendan escoger hidrogramas unitarios para precipitaciones con duraciones entre $1/3$ y $1/4$ de la duración crítica de precipitaciones.

Según este criterio se establecieron las unidades de tiempo de los hidrogramas unitarios.

Río Quijos en Baeza	- 3 horas
Río Cosanga en A.J. Quijos	- 3 horas
Río Oyacachi en A. J. Quijos	- 3 horas
Río Quijos en D.J. Oyacachi	- 3 horas
Río Coca en San Rafael	- 4 horas

6.7.4. Procedimiento de aplicación del método.

Inicialmente se escogieron crecidas donde hay registros para la estación de Baeza y otras pluviométricas, así como los hidrogramas de las estaciones fluyiométricas.

Las precipitaciones horarias siempre fueron asumidas teniendo por base la estación de Baeza. Las precipitaciones diarias registradas en las estaciones pluviométricas fueron consideradas con la distribución horaria de Baeza, según la cuenca considerada:

ANEXO I. - HIDROLOGIA

- . Río Quijos en Baeza: estación pluviográfica de Baeza y precipitaciones diarias de Papallacta
- . Río Cosanga en A.J. Quijos: precipitación registrada en Cosanga, con la distribución horaria de la estación de Baeza.
- . Río Quijos en D.J. Oyacachi: precipitación horaria de Baeza y precipitaciones diarias de Papallacta, Cosanga, Borja y Oyacachi.
- . Río Coca en San Rafael: precipitaciones horarias de Baeza y Salado, más precipitaciones diarias de Papallacta, Cosanga, Borja y Oyacachi.

Así, para cada tormenta y para cada estación fluviométrica se definieron series de precipitaciones horarias sobre la cuenca correspondiente.

Para cada estación fluviométrica, tales precipitaciones fueron totalizadas en períodos de tiempo correspondientes a la unidad de tiempo del respectivo hidrograma unitario, o sea, 3 horas para Baeza, Cosanga y D.J. Oyacachi, y 4 horas para San Rafael.

Con respecto a los datos de caudales, se graficaron las respectivas crecidas, luego aislándose el caudal básico. Se obtuvieron de esta manera las crecidas de escurrimiento directo que fueron promediadas en períodos también correspondientes al respectivo hidrograma unitario de la cuenca considerada.

ANEXO I - HIDROLOGIA

Con los valores de la precipitación total y el volúmen total de escurrimiento directo, se sacaron los valores de retención (S y Número de Curva) conforme se describe en el capítulo 6, y luego se determinaron las precipitaciones efectivas, con las cuales se aplicó la técnica de aproximaciones sucesivas, anteriormente descrita, para determinación de los respectivos hidrogramas unitarios.

6.7.5 Hidrogramas unitarios de las estaciones

Los hidrogramas unitarios calculados para las estaciones hidrológicas consideradas se presentan en el Cuadro N° 1.6.5.

CUADRO N° 1.6.5

COORDENADAS DE LOS HIDROGRAMAS UNITARIOS DE LAS ESTACIONES

Estación	QUIJOS BAEZA			COSANGA A.J.QUIJOS			QUIJOS D.J.OYACACHI			COCA SAN RAFAEL	
Unidad del H.U.	3 HORAS			3 HORAS			3 HORAS			4 HORAS	
Crecida	JULIO 1975	AGOSTO 1975	JUNIO 1976	JULIO 1975	AGOSTO 1975	JUNIO 1976	JULIO 1976	AGOSTO 1975	JUNIO 1976	AGOSTO 1975	JUNIO 1976
HIDROGRAMA UNITARIO RESULTANTE	0.34	0.07	0.07	0.11	0.06	0.14	0.16	0.06	0.21	0.12	0.12
	0.21	0.21	0.34	0.45	0.40	0.45	0.36	0.15	0.35	0.13	0.51
	0.14	0.40	0.28	0.25	0.23	0.17	0.24	0.25	0.18	0.34	0.18
	0.17	0.14	0.14	0.11	0.11	0.14	0.14	0.24	0.10	0.16	0.13
	0.10	0.10	0.16	0.07	0.08	0.10	0.08	0.14	0.07	0.10	0.06
	0.04	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.02	0.09	0.06	0.11	0.00
								0.07	0.03		

ANEXO I - HIDROLOGIA

En base a estos resultados, se determinaron los hidrogramas unitarios promedios para cada estación.

Para la estación del Río Oyacachi, A.J. Quijos, debido a la corta disponibilidad de datos pluviográficos, se derivó el hidrograma unitario con base a la crecida observada el 22 de Febrero de 1977 la única que presentó concordancia entre la tormenta registrada en la estación pluviográfica de Oyacachi y la correspondiente crecida de la estación pluviográfica

El Cuadro N° I.6.6 presenta los hidrogramas unitarios determinados para cada estación estudiada cuyas curvas se indican en la Lámina N° HS/IA-442-HM-073.

CUADRO N° I.6.6
COORDENADAS DEL HIDROGRAMA UNITARIO ADOPTADO

ESTACION	BAEZA	COSANGA	OYACACHI A.J.Quijos	QUIJOS D.J.Oyaca.	COCA San Rafael
Unidad de Tiempo del H.U.	3 Horas	3 Horas	3 Horas	3 Horas	4 Horas
HIDROGRAMA UNITARIO ADOPTADO	0.15	0.12	0.15	0.11	0.12
	0.40	0.42	0.30	0.30	0.38
	0.22	0.24	0.28	0.25	0.25
	0.13	0.13	0.15	0.15	0.14
	0.08	0.08	0.08	0.10	0.08
	0.02	0.01	0.04	0.05	0.03
				0.03	

Para verificación de los hidrogramas unitarios determinados se calcularon las crecidas de Julio de 1.974 para las estaciones de Baeza, Quijos D.J. Oyacachi y Coca en San Rafael, las cuales fueron comparadas con las crecidas observadas, tomadas en intervalos correspondientes a los intervalos del hidrograma unitario. Las crecidas generadas y observadas están presentadas en las láminas Nos. HS/IA-442-HM-059 hasta HM-061

Esta crecida de 1974 no fue utilizada en la determinación del hidrograma unitario y ha sido escogida para verificación por haber sido la crecida de valores más altos del período de observación. El ajuste con crecidas observadas enseña el buen comportamiento de los hidrogramas unitarios determinados.

6.7.6 Hidrogramas Unitarios para los Sitios de Presa

Con base a los hidrogramas unitarios de las estaciones, se derivaron los hidrogramas unitarios de los sitios de presa. El criterio adoptado fue:

- . Para presa de Borja - promedio entre los hidrogramas unitarios de Baeza, Cosanga y D.J.Oyacachi.
- . Para presa de El Chaco - Promedio entre los hidrogramas de Borja y D.J. Oyacachi
- . Para presa de Balsas - hidrograma unitario de D.J. Oyacachi.

ANEXO I - HIDROLOGIA

Para presas de Malo y Salado - hidrograma unitario de San Rafael.

El Cuadro Nº I.6.7 presenta los hidrogramas unitarios determinados para los sitios de presa.

CUADRO Nº I.6.7

COORDENADAS DEL HIDROGRAMA UNITARIO DE SITIOS DE PRESA

SITIO DE PRESA	BORJA	EL CHACO	OYACACHI (DESVIO)	BALSAS	SALADO	MALO
Unidad del H.U.	3 Horas	3 Horas	3 Horas	3 Horas	4 Horas	4 Ho-
HIDROGRAMA UNITARIO ADOPTADO	0.13	0.12	0.15	0.11	0.12	0.12
	0.37	0.34	0.30	0.30	0.38	0.33
	0.24	0.24	0.28	0.25	0.25	0.25
	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14
	0.09	0.09	0.08	0.10	0.08	0.08
	0.03	0.04	0.04	0.06	0.03	0.03
		0.02		0.03		

6.8 EXTRAPOLACION ESTADISTICA DE PRECIPITACIONES DIARIAS

Se analizaron los datos de Chalpi, Papallacta y Borja, Misión Josefina, estaciones pluviométricas que presentan registros de precipitaciones diarias más largas en la cuenca.

Luego se definieron las series de precipitaciones diarias máximas anuales para las tres estaciones.

Se hizo un estudio de extrapolación estadística por el método de distribución probabilística log-normal y adoptándose la posición de Hazen, lo que resultó un ajuste satisfactorio.

Se graficaron tales series en papel de probabilidades log-normal, que se presenta en la Lámina N° HS/IA-442-HM-058.

Se obtuvieron valores para diferentes probabilidades de las precipitaciones diarias que fueron multiplicadas por el coeficiente estadístico 1,13 para la determinación de las correspondientes precipitaciones de 24 horas. El coeficiente estadístico 1,13 es la relación entre la precipitación máxima de 24 horas y la precipitación máxima de un día cuyo valor teórico es de 1,14.

Para las áreas de drenaje de los aprovechamientos, Borja, El Chaco, Balsas, Malo y Salado, se adoptó los resultados de las estaciones de Borja como representativos de las tormentas de las cuencas.

El Cuadro N° I.6.8 presenta los valores de precipitaciones máximas de 24 horas para diferentes períodos de retorno.

Como tales resultados representan las precipitaciones puntuales, la determinación de las respectivas precipitaciones sobre las

áreas de drenaje se hizo con la relación precipitación puntual-precipitación en el área, definida en el acápite 5.

CUADRO Nº 1.6.8

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS PARA ESTACION DE BORJA-MISION JOSEFINA

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	20	1000	10000
PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (m.m.)	153	277	360

6.9 CALCULO DE CRECIDAS PARA LOS SITIOS DE PRESA

Finalmente, se calcularon las crecidas para los sitios de presa, por el método del hidrograma unitario. (Cuadro Nº 1.6.9)

Los Cuadros Nos. 1.6.9 a 1.6.14 presentan las maneras de cálculo, con los elementos básicos utilizados en la determinación de las crecidas. Las crecidas fueron graficadas y están presentadas en

CUADRO Nº I.6.9

GENERACION DE CRECIDAS

(Datos para procesamiento - sistema HP 9800)

ESTACION O SITIO: SITIO DE PRESA BORJA

AREA DE DRENAJE: 1440 Km²

DURACION DE LA TORMENTA: 24 Horas

PROBABILIDAD DE PRECIPITACION DE: BORJA

DISTRIBUCION EN AREA: 0,697

PRECIPITACION EN EL AREA: 106,6 (20 años)

193,1 (1.000 a.)

250,9 (10.000 a.)

T(AÑOS) P(mm)

20 153

1.000 277

10.000 360

DISTRIBUCION EN EL TIEMPO:

HORA	%	20 a ñ o s			1.000 a ñ o s			10.000 a ñ o s		
		PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)	PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)	PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)
* 1	0	0	0	9,1	0	0	16,4	0	0	21,4
* 4	17	18,1	18,1	38,4	32,8	32,8	69,5	42,7	42,7	90,3
* 7	72	76,8	58,7	37,9	139,0	106,2	68,6	180,6	137,9	89,1
* 10	88	93,8	17,0	8,5	169,9	39,9	15,5	220,8	40,2	20,1

HIDROGRAMA UNITARIO
DE 3 HORAS

* 0,13

* 0,37

* 0,24

* 0,14

* 0,09

* 0,03

CAUDAL BASICO ADOPTADO DEL AÑO 1976

NC = 90

I = 4

FB1 = 436

FB2 = 470

T (años)	Q _{máx} (m ³ /s)	V _{total} (x 10 ⁶ m ³)
20	3050	145
1.000	5810	250
10.000	7670	322

CUADRO N° 1.6.10

GENERACION DE CRECIDAS

(Datos para procesamiento - sistema HP 9800)

ESTACION O SITIO: SITIO DE PRESA EL CHACO

AREA DE DRENAJE: 1730 Km²

DURACION DE LA TORMENTA: 24 Horas

PROBABILIDAD DE PRECIPITACION DE: BORJA

		T(AÑOS)	P(mm)
DISTRIBUCION EN AREA:	0,662	20	153
PRECIPITACION EN EL AREA:	101,3 (20 años)	1.000	277
	183,4 (1.000 a.)	10.000	360
	238,3 (10.000 a.)		

DISTRIBUCION EN EL TIEMPO:

HORA	%	20 a ñ o s			1.000 a ñ o s			10.000 a ñ o s		
		PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)	PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)	PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)
* 1	0	0	0		0	0		0	0	
* 4	17	17,2	17,2	8,6	31,2	31,2	15,6	40,5	40,5	20,3
* 7	72	72,9	55,7	36,5	132,0	100,8	66,0	171,6	131,1	85,8
* 10	88	89,1	16,2	36,0	161,4	29,4	65,1	209,7	38,1	84,6
				8,1			14,7			19,1

HIDROGRAMA UNITARIO
DE 3 HORAS

*	0,12
*	0,34
*	0,24
*	0,15
*	0,09
*	0,04
*	0,02

CAUDAL BASICO ADOPTADO DEL AÑO 1976

NC = 90

I = 4

FB1 = 436

FB2 = 470

T (años)	Q _{máx} (m ³ /s)	V _{total} (x 10 ⁶ m ³)
20	3.200	161
1.000	6.190	281
10.000	8.220	363

CUADRO N° 1.6.11

GENERACION DE CRECIDAS

(Datos para procesamiento - sistema HP 9800)

ESTACION O SITIO: SITIO DE PRESA BALSAS

AREA DE DRENAJE: 2570 Km²

DURACION DE LA TORMENTA: 24 Horas

PROBABILIDAD DE PRECIPITACION DE: BORJA

DISTRIBUCION EN AREA: 0,575

PRECIPITACION EN EL AREA: 88,0 (20 años)

159,3 (1.000 a.)

207,0 (10.000 a.)

T(AÑOS) P(mm)

20 153

1.000 277

10.000 360

DISTRIBUCION EN EL TIEMPO:

HORA	%	20 a ñ o s			1.000 a ñ o s			10.000 a ñ o s		
		PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)	PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)	PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)
* 1	0	0	0		0	0		0	0	
* 4	17	15,0	15,0	7,5	27,1	27,1	13,6	35,2	35,2	17,6
* 7	72	63,4	48,4	31,7	114,7	87,6	57,4	149,0	113,8	74,5
* 10	88	77,4	14,0	31,2	140,2	25,5	56,6	182,2	33,2	73,5
* 13	96	84,5	7,1	10,6	152,9	12,7	19,1	198,7	16,5	24,9
				3,6			6,4			8,3

HIDROGRAMA UNITARIO
DE 3 HORAS

- * 0,11
- * 0,30
- * 0,25
- * 0,15
- * 0,10
- * 0,06
- * 0,03

CAUDAL BASICO ADOPTADO DEL AÑO

NC = 90

I = 4

FB1 = 436

FB2 = 470

T (años)	Q _{máx} (m ³ /s)	V _{total} (x 10 ⁶ m ³)
20	3690	208
1.000	7410	376
10.000	9930	491

CUADRO Nº 1.6.12

GENERACION DE CRECIDAS

(Datos para procesamiento - sistema HP 9800)

ESTACION O SITIO: SITIO DE PRESA SALADO

AREA DE DRENAJE: 3770 Km³

DURACION DE LA TORMENTA: 24 Horas

PROBABILIDAD DE PRECIPITACION DE: BORJA

DISTRIBUCION EN AREA: 0,476

-PRECIPITACION EN EL AREA: 72,8 (20 años)
131,9 (1.000 a.)
171,4 (10.000 a.)

T(AÑOS) P(mm)

20 153

1.000 277

10.000 360

DISTRIBUCION EN EL TIEMPO:

HORA	%	20 a ñ o s			1.000 a ñ o s			10.000 a ñ o s		
		PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)	PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)	PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)
* 0	0	0	0	6,9	0	0	12,6	0	0	16,3
* 4	19	13,8	13,8	29,1	25,1	25,1	52,8	32,6	32,6	18,6
* 8	80	58,2	44,4	28,1	105,5	80,4	50,8	137,1	104,5	66,0
* 12	96	69,9	11,7	7,3	126,6	21,1	13,2	164,5	27,4	17,2
* 16	100	72,8	2,9	1,5	131,9	5,3	2,7	171,4	6,9	3,5

HIDROGRAMA UNITARIO
DE 4 HORAS

* 0,12
* 0,38
* 0,25
* 0,14
* 0,08
* 0,03

CAUDAL BASICO ADOPTADO DEL AÑO 1976

NC = 90

I = 4

FB1 = 638

FB2 = 685

T (años)	Q _{máx} (m ³ /s)	V _{total} (x 10 ⁶ m ³)
20	4240	282
1.000	8380	494
10.000	11200	638

CUADRO N° 1.6.13

GENERACION DE CRECIDAS

(Datos para procesamiento - sistema HP 9800)

ESTACION O SITIO: SITIO DE PRESA MALO

AREA DE DRENAJE: 3865 Km²

DURACION DE LA TORMENTA: 24 Horas

PROBABILIDAD DE PRECIPITACION DE: BORJA

DISTRIBUCION EN AREA: 0,470

PRECIPITACION EN EL AREA: 71,9 (20 años)

130,2 (1.000 a.)

169,2 (10.000 a.)

T(AÑOS) P(mm.)

20 153

1.000 277

10.000 360

DISTRIBUCION EN EL TIEMPO:

HORA	%	20 a ñ o s			1.000 a ñ o s			10.000 a ñ o s		
		PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)	PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)	PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)
* 0	0	0	0		0	0		0	0	
* 4	19	13,7	13,7	6,9	24,7	24,7	12,4	32,1	32,1	16,1
* 8	80	57,5	43,8	28,8	104,2	79,5	52,1	135,4	103,3	67,7
* 12	96	69,0	11,5	27,7	125,0	20,8	50,2	162,4	27,0	65,2
* 16	100	71,9	2,9	7,2	130,2	5,2	13,0	169,2	6,8	16,9
				1,5			2,6			3,4

HIDROGRAMA UNITARIO
DE 4 HORAS

* 0,12

* 0,38

* 0,25

* 0,14

* 0,08

* 0,02

CAUDAL BASICO ADOPTADO DEL AÑO 1976

NC = 90

i = 4

FB1 = 638

FB2 = 685

T (años)	Q _{máx} (m ³ /s)	V _{total} (x 10 ⁶ m ³)
20	4270	282
1.000	8460	493
10.000	11300	638

CUADRO Nº I.6.14

GENERACION DE CRECIDAS

(Datos para procesamiento - sistema HP 9800)

ESTACION O SITIO: COCA EN EL CODO SINCLAIR Km 0 + 000

AREA DE DRENAJE: 4170 Km²

DURACION DE LA TORMENTA: 24 Horas

PROBABILIDAD DE PRECIPITACION DE: BORJA-MISION JOSEFINA

DISTRIBUCION EN AREA: 0,446

PRECIPITACION EN EL AREA: 67,6 (20 años)

123,5 (1.000 a.)

160,6 (10.000 a.)

T(AÑOS) P(mm)

20 153 mm

1.000 277

10.000 360

DISTRIBUCION EN EL TIEMPO:

HORA	%	20 a ñ o s			1.000 a ñ o s			10.000 a ñ o s		
		PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)	PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)	PRECIPI TACION (mm)	INTER VALO (mm)	MEDIA (mm)
* 0	0	0	0	6,4	0	0	11,8	0	0	15,3
* 4	19	12,8	12,8	27,1	23,5	23,5	49,4	30,5	30,5	64,3
* 8	80	54,1	41,30	26,1	98,8	75,3	47,6	128,5	98,0	61,9
* 12	96	64,9	10,80	6,8	118,6	19,80	12,4	154,2	25,7	16,1
* 16	100	67,6	2,70	1,4	123,5	4,50	2,5	160,6	6,4	3,2

HIDROGRAMA UNITARIO
DE 4 HORAS

* 0,12

* 0,38

* 0,25

* 0,14

* 0,08

* 0,03

CAUDAL BASICO ADOPTADO DEL AÑO 1.974

NC = 90

I = 4

FB1 = 840 x 11 = 924

FB2 = 900 x 11 = 990

T (años)	Q _{máx} (m ³ /s)	V _{total} (x 10 ⁶ m ³)
20	4510	315
1.000	8780	529
10.000	11650	674

ANEXO I - HIDROLOGIA

1a Lámina N° HS/IA-442-HM-062.

El Cuadro N° I.6.15 presenta un resumen de los resultados.

CUADRO N° I.6.15
PICOS Y VOLUMENES DE CRECIDA

SITIO DE PRESA	B O R J A		EL CHACO		B A L S A S		M A L O		S A L A D O	
	PICO m ³ /s	VOLUMEN 10 ⁶ m ³	PICO m ³ /s	VOLUMEN 10 ⁶ m ³	PICO m ³ /s	VOLUMEN 10 ⁶ m ³	PICO m ³ /s	VOLUMEN 10 ⁶ m ³	PICO m ³ /s	VOLUMEN 10 ⁶ m ³
10 000 Años	7670	322	8220	363	9930	491	11300	638	11200	638
1 000 Años	5810	250	6190	281	7410	376	8460	494	8380	494
20 Años	3050	145	3200	161	3690	208	4270	282	4240	282

Una observación importante es la de que los valores de las crecidas de 20 años de período de recurrencia se aproximan bastante a los valores observados de la crecida del mes de julio de 1.974.

Para conocimiento de los valores de picos de crecidas de cualquier otra frecuencia se ha elaborado el abaco representado en la lámina N° HS/IA-442-HM-046.

6.10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados ahora presentados son definitivos al nivel de pre factibilidad y pueden, ser utilizados para estudios de factibilidad que vayan a ser desarrollados enseguida.

La metodología adoptada se ha mostrado adecuada para las condiciones de la cuenca y la disponibilidad de los datos.

Sin embargo, se recomienda que un análisis estadístico detallado de precipitaciones de cortas duraciones sea hecho, cuando se disponga de series más largas de datos pluviográficos ya que los estudios estadísticos de precipitaciones máximas estuvo basado en datos de precipitaciones diarias máximas, partiéndose de tales resultados para determinación de precipitaciones de duraciones menores que un día.

La red de estaciones meteorológicas, pluviográficas y fluvimétricas que INECCEL ha instalado y está ampliando para abarcar áreas más representativas, permitirá en el futuro una revisión y actualización de los resultados ahora obtenidos.

7. ESTUDIOS DE SEDIMENTACION

7.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Para realizar el presente estudio de sedimentología se dispone de 112 aforos sólidos distribuidos en 9 estaciones desde el mes de Mayo de 1.974 hasta diciembre de 1.976, de 13 análisis de granulometría distribuidos en 8 estaciones fluviométricas de material en suspensión y de tres análisis granulométricos de material de fondo distribuidos en dos sitios muestreados durante el primer trimestre del año 1.977. En el apéndice Nº 4 se presenta una verificación en donde se ha intentado la aplicación del Método de Einstein Modificado para la determinación de la carga sólida total del Río en algunos puntos.

El aforo sólido más alto disponible es para un caudal líquido del 390% del caudal medio, pero sería ideal disponer de aforos sólidos para un caudal líquido de hasta 7 veces el caudal medio.

Específicamente, en la cuenca del Río Quijos-Coca la principal fuente de procedencia de los sedimentos es la de la erosión proveniente de la inestabilidad de los taludes de los ríos que todavía no han encontrado el punto de equilibrio. La segunda causa son los taludes de la carretera y caminos que en época de lluvia se erosionan.

ANEXO I - HIDROLOGIA

La estimación de la cantidad de sedimentos en el estudio de Prefactibilidad es mayor que la que se estimó en los estudios de Inventario porque los resultados de los aforos del año 1.976 en todas las estaciones son más altos que los años anteriores.

En el Cuadro Nº I.7.1 se presenta un resumen de los resultados más importantés del estudio

CUADRO Nº I.7.1
RESUMEN DE ESTUDIOS DE SEDIMENTACION

PRESA	\bar{Q} m ³ /s	A (KM ²)	SUSPEN. m ³ x10 ⁶	ARRASTRE m ³ x10 ⁶	TOTAL ANUAL m ³ x10 ⁵	EROSION		CONCEN. (ppm)	CARGA ME- DIA DIARIA (ton/día)
						Lámina (mm)	Rend. (T/KM ²)		
BORJA	102.1	1440	1,550	0,465	2.015	1.40	1833	629	7.232
CHACO*	137,3	1730	2,494	0,748	3,242	1,37	2455	749	11.634
BALSAS	211,7	2570	3,825	1,148	4.973	1,94	2535	751	17.850
SALADO	303,4	3770	5,196	1,559	6,755	1,85	2347	700	24.244
MALO	322,1	3355	5,617	1,685	7,302	1,89	2475	723	26.207

* Sin desvío del Río Oyacachi

7.2 EVALUACION DE LOS SEDIMENTOS EN LOS SITIOS DE PRESA

Para elaborar las curvas de descarga sólida en suspensión en cada uno de los sitios de presa se prepararon los datos de aforos de las estaciones más representativas de cada sitio, en tal forma que se pueda transponer la información de sedimentos desde las estaciones hasta los sitios de presa. El resumen de los cálculos se presentan en los Cuadros Nos. I.7.2 a I.7.7.

CUADRO Nº I.7.2

CALCULO DE AFOROS DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION

RIO COSANGA

ESTACION A.J. QUIJOS

Nº	Fecha	H (m)	Q m ³ /s	Q/QM* %	Qs Kg/s	S Ton/día	C p.p.m.	C %
1	18/05/74	1.54	36.32	75.20	1.23	106	34	0.003
2	18/12/74	1.33	28.55	59.11	2.69	232	94	0.009
3	25/01/75	1.24	21.73	45.00	1.23	106	57	0.006
4	07/06/75	2.49	180.37	373.44	226.46	19 566	1 256	0.126
5	07/03/75	2.17	125.46	259.75	50.81	4 390	405	0.040
6	22/11/75	1.51	44.11	91.33	0.92	79	21	0.002
7	30/11/75	1.25	23.96	49.61	3.85	333	161	0.016
8	8/01/76	1.10	13.75	28.47	0.22	19	16	0.0016
9	17/02/76	1.28	21.26	44.02	2.04	176	96	0.0096
10	25/03/76	1.23	19.05	39.44	1.26	109	66	0.0066
11	10/06/76	2.51	134.97	179.44	70.21	6 066	520	0.0520
12	19/06/76	1.83	78.50	162.53	10.13	875	129	0.0129
13	10/08/76	1.74	52.79	109.30	9.05	782	171	0.0171
14	22/09/76	1.86	71.75	148.55	14.02	1 211	195	0.0195
15	29/11/76	1.33	55.77	115.47	2.17	187	39	0.0039

* QM = 48.3 m³/s

CUADRO N° 1.7.3

CALCULO DE AFOROS DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION

RIO QUIJOS

ESTACION EN BAEZA

Nº	Fecha	H (m)	Q m ³ /s	Q/QM* %	Qs Kg/s	S Ton/día	C p.p.m.	C %
1	10/05/74	0.72	47.474	100.16	0.97	84	20	0.0020
2	13/08/74	1.12	70.723	149.20	44.21	3.820	625	0.0625
3	23/08/74	0.85	48.703	102.75	27.26	2.355	560	0.0560
4	13/12/74	0.845	49.049	103.48	6.37	594	140	0.0140
5	19/01/75	1.09	37.984	80.14	51.88	4.482	1.366	0.1366
6	28/01/75	0.665	33.276	70.20	1.06	92	32	0.0032
7	30/01/75	0.77	42.69	90.06	11.24	971	263	0.0263
8	21/04/75	0.79	41.70	87.97	5.09	440	122	0.0122
9	10/08/75	0.975	63.28	133.50	4.20	363	66	0.0066
10	25/03/75	1.130	76.91	162.26	6.61	571	86	0.0086
11	29/11/75	0.730	38.29	80.78	1.39	120	36	0.0036
12	7/01/76	0.48	22.36	47.17	1.44	124	64	0.0064
13	17/02/76	0.83	43.86	92.53	4.62	399	105	0.0105
14	25/03/76	0.50	23.06	48.65	0.85	73	37	0.0037
15	4/04/76	0.92	56.42	119.03	4.54	392	80	0.0080
16	11/06/76	1.34	116.16	245.06	104.25	9.007	897	0.0897
17	7/03/76	1.09	117.85	248.63	413.92	35.763	3.512	0.3512
18	23/09/76	0.67	52.20	110.13	6.70	579	128	0.0128
19	24/11/76	0.54	43.35	91.46	3.83	331	88	0.0088

* QM = 474/m³/s

CUADRO N° I.7.4

CALCULO DE AFOROS DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION

RIO QUIJOS

ESTACION D.J. OYACACHI

Nº	Fecha	H (m)	Q m ³ /s	Q/QM* %	Qs Kg/s	S Ton/día	C p.p.m.	C %
1	15/08/74	1,49	191,61	95,09	35,17	3.039	184	0.0184
2	16/08/74	1,58	231,22	114,75	147,22	12.720	637	0.0637
3	20/08/74	1,51	221,496	109,92	31,69	2.738	143	0.0143
4	21/08/74	1,35	160,443	79,62	17,89	1.546	112	0.0112
5	22/09/74	1,465	164,5	81,64	50,86	4.394	309	0.0309
6	17/12/74	0,995	107,409	53,30	2,82	244	26	0.0026
7	26/01/75	1,58	156,329	127,21	156,31	13.505	610	0.0610
8	27/01/75	1,16	148,082	73,49	9,14	790	62	0.0062
9	07/07/75	1,59	264,99	131,51	39,11	3.379	148	0.0148
10	09/08/75	1,555	243,92	121,05	17,20	1.486	71	0.0071
11	23/08/75	1,605	272,20	135,09	65,78	5.683	242	0.0242
12	10/10/75	1,47	231,27	114,77	22,30	1.927	96	0.0096
13	13/10/75	1,35	195,00	96,77	43,44	3.753	223	0.0223
14	17/10/75	1,70	262,65	130,35	17,27	1.492	66	0.0066
15	27/11/75	1,10	143,78	71,35	6,41	554	45	0.0045
16	09/01/76	0,69	73,06	36,26	1,63	145	23	0.0023
17	12/01/76	0,66	67,02	33,26	1,22	105	18	0.0018
18	18/02/76	0,83	95,27	47,28	3,48	301	37	0.0037
19	26/03/76	0,96	105,24	52,23	3,71	321	35	0.0035
20	16/06/76	1,65	273,37	135,67	49,99	4.319	183	0.0183
21	14/08/76	1,23	189,07	93,83	39,38	3.402	208	0.0208
22	25/11/76	1,03	132,60	65,81	9,24	798	70	0.0070

* QM = 201.5 m³/s

CUADRO Nº 1.7.5

CALCULO DE AFOROS DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION

RIO OYACACHI

ESTACION A.J. QUIJOS

Nº	Fecha	H (m)	Q m ³ /s	Q/QM* %	Qs Kg/s	S Ton/día	C p.p.m.	C %
1	18/02/76	1,30	19,84	34,99	0.44	38,0	22	0.0022
2	26/03/76	1,51	31,91	56,28	0.64	55.3	20	0.0020
3	11/06/76	2,25	106,67	188,13	17,33	1.497,3	162	0.0162
4	30/06/76	2.39	117,07	206,47	22,45	1.939,7	192	0.0192
5	08/08/76	2,02	88,01	55,22	36,38	3.143,2	413	0.0413
6	12/08/76	2,21	110,15	194,27	91,58	7.912,5	831	0.0831
7	25/11/76	1,57	40.27	71,02	3,04	262,7	75,5	0.0075

* QM = 56.7 m³/s

CUADRO Nº 1.7.6

CALCULO DE AFOROS DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION

RIO COCA

ESTACION A.J. MALO +

Nº	Fecha	H (m)	Q m ³ /s	Q/QM* %	Qs Kg/s	S Ton/día	C p.p.m.	C %
1	08/08/75	1,41	367,00	118,4	33,99	2.937	93	0,0093
2	12/08/75	1,105	289,85	93,5	33,32	2.879	115	0,0115
3	22/08/75	2,265	690,22	222,7	240,73	20.799	349	0,0349
4	18/10/75	1,59	392,30	126,5	534,29	46.163	1.362	0,1362
5	07/01/76	0,36	122,72	39,6	3,46	299	28	0,0028
6	19/02/76	0,45	138,34	44,6	2,04	176	15	0,0015
7	27/03/76	1,69	467,45	150,8	132,68	11.464	284	0,0284
8	05/04/76	1,40	351,03	113,2	52,91	4.571	151	0,0151
9	17/06/76	1,54	396,67	128,0	220,25	19.030	555	0,0555
10	20/06/76	1,73	507,46	163,7	241,09	20.830	475	0,0475
11	15/08/76	1,12	306,70	98,9	124,21	10.732	405	0,0405
12	24/11/76	1,32	342,87	110,6	176,38	15.239	514	0,0514

* QM = 310,0 m³/s

CUADRO Nº 1.7.7

CALCULO DE AFOROS DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION

RIO COCA

ESTACION SAN RAFAEL

Nº	Fecha	H (m)	Q m ³ /s	Q/QM* %	Qs Kg/s	S Ton/día	C p.p.m.	C %
1	17/05/74	1,89	348,64	101,7	27,05	2.337	78	0,0078
2	18/08/74	2,33	461,00	134,5	324,63	28.052	704	0,0704
3	20/08/74	1,99	157,373	45,9	38,19	3.300	243	0,0243
4	29/01/75	2,15	392,07	114,4	424,07	36.640	1.082	0,1082
5	05/07/75	2,225	459,91	134,2	465,66	40.242	1.013	0,1013
6	10/07/75	2,80	637,39	200,6	793,98	68.600	1.155	0,1155
7	19/07/75	2,64	646,60	188,7	677,30	58.519	1.047	0,1047
8	06/03/75	2,08	411,27	120,0	295,83	25.560	719	0,0719
9	11/03/75	1,71	288,44	84,1	106,23	9.178	368	0,0368
10	20/08/75	1,85	305,73	89,2	73,71	6.369	241	0,0241
11	28/11/75	1,38	246,53	71,9	23,42	2.023	95	0,0095
12	01/12/75	1,31	203,10	59,3	91,38	7.895	450	0,0450
13	13/01/76	0,87	130,04	37,9	9,43	815	73	0,0073
14	19/02/76	1,04	150,31	43,9	15,37	1.328	102	0,0102
15	29/03/76	1,62	291,44	85,0	82,27	7.103	282	0,0282
16	05/04/76	2,00	411,82	120,2	88,56	7.652	215	0,0215
17	05/08/76	2,25	490,15	143,0	1.116,33	96.451	22.679	2,2679
18	13/08/76	2,00	369,50	107,8	337,57	29.166	914	0,0914
19	09/03/76	2,02	389,60	113,7	258,35	22.321,44	663	0,0663
20	28/11/76	1,68	290,16	84,7	92,48	7.990	319	0,0319

* QM = 342,7 m³/s

Para la curva de descarga sólida de "Borja" se contó con 34 aforos sólidos en suspensión, para la del sitio "El Chaco" se contó con 29 aforos, para "Balsas" con 29 también, para los sitios "Salado" y "Malo" 54 datos de aforos.

Las estaciones más representativas para el sitio de presa Borja son Cosanga A.J. Quijos y Quijos en Baeza, para los sitios de presa Chaco y Balsas Oyacachi A.J. Quijos y Quijos D.J. Oyacachi y para los sitios de presa Salado y Malo las estaciones de Quijos D.J. Oyacachi, Coca A.J. Malo y Coca en San Rafael.

Las estaciones que tienen mayor concentración de sedimentos en suspensión son Cosanga A.J. Quijos, Quijos en Baeza y Coca en San Rafael.

Las curvas de ajuste de concentración de sedimentos tienen una asintota es decir que para un caudal determinado la concentración es constante. El siguiente cuadro resume los resultados:

CUADRO Nº 1.7.8
CONCENTRACION MAXIMA PARA CAUDAL DETERMINADO

SITIO DE PRESA	# DE VECES EL QMEDIO	CONCENTRACION	
		(ppm)	(%)
BORJA	5.0	3 000	0.30
CHACO	3.0	3 500	0,35
BALSAS	3.0	3 500	0,35
SALADO	4.5	3.500	0,35
MALO	4.5	3 500	0,35

De las curvas de concentración se obtiene las correspondientes curvas de descarga sólida en suspensión por medio de los cálculos sintetizados en los Cuadros Nos. I.7.9 a I.7.13.

Con ayuda de las curvas de duración de caudales medios diarios representativa del año medio se calculó, por medio de integración, la carga anual de sedimentos en suspensión en cada uno de los sitios de presa.

Las tres curvas mencionadas se encuentran representadas en las Láminas N° HS/IA-442-HM-063, 064, 065, 066 y 067 para los sitios de presa Borja, Chaco, Balsas, Salado y Malo respectivamente.

Para obtener la carga total anual de sedimentos se estimó el valor del arrastre en un 30% del valor de suspensión para todos los sitios de presa.

El volumen total anual de sedimentos correspondientes se obtuvieron dividiendo los valores anteriores de carga de sedimentos en Toneladas/año para el valor del peso específico medio ponderado en condiciones de sumergidos durante un período de vida útil económica del embalse de 50 años utilizando la fórmula de tipo logarítmico de Miller. El método de Miller exige una curva granulométrica promedia o representativa del Río en el sitio estudiado. En la Lámina

CUADRO N° I.7.9
CAUDAL VERSUS DESCARGA DE SEDIMENTOS
VALIDA PARA "BORJA"

Q/\bar{Q} %	C (p.p.m.)	\bar{Q} (m ³ /s)	S (Ton/día)
30	10	30,6	26,4
40	11	40,8	38,8
50	13,5	51,1	59,61
60	18,5	61,3	98,0
70	32	71,5	197,7
80	53	81,7	374,1
90	85	91,9	674,9
100	128	102,1	1.129,1
150	600	153,2	7.941,9
200	1.800	204,2	31.757,2
250	2.600	255,3	57.283,2
300	2.750	306,3	72.776,9
400	2.900	408,4	102.328,7
500	2.990	510,5	131.880,5
600	3.000	612,6	158.785,9
1.000	3.000	1.021,0	264.643,2

$$* \text{Ton/día} = 0.0364 \times \frac{(C)}{\text{ppm}} \times \frac{(Q)}{\text{m}^3/\text{s}}$$

$$Q = 102,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

CUADRO N° 1.7.10
CAUDAL VERSUS DESCARGA DE SEDIMENTOS
VALIDA PARA "EL CHACO"

Q/\bar{Q} %	C (p.p.m.)	Q (m ³ /s)	S (Ton/día)
30	-	41,8	-
40	10.0	55,7	48.1
50	12.5	69.7	75.3
60	22.0	83.6	58.9
70	39.5	97.5	332.7
80	67.0	111.4	644.9
90	110,0	125,4	1.191,8
100	165,0	139,3	1.985,9
150	820,0	209,0	14.807,2
200	2.600,0	278,6	62.584,7
250	3.350,0	348,3	100.811,9
300	3.500,0	417,9	126.373,0
350	3.500,0	487,6	147.450,2
400	3.500,0	557,2	168.497,3
500	3.500,0	696,5	210.621,6
600	3.500,0	835,8	252.117,1
1000	3.500,0	1.393,0	421.243,2

$$* \text{Ton/día} = 0.0864 \times \frac{(C)}{\text{ppm}} \times \frac{(Q)}{\text{m}^3/\text{s}}$$

$$Q = 139,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

CUADRO N° I.7.11
CAUDAL VERSUS DESCARGA DE SEDIMENTOS
VALIDA PARA "BALSAS"

Q/\bar{Q} %	C (p.p.m.)	Q (m^3/s)	S (Ton/día)
20	10	42,3	36,5
30	10	63,5	54,9
40	10	84,7	73,2
50	12,5	105,9	114,4
60	21,8	127,0	239,2
70	40,0	148,2	512,2
80	66,0	169,4	966,0
90	109,0	190,5	1.794,1
100	165,0	211,7	3.018,0
150	320,0	317,6	22.501,3
200	2.600,0	423,4	95.112,6
250	3.350,0	529,3	153.200,6
300	3.500,0	635,1	192.054,2
350	3.500,0	741,0	224.078,4
400	3.500,0	846,8	256.072,3
500	3.500,0	1.052,5	320.690,4
600	3.500,0	1.270,2	384.108,5
1000	3.500,0	2.117,0	640.180,8

$$* \text{Ton/día} = 0.0864 \times \frac{(C)}{\text{ppm}} \times \frac{(Q)}{m^3/s}$$

$$Q = 211,7 \text{ m}^3/s$$

CUADRO N° 1.7.12
CAUDAL VERSUS DESCARGA DE SEDIMENTOS
VALIDA PARA "EL SÁLADO"

Q/\bar{Q} %	C (p.p.m.)	Q (m ³ /s)	S (Ton/día)
20	10	61,7	53
30	11,6	92,5	93
40	21,0	123,4	224
50	40,0	154,2	533
60	70,0	185,0	1.119
70	110,0	215,9	2.052
80	160,0	246,7	3.410
90	229,0	277,6	5.422
100	310,0	308,4	8.260
150	1.000,0	462,6	39.969
200	2.050,0	616,8	109.248
300	3.100,0	925,2	247.805
350	3.500,0	1.079,4	326.411
400	3.500,0	1.233,6	373.041
500	3.500,0	1.542,0	466.301
600	3.500,0	1.850,4	559.561
1000	3.500,0	3.077,0	930.484,8

$$* \text{ Ton/día} = 0.0354 \times \frac{(C)}{\text{ppm}} \times \frac{(Q)}{\text{m}^3/\text{s}}$$

$$Q = 308,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

CUADRO N° I.7.13
CAUDAL VERSUS DESCARGA DE SEDIMENTOS
VALIDA PARA "MALO"

Q/\bar{Q} %	C (p.p.m.)	Q (m ³ /s)	S (Ton/día)
20	10	64,4	56
30	12,4	96,6	103
40	21,5	128,8	239
50	43,0	161,1	599
60	74,0	193,3	1.236
70	120,0	225,5	2.338
80	175,0	257,7	3.896
90	250,0	289,9	6.262
100	350,0	322,1	9.740
150	1.150,0	483,2	48.011
200	2.250,0	644,2	125.232
300	3.150,0	966,3	262.988
400	3.400,0	1.288,4	378.480
500	3.500,0	1.610,5	487.015
600	3.500,0	1.932,6	584.418
1000	3.500,0	3.224,0	974.938

$$* \text{Ton/día} = 0.0864 \times \frac{(C)}{\text{ppm}} \times \frac{(Q)}{\text{m}^3/\text{s}}$$

$$Q = 322,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nº HS/IA-442-HM-068 se representa la curva granulométrica adoptada para todos los sitios de presa luego de analizar 13 curvas granulométricas en 8 estaciones. El resultado obtenido fue $1,31 \text{ Ton/m}^3$.

El resumen de los cálculos finales para determinar la producción de sedimentos en cada sitio de presa está en los Cuadros Nos.

I.7.14 al I.7.18. En dichos cuadros se dan además los valores de erosión de la cuenca expresados en altura equivalente en mm por año, en Ton/km^2 anuales y medias diarias y por último el valor de la concentración promedio expresada en ppm para cada sitio de presa.

7.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tres años de aforos sólidos no son suficientes para definir la carga total de sedimentos. Para disponer de curvas de descarga sólida confiables es necesario además contar con aforos sólidos en la parte alta de la curva.

Como se puede ver en el Cuadro Nº I.7.18 el 64% de la carga total anual de sedimentos se generan durante el 10% del tiempo, es decir poco más de un mes del período húmedo, o sea, alrededor del mes de Julio; por eso es indispensable definir con más exactitud

CUADRO Nº I.7.14

VALORES DE LA CURVA DE DURACION DE SEDIMENTOS

SITIO DE PRESA "BORJA"

A = 1.440 Km²

n	Inter- valo %	Q m ³ /s	G Ton / día	Inter- valo Días	Ton. de Sed. en Interv.	Arrastre + 30%	Volumen m ³ *	Altura Equiv. mm	T/km ²	C Conce: ppm
A	0,1	916	230.000	0,365	83.950					
B	0,5	662	170.000	1,46	243.200					
C	1,0	305	73.000	1,825	133.225					
1	5,0	237	48.000	14,60	700.800					
2	10	184	21.800	18,25	397.850					
3	15	158	10.000	18,25	182.500					
4	20	143	6.700	18,25	122.275					
5	25	122	3.000	18,25	54.750					
6	30	109	1.700	18,25	31.025					
7	35	99	1.100	18,25	20.075					
8	40	93	800	18,25	14.600					
9	45	88	600	18,25	10.950					
10	50	82	450	18,25	8.212					
11	55	79	360	18,25	6.570					
12	60	76	290	18,25	5.292					
13	65	68	180	18,25	3.285					
14	70	61	95	18,25	1.734					
15	75	57	80	18,25	1.460					
16	80	53	62	18,25	1.131					
17	85	47	50	18,25	912					
18	90	41	38	18,25	693					
19	95	38	35	18,25	639					
20	100	23	20	18,25	365					
	100			365	2'030.493	2'639.641	2'014.993	1,40	1.823	629
Me- Dia		101,6	5.563	1	5.563	7.232	5.520		5,0	

El peso específico medio ponderado en 50 años en condiciones de sumergido en el embalse es de 1,31 Ton/m³

CUADRO Nº 1.7.15

VALORES DE LA CURVA DE DURACION DE SEDIMENTOS

SITIO DE PRESA "EL CHACO"

A = 1730 Km²

n	Inter- valo %	Q m ³ /s	G Ton / día	Inter- valo Días	Ton. de Sed. en Interv.	Arrastre + 30%	Volumen m ³	Altura Equiv. mm	T/km ²	C Concent. ppm
1	0,1	1.233	380.000	0,365	138.700					
2	0,5	894	265.000	1,46	336.900					
3	2,0	413	124.000	1,825	226.300					
4	5,0	320	85.000	14,60	241.000					
5	10	249	30.600	18,25	558.450					
6	15	213	15.000	18,25	273.750					
7	20	193	9.700	18,25	177.025					
8	25	165	5.000	18,25	91.250					
9	30	148	2.900	18,25	52.925					
10	35	134	1.880	18,25	34.310					
11	40	125	1.100	18,25	20.075					
12	45	118	950	18,25	17.338					
13	50	111	700	18,25	12.775					
14	55	107	580	18,25	10.585					
15	60	103	500	18,25	9.125					
16	65	91	280	18,25	5.110					
17	70	83	175	18,25	3.194					
18	75	77	130	18,25	2.373					
19	80	72	95	18,25	1.734					
20	85	63	83	18,25	1.515					
21	90	55	47	18,25	858					
22	95	52	44	18,25	803					
23	100	32	28	18,25	511					
Media	100		688.643	365	3'265.606	4'246.588	3'241.670	1,87	2.455	749
Media		139,3	8.950	1	8.950	11.634	8.881		6,7	

CUADRO N° 1.7.16

VALORES DE LA CURVA DE DURACION DE SEDIMENTOS

SITIO DE PRESA "BALSAS"

A = 2570 Km²

n	Inter valo %	Q m ³ /s	G Ton / día	Inter valo Días	Ton. de Sed. en Interv.	Arrastre + 30%	Volumen m ³	Altura Equiv. mm	T/km ²	C Concen. ppm
1	0,1	1.894	550.000	0,365	200.750					
2	0,5	1.368	400.000	1,46	584.000					
3	1,0	631	190.000	1,825	346.750					
4	5	489	130.000	14,60	1'898.000					
5	10	381	50.500	18,25	921.625					
6	15	326	26.000	18,25	474.500					
7	20	295	12.000	18,25	219.000					
8	25	253	6.500	18,25	118.625					
9	30	226	4.000	18,25	73.000					
10	35	205	2.600	18,25	47.450					
11	40	191	1.800	18,25	32.850					
12	45	181	1.400	18,25	25.550					
13	50	170	1.000	18,25	18.250					
14	55	163	900	18,25	16.425					
15	60	158	700	18,25	12.775					
16	65	140	400	18,25	7.300					
17	70	126	240	18,25	4.380					
18	75	118	180	18,25	3.285					
19	80	110	120	18,25	2.190					
20	85	97	90	18,25	1.643					
21	90	84	74	18,25	1.351					
22	95	79	66	18,25	1.205					
23	100	48	42	18,25	767					
				365	5'011.671	5'515.172	4.973.414	1,94	2.535	751
Media		211,7	13.731	1	13.731	17.850	13.626		6,9	

CUADRO N° I.7.17

VALORES DE LA CURVA DE DURACION DE SEDIMENTOS

SITIO DE PRESA "SALADO"

$$A = 3770 \text{ Km}^2$$

n	Inter- valo %	Q m ³ /s	G Ton / día	Inter- valo Días	Ton. de Sed. en Interv.	Arrastre + 30%	Volumen m ³	Altura Equiv. mm	T/km ²	C Concent. ppm
1	0,1	1.933	600.000	0,365	219.000					
2	0,5	1.081	340.000	1,46	496.400					
3	1,0	1.009	300.000	1,825	547.500					
4	5	653	140.000	14,60	2 044.000					
5	10	540	70.000	18,25	1 227.500					
6	15	469	40.000	18,25	730.000					
7	20	405	24.000	18,25	438.000					
8	25	351	13.000	18,25	237.250					
9	30	319	8.600	18,25	156.950					
10	35	307	8.000	18,25	146.000					
11	40	288	6.200	18,25	113.150					
12	45	270	4.700	18,25	85.775					
13	50	261	4.200	18,25	76.650					
14	55	243	3.300	18,25	60.225					
15	60	234	2.800	18,25	51.100					
16	65	216	2.000	18,25	36.500					
17	70	200	1.500	18,25	27.375					
18	75	189	1.200	18,25	21.900					
19	80	180	1.000	18,25	18.250					
20	85	162	720	18,25	13.140					
21	90	137	360	18,25	6.570					
22	95	108	128	18,25	2.336					
23	100	81	72	18,25	1.314					
				365	6'806.835	8'845.950	6'754.924	1,85	2.347	700
		308,4	18.649	1	18.649	24.244	18.507		6,43	

CUADRO N° 1.7. 18

VALORES DE LA CURVA DE DURACION DE SEDIMENTOS

SITIO DE PRESA "MALO"

$$A = 3865 \text{ Km}^2$$

n	Inter- valo %	Q m ³ /s	G Ton / día	Inter- valo Días	Ton. de Sed. en Interv.	Arrastre + 30%	Volumen m ³	Altura Equiv. mm	T/km ²	C Concen ppm
A	0,1	2.076	610.000	0,365	222.650					
B	0,5	1.123	320.000	1,46	467.200					
C	1,0	1.057	300.000	1,825	547.500					
1	5	684	135.000	14,60	971.000					
2	10	566	82.000	18,25	496.500					
3	15	491	47.500	18,25	866.875					
4	20	425	30.000	18,25	547.500					
5	25	368	17.000	18,25	310.250					
6	30	334	11.000	18,25	200.750					
7	35	321	9.000	18,25	164.250					
8	40	302	7.000	18,25	127.750					
9	45	283	5.500	18,25	100.375					
10	50	274	4.500	18,25	82.125					
11	55	255	3.400	18,25	62.050					
12	60	245	3.000	18,25	54.750					
13	65	226	2.200	18,25	40.150					
14	70	210	1.600	18,25	29.200					
15	75	198	1.200	18,25	21.900					
16	80	189	1.100	18,25	20.075					
17	85	170	750	18,25	13.688					
18	90	143	400	18,25	7.300					
19	95	113	160	18,25	2.920					
20	100	85	30	18,25	1.460					
				365	7'358.218	9'565.683	7'302.048	1,89	2.475	723
		322,1	20.160	1	20.160	26.207	20.006		5,22	

la parte alta de la curva de descarga sólida haciendo aforos sólidos en los meses más lluviosos.

Es deseable que las muestras que se tomen para el análisis granulométrico de los sedimentos en suspensión se hagan el mismo día en el cual se realice el aforo líquido y sólido.

Se considera que los presentes resultados son válidos para la fase de factibilidad, siendo necesaria la revisión y aplicación de otras técnicas de evaluación del transporte para las etapas siguientes cuando se cuente con una disponibilidad más larga de aforos sólidos que cubran muestreo de material de fondo y suspensión.

8. GENERACION ESTOCASTICA DE CAUDALES

3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Los análisis económicos y estudios de energía requieren de series de caudales más largas que las series históricas o correlacionadas por el método de simulación, polinomial u otros.

El método estocástico es un método estadístico para suministrar series posibles de caudales así como sus respectivas probabilidades para trabajar con ellas especialmente en el comportamiento

futuro de los embalses.

Suministrando series posibles de caudales, permite que se verifique el comportamiento y la sensibilidad de respuesta a nuestro sistema para diferentes condiciones de caudales, verificándose el impacto de cada una de esas situaciones, inclusive condiciones extremas de pequeña probabilidad de ocurrencia, permitiendo planear para tal situación extrema en el futuro. Permite que se compare diferentes alternativas por la verificación de la sensibilidad de cada una a las variaciones en los caudales.

8.2 DESCRIPCION DEL MODELO ESTOCASTICO DE GENERACION

El cálculo de las series estocásticas de caudales en las estaciones fue realizado en computadora IBM-370 utilizando el programa HMOGERAS de Hidroservice.

El programa calcula los valores medios mensuales y la desviación estandar para el período de registro y mantiene estos valores para las series generadas. Los caudales mensuales sintéticos se calculan usando la media mensual, la desviación estandar y números aleatorios. Los datos de entrada se transforman en logaritmos naturales y los caudales estocásticos se calcularon utilizando la siguiente expresión:

$$X(I,J) = XM(J) + RX(J) \frac{SX(J)}{SX(K)} \left[X(L,K) - XM(K) \right] + SX(J) \left[1 - RX(J)^2 \right]^{0.5} TI(I)$$

I - Índice secuencial de 1 hasta 12 x N, siendo N el número de años a generar.

J - Índice estacional que varía de 1 a 12

L - Igual a I - 1

K - Igual a J - 1

X - Variable cuyos datos se quiere generar, en el caso, caudal medio mensual de la estación X

XM(J) Caudal medio en la estación X para el mes calendario J

RX(J) Coeficiente de correlación serial entre caudales de los meses J y J-1 en la estación X.

SX(J) Desviación estandar de caudales de la estación X en el mes calendario J

TI(I) Números aleatorios independientes de media igual a cero, variancia unitaria y distribución normal de probabilidades.

Los parámetros estadísticos XM, RX y SX son obtenidos a partir de la serie hidrológica de datos disponibles. Los valores TI son números aleatorios obtenidos por medio de procesos de generación en computadora. Inicialmente son obtenidos números independientes y uniformemente distribuidos en el intervalo 0 - 1 y luego transformados de manera a seguir la distribución normal de probabilidades.

Para la generación de caudales, inicialmente se adopta un valor para empezar la serie. Normalmente se adopta el valor medio histórico del mes.

Este valor, en la expresión de modelo arriba indicada corresponde al $X(I,L)$ con $I = 1$ y $L = 1$. Como los parámetros X_M , R_X y S_X son conocidos, el computador suministra un valor aleatorio inicial T_I y por la expresión, calcula el valor $X(2,2)$, en el caso que el primer mes de generación sea Febrero y el $X(L)$ inicial ha correspondido al mes de Enero. Obtenido $X(2,2)$, con él y con un nuevo T_I , se obtiene $X(3,3)$ y así por delante, hasta que se tenga $I = N \times 12$, siendo N el número de años a generar, adoptado normalmente igual al número de años de la serie histórica y/o de la vida útil prevista para el sistema.

Repitiéndose el proceso se puede generar tantas series de tamaño $N \times 12$ cuanto se quiera. Este número de series depende de la precisión que se desea en los resultados y del tiempo de computadora disponible. Normalmente son hechos ensayos de sensibilidad y luego escogido el número de series.

En total se generaron 200 series de a 27 años y de a 50 años que son la serie básica y el período de vida útil de las presas respectivamente.

8.3 GENERACIONES REALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

8.3.1 Datos Utilizados y Descripción del Modelo

En razón de la disponibilidad de datos en la cuenca y de los sistemas en estudio, fueron seleccionados para generación las estaciones fluviométricas de D.J. Oyacachi y Baeza. Se escogió como estación básica la de D.J. Oyacachi.

Considerándose que en ambas estaciones el período de observaciones directas fue de aproximadamente 11 años (1965 - 1975) y fueron hechas extensiones de series de manera a tener series completas para el período 1949-1975 (27 años) estos dos períodos fueron considerados en la generación.

Como se utilizaron dos estaciones, el modelo utilizado fue un modelo a dos variables con estructura semejante a la presentada en el ítem 8.2 y que utilizó las siguientes expresiones:

$$X(I, J) = XM(J) + RX(J) \frac{SX(J)}{SX(J)} [X(L, K) - XM(K)] + SX(J) [1 - RX(J)^2]^{0,5} TI(I)$$

$$Y(I, J) = YM(J) + RXY(J) \frac{SY(J)}{SX(J)} [X(I, J) - XM(J)] + SY(J) [1 - RXY(J)^2]^{0,5} UI(I)$$

$$UI(I) = UM(J) + RYU(J) \frac{SU(J)}{SY(J)} [Y(I, L) - YM(K)] + SU(J) [1 - RYU(J)^2]^{0,5} ZI(I)$$

donde:

I,J,L,K,X,XM,RX,XC - son los mismos indicados en la expresión
del ítem 8.2

Y,YM,RY,SY,U,UM,SU - tienen significación semejante a los indica
dos para variable X, solamente que se refie-
ren a las variables Y y U.

RXY,RYU - Coeficiente de correlación entre las variables X y Y,
y, Y y U, respectivamente,

La variable U es una variable auxiliar utilizada para evitar co-
rrelaciones ilegítimas en la serie de la variable Y, conforme ha
sido desarrollado originalmente por HIDROSERVICE. Posee media
cero y variancia unitaria.

TI y ZI - Números aleatorios independientes de media cero, varian-
cia unitaria y distribución normal de probabilidades

Para normalizar las variables inicialmente son hechas transforma-
ciones logarítmicas de los parámetros calculados a partir de la
serie histórica, conforme a ecuaciones propuestas por Matalas (*)

(*) Matalas, N.C., Mathematical Assessment of Synthetic Hidrology,
Water Resources REsearch, 3 (4), 1.967.

8.3.2 Características Estadísticas de las Series Históricas y Generadas

Se realizaron varias generaciones de series, cada una atendiendo a un objetivo específico. Para una mejor claridad de la exposición, estos objetivos, están expuestos en el ítem 8.3.3, siendo comparadas las series históricas y generadas para verificar si la generación ha atendido su principio básico que es mantener las características estadísticas de las series históricas.

Las series generadas fueron las siguientes:

NOMBRE	SERIE HISTORICA UTILIZADA	NUMERO DE AÑOS DE CADA SERIE GENERADA	NUMERO DE SERIES GENERADAS
GERA 1	1965 - 1975	27	25
GERA 2	1965 - 1975	27	100
GERA 3	1965 - 1975	50	25
GERA 4	1949 - 1975	27	25
GERA 5	1949 - 1975	50	25

En las Tablas N° 1.8.3.1 a 7 (Apéndice II) se presentan los valores de los parámetros de interés involucrados en el modelo utilizado obtenido en las series históricas y en las generadas.

Por el análisis de las tablas, se verifica que las series genera-

das mantuvieron de una manera bastante buena, los parámetros de las series históricas.

8.3.3 Análisis de los Resultados

Conforme lo indicado en el ítem 8.3.2, se hicieron varias generaciones de series denominadas GERA 1 a GERA 5. De manera general, ellas fueron realizadas teniendo en cuenta la comparación de los efectos de varios elementos básicos en las series generadas de manera a seleccionar series para estudios posteriores. Los elementos básicos de generación son el período histórico utilizado para el cálculo de los parámetros estadísticos, el número de años de cada serie generada y el número de series generadas en cada vez.

Los valores de los parámetros estadísticos históricos son los que, introducidos en el modelo, permiten que él haga secuencialmente la generación de los caudales. Se admite, por principio, que ellos representen los valores poblacionales de estos parámetros, siendo entonces estimativas de éstos, que son desconocidos. Aquí está el interés de analizar la sensibilidad de los resultados en relación a los valores históricos adoptados.

El número de años de una determinada serie, sea histórica, sea generada, tiene efecto directo sobre el "range" (*) Teóricamente

(*) Volumen de embalse necesario para regulación total

está demostrado que a medida en que aumentamos el tamaño de la muestra, aumenta el "range", es decir, el volumen de embalse necesario para efectuar una determinada regulación del río.

El número de series generadas da la precisión que se quiera para el análisis de los parámetros estadísticos de interés.

Con objetivo de análisis comparativo de resultados y selección de series, utilizaremos como referencia el "range" medio, "range" relativo a 95% y a 80% de probabilidad de ocurrencia. Así, tomando el conjunto de valores de "range", el "range" medio es simplemente el valor medio del conjunto. El valor de 95% y 80% son obtenidos por el ordenamiento de esos valores y trazado en curvas de probabilidad.

En el Cuadro Nº I.8.1 están presentados los valores de range obtenidos en las varias generaciones realizadas, así como los valores históricos y también valores teóricos previstos, de una forma aproximada.

Estos valores teóricos fueron calculados a partir de reciente trabajo presentado por la Universidad de Colorado (*) donde fueron obtenidas expresiones teóricas para la distribución de proba-

(*) Gomide, F.L.S., Range and Deficit Analysis Using Markov Chains, Hydrology Papers, Colorado State University, Fort Collins, Colorado USA, 1975.

CUADRO N° I.3.1

ANALISIS DE LA MEDIA

ESTACION: D.J. Oyacachi

MES	SERIE HISTORICA 1965-75	GERA 1	GERA 2	GERA 3	SERIE HISTORICA 1949-75	GERA 4	GERA 5
ENE	181,6	177,4	182,9	184,8	153,1	149,8	156,2
FEB	150,0	147,1	151,0	152,2	140,9	138,8	143,3
MAR	167,3	164,8	168,5	169,5	148,8	147,7	150,0
ABR	184,8	184,8	185,0	186,1	183,0	185,1	184,4
MAY	219,6	221,6	219,9	220,4	219,1	222,0	220,0
JUN	286,0	290,7	287,4	287,8	291,7	296,2	293,5
JUL	335,0	333,6	335,7	335,6	324,7	324,8	326,3
AGO	262,0	262,0	261,3	260,8	238,7	238,7	237,7
SET	214,6	217,9	215,2	214,6	203,8	207,3	203,6
OCT	168,8	166,4	169,5	170,2	168,9	165,1	168,8
NOV	149,5	147,0	149,4	150,0	174,5	172,3	173,8
DIC	138,0	136,9	138,4	138,8	145,4	144,4	146,1
AÑO	204,8	204,2	205,4	205,0	199,2	199,3	200,3

Observaciones: Los valores indicados para las series GERA 1 a GERA 5 son valores medios relativos al conjunto de series generadas en cada caso.

bilidades del "range" para procesos markovianos de primer grado. El uso de estos resultados en el presente trabajo es aproximado debido al hecho de que aquí consideramos la estacionalidad de los parámetros estadísticos mientras en dicho trabajo los resultados son para variables patronizadas, es decir, para parámetros estadísticos constantes. Entonces, para utilizar aquellos resultados fue necesario considerar valores medios de estos parámetros y que no son exactamente los valores anuales presentados en los Cuadros Nº I.3.1 a I.3.7.

Por el análisis del Cuadro Nº I.3.8 se pueden hacer las siguientes constataciones:

- Para 25 series generadas de 100 series no hay diferencias significativas entre los valores obtenidos para el "range". Así, es suficiente la generación de conjuntos de 25 series.
- Pasado el tamaño de la serie de 27 años para 50 años hay un aumento significativo del "range", conforme se podía esperar.
- Son pequeñas las diferencias obtenidas, cuando se parte de parámetros de la serie histórica de 11 años (GERA 1) y cuando se parte de la serie de 27 años (GERA 4). Se alcanza la misma conclusión al comparar los resultados del GERA 3 (basado en la serie de 11 años) con los del GERA 5 (basado en la serie de 27 años).

CUADRO N° 1.8.2
ANALISIS DE LA MEDIA

ESTACION: Baeza

MES	SERIE HISTORICA 1965-75	GERA 1	GERA 2	GERA 3	SERIE HISTORICA 1949-75	GERA 4	GERA 5
ENE	45,8	45,3	46,1	46,5	37,9	37,8	38,4
FEB	35,5	34,8	35,7	36,0	34,7	34,2	35,2
MAR	39,3	38,7	39,6	39,9	36,0	36,0	36,3
ABR	43,7	43,8	43,7	44,0	43,5	44,0	43,6
MAY	50,2	50,6	50,4	50,5	47,9	48,4	48,1
JUN	72,6	73,9	73,3	73,5	67,3	68,0	67,8
JUL	83,4	82,6	83,8	83,5	74,7	74,4	75,0
AGO	68,2	68,1	67,7	67,8	62,8	62,7	62,5
SET	53,7	53,9	53,7	53,6	50,7	50,8	50,6
OCT	43,5	42,7	43,6	43,6	41,4	41,0	41,6
NOV	36,4	35,9	36,5	36,6	37,4	37,3	37,5
DIC	31,5	31,1	31,6	31,6	33,0	32,9	33,1
AÑO	50,3	50,1	50,5	50,6	47,3	47,3	47,5

Observaciones: Los valores indicados para las series GERA 1 a GERA 5 son valores medios relativos al conjunto de series generadas en cada caso.

CUADRO Nº 1.8.3

ANÁLISIS DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

ESTACION: D.J. Oyacachi

MES	SERIE HISTORICA 1965-75	GERA 1	GERA 2	GERA 3	SERIE HISTORICA 1949-75	GERA 4	GERA 5
ENE	74,5	72,4	71,3	71,9	63,0	61,5	61,9
FEB	49,0	45,0	47,7	47,4	49,3	46,7	48,9
MAR	49,7	46,5	48,3	48,1	45,6	43,9	44,3
ABR	26,6	24,7	26,0	27,0	45,4	44,6	46,8
MAY	41,3	38,8	41,7	43,5	47,9	45,3	50,0
JUN	54,4	53,8	55,4	57,3	55,1	55,2	56,8
JUL	70,6	70,1	69,5	69,5	95,9	95,7	95,4
AGO	40,5	38,4	39,9	40,0	51,4	51,0	51,5
SET	39,2	40,3	37,8	38,3	45,5	45,9	45,1
OCT	41,4	42,7	40,8	40,4	48,1	49,8	46,9
NOV	36,7	36,0	36,3	36,6	55,4	53,3	54,1
DIC	31,6	30,8	31,2	31,6	44,2	43,4	43,7
AÑO	74,9	76,5	75,7	75,6	79,1	80,4	79,7

Observaciones: los valores indicados para las series GERA 1 a GERA 5 son valores medios relativos al conjunto de series generadas en cada caso.

CUADRO N°1.8.4

ANALISIS DE LA DESVIACION ESTANDAR

ESTACION : BAEZA

MES	SERIE HISTORICA 1965-75	GERA 1	GERA 2	GERA 3	SERIE HISTORICA 1949-75	GERA 4	GERA 5
ENE	16,7	18,8	16,6	17,9	14,2	13,9	13,8
FEB	10,3	9,1	10,2	10,2	9,7	8,7	9,8
MAR	12,9	12,1	12,5	12,5	9,4	9,2	9,4
ABR	8,2	7,8	8,1	8,2	10,7	10,7	11,0
MAY	9,2	8,6	9,4	9,9	8,7	8,1	9,2
JUN	21,1	20,9	21,5	22,5	16,9	17,0	17,4
JUL	21,2	20,8	21,3	21,4	19,1	18,9	19,6
AGO	12,5	11,7	12,1	12,2	12,3	12,0	12,2
SET	7,5	7,6	7,3	7,4	9,9	9,9	9,9
OCT	10,4	10,9	10,4	10,3	10,3	10,6	10,1
NOV	9,2	8,9	9,1	9,1	8,4	8,2	8,1
DIC	8,4	8,2	8,3	8,3	9,0	10,4	10,0
AÑO	20,1	20,8	20,6	20,7	17,8	18,2	18,2

Observaciones: Los valores indicados para las series GERA 1 a GERA 5 son valores medios relativos al conjunto de series generadas en cada caso.

ANALISIS DEL COEFICIENTE DE CORRELACION SERIAL

ESTACION: D.J. Oyacachi

MES	SERIE HISTORICA 1965-75	GERA 1	GERA 2	GERA 3	SERIE HISTORICA 1949-75	GERA 4	GERA 5
ENE	0,86	0,86	0,85	0,85	0,45	0,46	0,40
FEB	0,52	0,52	0,56	0,56	0,40	0,35	0,40
MAR	0,62	0,57	0,61	0,60	0,13	0,11	0,12
ABR	0,69	0,66	0,69	0,68	0,37	0,36	0,38
MAY	0,03	0,01	0,03	0,01	0,27	0,29	0,24
JUN	0,65	0,63	0,65	0,67	0,21	0,21	0,24
JUL	- 0,03	- 0,03	- 0,02	- 0,01	0,22	0,20	0,25
AGO	- 0,33	- 0,28	- 0,33	- 0,32	0,36	0,40	0,36
SET	- 0,04	- 0,06	- 0,02	- 0,03	0,27	0,23	0,27
OCT	- 0,33	- 0,34	- 0,33	- 0,33	- 0,04	- 0,05	- 0,06
NOV	0,45	0,48	0,45	0,46	- 0,20	- 0,21	- 0,18
DIC	0,39	0,36	0,38	0,38	0,31	0,29	0,28
AÑO	0,55	0,56	0,54	0,54	0,50	0,50	0,49

Observaciones: Los valores indicados para las series GERA 1 a GERA 5 son valores medios relativos al conjunto de series generadas en cada caso.

CUADRO N° 1.8.6

ANALISIS DEL COEFICIENTE DE CORRELACION SERIAL

ESTACION: BAEZA

MES	SERIE HISTORICA 1965-75	GERA 1	GERA 2	GERA 3	SERIE HISTORICA 1949-75	GERA 4	GERA 5
ENE	0,72	0,72	0,71	0,69	0,44	0,38	0,30
FEB	0,47	0,41	0,45	0,43	0,46	0,29	0,30
MAR	0,54	0,45	0,52	0,50	0,50	0,05	0,06
ABR	0,70	0,59	0,61	0,59	0,37	0,20	0,19
MAY	- 0,04	0,02	0,02	- 0,01	0,29	0,20	0,14
JUN	0,52	0,52	0,57	0,60	0,43	0,10	0,19
JUL	- 0,09	- 0,05	- 0,03	- 0,03	0,24	0,11	0,13
AGO	- 0,23	- 0,23	- 0,26	- 0,25	0,38	0,34	0,27
SET	0,06	- 0,02	- 0,04	- 0,07	0,20	0,20	0,19
OCT	0,05	- 0,28	- 0,25	- 0,27	0,02	- 0,05	- 0,04
NOV	0,48	0,43	0,41	0,43	0,26	- 0,20	- 0,13
DIC	0,61	0,26	0,31	0,32	0,53	0,17	0,23
AÑO	0,51	0,49	0,49	0,48	0,57	0,49	0,49

Observaciones: Los valores indicados para las series GERA 1 a GERA 5 son valores medios relativos al conjunto de series generales en cada caso.

ANALISIS DEL COEFICIENTE DE CORRELACION CRUZADA

ESTACION: D.J. Oyacachi - Baeza

MES	SERIE HISTORICA 1965-75	GERA 1	GERA 2	GERA 3	SERIE HISTORICA 1949-75	GERA 4	GERA 5
ENE	0,94	0,90	0,92	0,90	0,94	0,89	0,89
FEB	0,84	0,83	0,88	0,87	0,87	0,84	0,83
MAR	0,98	0,97	0,98	0,97	0,76	0,68	0,69
ABR	0,94	0,92	0,91	0,92	0,86	0,85	0,86
MAY	0,92	0,93	0,94	0,94	0,79	0,92	0,84
JUN	0,86	0,89	0,91	0,91	0,72	0,70	0,74
JUL	0,91	0,92	0,91	0,91	0,78	0,83	0,83
AGO	0,90	0,85	0,87	0,87	0,91	0,90	0,92
SET	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,85	0,86
OCT	0,98	0,97	0,98	0,97	0,95	0,96	0,96
NOV	0,94	0,91	0,91	0,91	0,76	0,80	0,78
DIC	0,89	0,90	0,89	0,89	0,90	0,87	0,87
AÑO	0,95	0,94	0,95	0,94	0,90	0,90	0,90

Observaciones: Los valores indicados para las series GERA 1 a GERA 5 son valores medios relativos al conjunto de series generadas en cada caso.

CUADRO Nº 1.8.8

VALORES DE "RANGE" OBSERVADOS, GENERADOS Y TEORICOS

ESTACION : D.J. OYACACHI

series consideradas	Número de años de cada serie	VALORES CARACTERISTICOS DE "RANGE"		
		"RANGE" MEDIO	"RANGE" 80%	"RANGE" 95%
GERA 1 (25 series)	27	1426	1726	1977
GERA 2 (100 series)	27	1464	1734	1943
GERA 3 (25 series)	50	1905	2158	2465
GERA 4 (25 series)	27	1462	1712	2179
GERA 5 (25 series)	50	1943	2236	2600
VALORES TEORICOS ESPERADOS (Valores Aproxima- dos)	11	900	1080	1400
	27	1500	1700	2200
	50	2000	2300	2900
VALORES HISTORICOS	11	R = 779		
	27	R = 2348		

Obs : Los valores de "range" medio presentados para las series GERA 1 a GERA 5 son valores medios relativos al conjunto de series generadas en cada caso. La unidad de los valores de "range" es m3/s (mes) Multiplicándose su valor por 2.628 se obtiene el volumen en 10⁶m³.

- Comparándose los valores teóricos esperados con los generados, tanto para 27 años como para 50 años, se verifica que aquellos son de la misma magnitud, habiendo una pequeña tendencia de tener valores teóricos mayores que los generados para la serie de 50 años y menores probabilidades de ocurrencia. Las diferencias son aceptables y pueden ser debidas al hecho de ser una comparación aproximada.
- Comparándose tanto los valores generados como los teóricos con los históricos se verifica que los valores históricos de la serie de 27 años tiene baja probabilidad de ocurrencia.
- Comparándose los valores teóricos con los históricos de la serie de 11 años, se verifica que el "range" histórico está próximo del "range" medio esperado. Considerándose que 11 años es un período corto en relación a la vida útil prevista para las obras, no fueron generadas series con dimensión de 11 años.

Completando el análisis, en el Cuadro N° I.3.9 se presentan valores históricos y generados de déficit, es decir volúmenes necesarios para efectuar determinada regulación para diferentes niveles de regulación. Se verifica que para estos niveles, el período histórico se mostró más crítico que los valores medios generados confirmándose lo que se ha obtenido para el "range", o sea, para regulación completa.

CUADRO N° 1.8.9

ANALISIS DE LA REGULACION PARCIAL

ESTACION : D.J. Oyacachi

CAUDAL REGULADO		VALORES DE DEFICIT *	
m ³ /s	% de la media	PERIODO HISTORICO 27 AÑOS	VALORES RELATIVOS AL GERA 4
184,4	0,92	815	638
169,7	0,85	484	411
140,2	0,70	285	223
125,4	0,63	196	155

Obs : Los valores presentados del GERA 4 son valores medios de las series generadas

Los valores de Deficit están en m³/s (mes) del mismo modo que los del "range"

* Volúmenes de embalse necesarios para regulación parcial

8.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerándose una vida útil prevista para las obras de 50 años, tomaremos como base este período para la selección de los valores de range a considerar. En este caso, deberían ser usadas series con "range" de cerca de 1950 y 2300 que corresponden a probabilidades de 50% y 85% conforme los resultados del GERA 5. De acuerdo a resultados teóricos, este último valor de 2300 tendría probabilidad de 80% solamente.

Así, se seleccionó la serie histórica de 27 años como más crítica y una serie de 27 años con "range" de cerca de 1950, escogida entre las series generadas por el conjunto GERA 4.

De esta manera, se mantiene la utilización de la serie histórica, lo que es conveniente teniendo en cuenta que la metodología de generación de series es relativamente nueva y está en fase de implementación. Además, se utiliza una serie generada con probabilidad conocida (50%) de manera que la utilización de esas series en el análisis del sistema, operaciones de embalses, pueda permitir verificar la sensibilidad de este sistema en relación a variación en la serie de caudales. Si es necesario se podrá seleccionar más tarde otras series que puedan interesar.

ANEXO I - HIDROLOGIA

Los Cuadros Nos. I.8.10 y I.8.11 presentan los caudales generados seleccionados para D.J. Oyacachi y Baeza y las Láminas Nos. HS/IA-442-HM-075 y 076 presentan, respectivamente, la probabilidad del "range" en D.J. Oyacachi y las curvas diferenciales de caudales medios mensuales de las series histórica y estocástica.

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - INECEL

CUADRO Nº 1.8.10

CAUDALES GENERADOS SELECCIONADOS PARA D.J. OYACACHI, m³/s

HOJA 1 DE 2

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Media
1949	100.677	84.958	184.169	213.727	232.153	194.024	194.795	180.534	109.288	137.972	177.512	201.506	167.610
1950	155.485	149.356	137.859	193.392	239.441	371.491	302.653	228.680	194.922	106.945	181.535	192.140	205.325
1951	159.044	104.993	126.192	150.415	177.125	238.209	311.337	261.277	195.536	138.427	160.322	98.181	176.755
1952	97.026	115.226	122.517	122.227	206.588	144.103	214.728	149.850	153.825	129.498	152.520	134.944	145.254
1953	145.809	109.106	108.492	231.415	222.446	363.764	597.836	276.115	178.302	47.512	260.832	116.315	221.499
1954	23.292	104.069	102.075	217.053	234.413	284.707	389.566	250.268	171.705	107.875	208.048	176.640	189.142
1955	163.845	94.911	174.724	246.552	240.000	296.636	442.945	282.767	195.865	187.832	208.075	105.184	220.365
1956	95.169	100.852	83.147	129.009	188.280	272.464	238.846	229.871	201.057	196.590	120.875	137.888	166.171
1957	67.008	120.174	170.966	177.516	246.085	360.453	235.411	162.486	231.328	141.444	206.586	145.784	188.770
1958	89.214	79.856	95.025	94.005	232.062	387.982	192.741	258.256	188.734	168.417	154.320	66.812	167.285
1959	89.750	116.469	81.210	144.531	238.728	326.928	325.350	237.016	197.571	140.612	195.546	75.445	180.763
1960	107.424	52.758	89.290	107.282	202.974	312.739	217.260	222.477	108.486	198.312	145.007	190.755	162.897
1961	227.628	179.337	113.650	185.057	186.584	242.170	290.923	203.510	220.921	174.315	165.292	138.227	194.801
1962	128.618	65.237	175.648	232.827	372.032	313.719	503.076	363.753	254.879	288.279	162.962	143.861	250.408
1963	152.429	122.687	156.339	182.344	105.557	225.212	266.877	257.365	173.429	191.755	155.477	144.834	177.859
1964	125.908	175.906	85.400	282.247	213.816	296.136	280.749	203.804	227.819	146.301	209.121	148.112	189.610
1965	168.377	115.979	148.229	165.192	210.256	255.594	261.738	177.390	213.703	128.683	162.344	161.426	181.160
1966	89.634	107.649	180.846	206.995	219.282	250.412	297.746	177.447	268.723	218.773	116.515	172.861	192.241
1967	180.695	99.330	126.005	180.242	153.719	297.625	468.881	241.063	206.990	215.315	127.430	184.265	206.797

1-2
63
2
1

2. 2. 2.

[illegible]

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - INECEL

CUADRO Nº I.8.11

CAUDALES GENERADOS SELECCIONADOS PARA BAEZA, m³/s

TABLA Nº

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Media
1949	22.816	21.646	46.902	59.290	52.479	49.985	44.071	55.908	33.799	38.270	42.410	44.942	42.710
1950	40.552	32.815	35.442	51.580	52.834	70.876	86.737	64.820	46.731	29.957	37.486	47.967	49.816
1951	35.033	27.959	34.762	33.607	46.409	53.299	78.792	67.899	41.941	31.184	46.871	25.435	43.599
1952	22.018	31.641	33.544	33.712	50.680	40.552	54.990	45.276	43.107	33.899	38.657	25.335	37.784
1953	43.734	33.859	32.688	62.358	54.203	63.704	109.808	70.632	39.907	13.191	52.961	32.977	50.833
1954	8.358	27.776	33.436	49.400	43.441	88.212	69.892	59.697	44.849	24.289	43.300	36.614	44.105
1955	42.370	27.056	40.388	61.143	45.958	53.687	93.051	74.741	47.442	46.943	42.927	28.686	50.866
1956	18.653	33.914	24.402	31.938	44.746	61.470	61.507	57.764	49.659	46.400	37.856	39.254	42.297
1957	19.529	36.052	33.029	41.869	61.673	71.584	55.145	52.358	58.299	37.163	37.873	32.731	44.775
1958	23.688	19.787	33.185	19.066	47.783	99.441	60.198	64.613	55.515	39.659	32.779	16.578	43.108
1959	20.557	31.902	25.883	34.768	41.497	68.224	60.363	61.707	47.679	33.670	34.998	20.541	40.149
1960	22.288	14.636	34.631	29.683	39.119	77.080	53.037	49.639	33.144	50.866	33.937	33.453	39.293
1961	35.225	34.542	32.572	41.043	42.073	50.268	62.106	57.194	44.798	47.176	35.943	33.647	43.049
1962	37.861	16.557	42.397	64.603	74.306	58.979	105.277	74.572	63.191	66.704	35.324	31.458	55.936
1963	21.353	38.021	34.592	36.887	36.376	53.912	78.491	71.892	45.184	42.759	33.593	31.208	43.689
1964	28.486	35.689	29.322	68.207	52.250	50.806	57.671	52.275	60.563	38.463	38.925	37.324	45.832
1965	30.373	28.616	43.101	41.523	39.759	52.817	72.073	43.049	45.372	39.454	34.630	32.656	41.952
1966	28.493	30.377	34.317	48.544	51.432	63.213	81.733	52.596	60.988	49.151	24.799	39.982	47.136
1967	29.994	33.449	31.640	52.494	34.763	52.556	102.430	61.668	50.215	53.082	25.918	35.501	46.976

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA - INECEL

CUADRO N° I.3.11 (Continuación)
CAUDALES GENERADOS SELECCIONADOS PARA BAEZA, m³/s

HOJA 2 DE 2

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBRE	NOVIEMB.	DICIEMB.	Media
1968	42.138	39.838	52.519	41.488	47.156	69.299	50.111	84.547	55.910	40.421	44.946	39.853	50.686
1969	38.592	29.866	39.869	34.995	53.527	49.854	71.664	69.520	58.383	56.881	36.462	46.108	48.810
1970	30.335	26.094	35.118	38.205	40.988	61.136	105.684	62.815	50.655	30.344	52.436	43.987	48.150
1971	74.847	53.898	26.458	31.114	56.797	62.275	62.562	49.181	52.302	30.960	46.311	37.395	48.675
1972	61.548	39.952	30.677	42.033	49.039	71.216	98.038	98.807	51.617	25.542	41.222	45.410	54.592
1973	28.902	24.902	32.521	20.871	30.335	66.022	43.372	50.806	38.925	38.595	29.860	30.266	35.615
1974	29.504	37.266	34.924	46.889	54.598	75.122	81.522	53.460	49.659	55.977	58.150	25.020	50.174
1975	38.631	44.829	29.999	50.673	45.075	79.075	97.243	69.232	45.519	52.413	39.148	26.471	51.480
MEDIA	32.123	31.590	34.938	43.259	47.752	63.506	74.206	62.099	48.717	40.497	39.248	34.104	46.003
DESVIO	13.745	8.398	6.246	12.800	8.970	13.150	20.378	12.448	7.843	11.674	7.747	7.972	17.508
CORRER	0.333	0.534	-0.384	0.198	0.436	-0.011	-0.021	0.488	0.214	0.323	-0.378	0.040	0.528
GAMA	1.227	0.236	0.853	0.179	0.660	0.744	0.287	0.923	-0.028	-0.005	0.466	-0.149	1.011
CORRCS	0.878	0.840	0.560	0.911	0.836	0.592	0.891	0.881	0.820	0.968	0.785	0.890	0.910
RANGE	8.215	2.904	1.714	1.142	0.759	0.522	0.327	0.246	0.164	0.082			
V. REG	46.003	42.239	38.474	34.710	30.945	27.180	23.416	19.651	15.887	12.122			

PÚBLICO

DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

ECUADOR

PROYECTO HIDROELÉCTRICO COCA ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD

(EC0004)

ANEXO I INFORME HIDROLÓGICO ACTUALIZADO INCLUYENDO EL ESTUDIO DE SEDIMENTACIÓN

VOLUMEN II – LÁMINAS

OCTUBRE 1977

10-412/SF-EE
271/00-EE
411/SF-EE
R/L.

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION - INECEL

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA

INFORME DE PREFACTIBILIDAD

ANEXO I - INFORME HIDROLOGICO ACTUALIZADO INCLUYENDO EL
ESTUDIO DE SEDIMENTACION

VOLUMEN II - LAMINAS

OCTUBRE, 1977

QUITO-ECUADOR

INDICE
DE
LAMINAS

<u>Nº</u>	<u>TITULO</u>
HS/IA-442-HM-005	Ubicación de las estaciones Hidrometeorológicas de la Cuenca del Río Quijos-Coca.
HS/IA-442-HM-001	Disponibilidad de datos Hidrometeorológicos Datos Fluviométricos.
HS/IA-442-HM-002	Disponibilidad de datos Hidrometeorológicos Datos Pluviométricos - Hoja Nº 1
HS/IA-442-HM-003	Disponibilidad de datos hidrometeorológicos Datos Pluviométricos - Hoja Nº 2
HS/IA-442-HM-004	Disponibilidad de datos hidrometeorológicos Datos Pluviográficos
HS/IA-442-HM-006	Curvas de doble masa de diversas estaciones en relación a Baños.
HS/IA-442-HM-007	Curvas de doble masa - Base (Borja M. Josefina + Chalpi + Papallacta + La Mica) - Hoja Nº 1
HS/IA-442-HM-008	Curvas de doble masa - Base (Borja M. Josefina + Chalpi + Papallacta + La Mica) Hoja Nº 2.

NºT I T U L O

HS/IA-442-HM-009	Curvas de doble masa - Base (Borja M. Josefina + Chalpi + Papallacta + La Mica) Hoja Nº 3
HS/IA-442-HM-010	Río Quijos en Baeza - Curva de Descarga
HS/IA-442-HM-011	Río Quijos D.J. Oyacachi - Curva de Descarga
HS/IA-442-HM-012	Río Coca en San Rafael - Curva de Descarga
HS/IA-442-HM-013	Río Cosanga A.J. Quijos - Curva de Descarga
HS/IA-442-HM-014	Río Oyacachi A.J. Quijos - Curva de Descarga
HS/IA-442-HM-015	Río Sardinas A.J. Río Quijos - Curva de Descarga
HS/IA-442-HM-016	Río Borja A.J. Río Quijos - Curva de Descarga
HS/IA-442-HM-017	Río Santa Rosa A.J. Río Quijos - Curva de Descarga
HS/IA-442-HM-018	Río Malo A.J. Río Coca - Curva de Descarga
HS/IA-442-HM-047	Río Coca A.J. Río Malo - Curva de Descarga
HS/IA-442-HM-048	Correlación de caudales medios mensuales entre Río Quijos en Baeza y Río Oyacachi A.J. Quijos.
HS/IA-442-HM-021	Correlación de caudales medios mensuales entre Río Quijos en Baeza y Río Quijos D.J. Oyacachi

Nº

T I T U L O

HS/IA-442-HM-022	Correlación de caudales medios mensuales entre Río Quijos D.J. Oyacachi y la suma de los Ríos Oyacachi, Cosanga y Quijos en Baeza.
HS/IA-442-HM-049	Correlación de caudales medios mensuales entre Quijos D.J. Oyacachi y Coca en San Rafael.
HS/IA-442-HM-024	Correlación de caudales medios mensuales entre Río Cosanga y el área intermedia
HS/IA-442-HM-025	Fluctuación de los caudales medios mensuales en las estaciones del Río Quijos en Baeza y D.J. Oyacachi, observados y calculados por la correlación múltiple polinomial.
HS/IA-442-HM-026	Correlación de caudales medios mensuales entre Río Quijos en Baeza y D.J. Oyacachi (valores obtenidos por correlación múltiple)
HS/IA-442-HM-050	Características de variación y regulación de caudales en el sitio de presa "Borja"
HS/IA-442-HM-051	Características de variación y regulación de caudales en el sitio de presa "El Chaco" sin Desvío

<u>Nº</u>	<u>T I T U L O</u>
HS/IA-442-HM-052	Características de variación y regulación de caudales en el sitio de presa " El Chaco con desvío 80% del Río Oyacachi."
HS/IA-442-HM-053	Características de Variación y regulación de caudales en el sitio de Presa "Balsas".
HS/IA-442-HM-054	Características de variación y regulación de caudales en el sitio de presa "Salado".
HS/IA-442-HM-055	Características de variación y Regulación de caudales en el sitio de presa "Malo"
HS/IA-442-HM-033	Composición de la crecida de Julio de 1.974.
HS/IA-442-HM-034	Crecientes máximas en Julio 1.974
HS/IA-442-HM-035	Correlación de volúmenes de crecidas entre el Río Cosanga A.J. Quijos y Río Quijos en Baeza
HS/IA-442-HM-036	Correlación de volúmenes de crecidas entre Río Oyacachi A.J. Quijos y Río Quijos en Baeza.
HS/IA-442-HM-037	Correlación de volúmenes de crecidas entre Río Quijos D.J. Oyacachi y Coca en San Rafael.

Nº

T I T U L O

HS/IA-442-HM-056	Curvas de masas de tormentas en estaciones seleccionadas.
HS/IA-442-HM-057	Distribución espacial de las tormentas en la cuenca del Río Quijos-Coca
HS/IA-442-HM-059	Comparación de crecidas - Quijos en Baeza
HS/IA-442-HM-060	Comparación de crecidas - Quijos D.J.Oyacachi
HS/IA-442-HM-061	Comparación de crecidas - Coca en San Rafael
HS/IA-442-HM-058	Probabilidad de precipitaciones máximas diarias.
HS/IA-442-HM-062	Hidrogramas de crecidas en los sitios de presa.
HS/IA-442-HM-046	Frecuencias de crecidas en los sitios de presa
HS/IA-442-HM-063	Producción de sedimentos en el embalse de "Borja"
HS/IA-442-HM-064	Producción de sedimentos en el embalse de "EL Chaco"
HS/IA-442-HM-065	Producción de sedimentos en el embalse de "Balsas"

Nº

T I T U L O

HS/IA-442-HM-066

Producción de sedimentos en el embalse de
"Salado"

HS/IA-442-HM-067

Producción de sedimentos en el embalse de
"Malo"

HS/IA-442-HM-068

Curva granulométrica adoptada de sedimentos
en suspensión. para el cálculo del peso es-
pecífico.

DISPONIBILIDAD DE DATOS PLUVIOMETRICOS

LEYENDA

ESTADISTICA CON FALTA DE DATOS
ESTADISTICA COMPLETA

DISPONIBILIDAD DE DATOS PLUVIOMETRICOS

LEYENDA

ESTADISTICA CON FALTA DE DATOS
ESTADISTICA COMPLETA

DISPONIBILIDAD DE DATOS PLUVIOGRAFICOS

LEYENDA

ESTADISTICA CON FALTA DE DATOS

ESTADISTICA COMPLETA

CC-0 CHICG

100-443886-100

INSTITUTIONAL INVESTORS
CITY OF NEW YORK

PROTECTED BY COPYRIGHT

DISPONIBILIDAD DE DATOS HIDROMETEOROLOGICOS

[illegible]

Figure 1

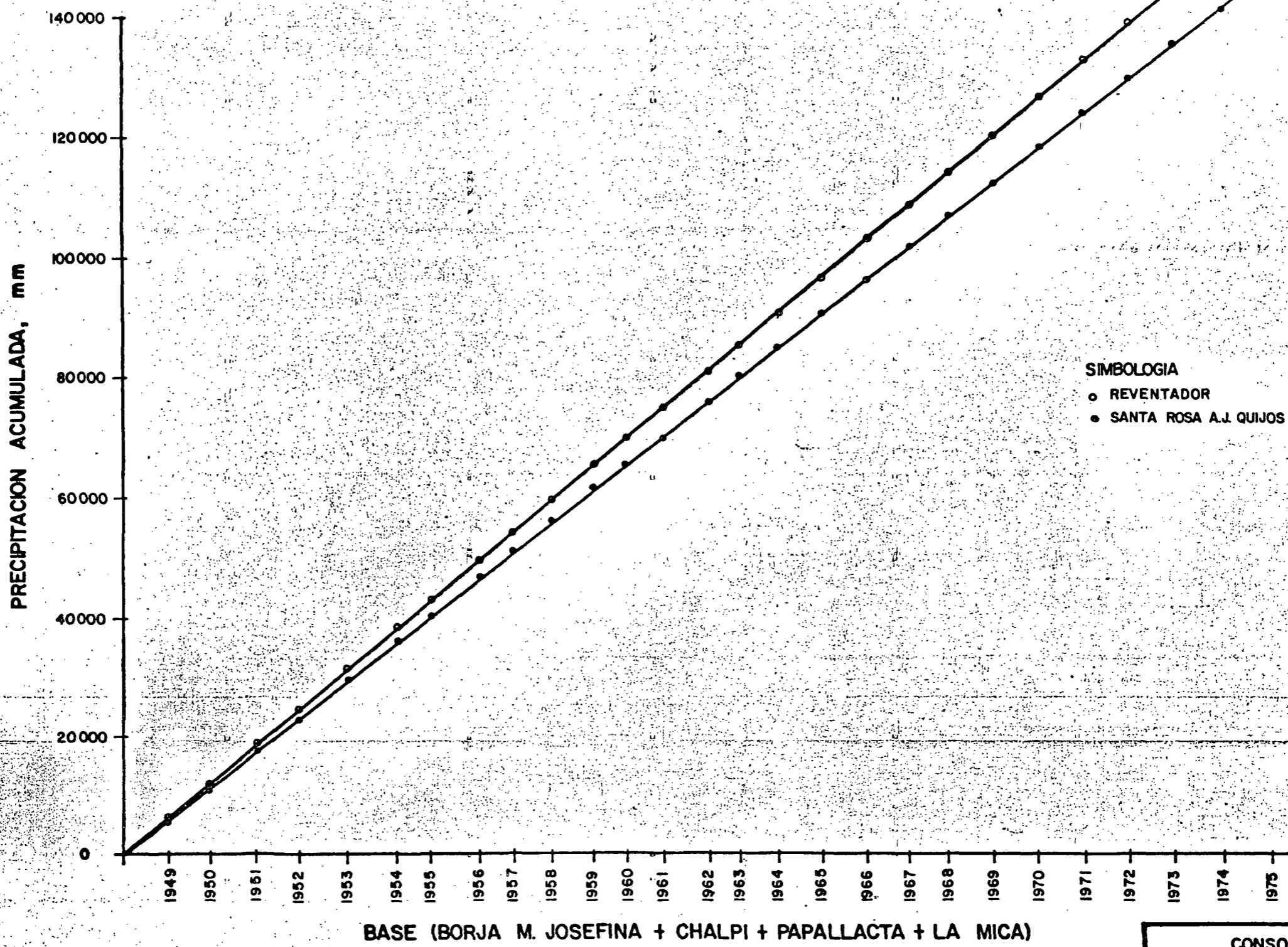
706 CC-800-600-39

442-HM-004

AUMENTO DE DATOS DE 1976

77-1561

HIDROSERVICE Nº HS/IA-COCA-PM-008		FECHA		DIBUJO		VERIFICADO		INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			
UNIDADES PARTIC.	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	U.A. RESP. TAREA	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	RESPONSABLE POR EL CONSORCIO	FIRMAS	FECHA	LIBRO	VERIFICADO	
			HM	gg	JEFE U.A.	ING. CIVIL LINCOLN A. GUEROZ CREA 2032/D 4º Reg-VISTO 3208- 6º Reg.			F. LANDAZURI	543	
			JEFE PROYECTO	DIRECTOR U.A. PMT	ENC. SUPLEN. PROJ.				JEFE ADJUNTO PROYECTO	RESP. CONSORCIO NACIONAL	



NOTAS :

CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CURVAS DE DOBLE MASA BASE (BORJA M. JOSEFINA+CHALPI+PAPALLACTA+LA MICA)	
HOJA 2 DE 3	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
Nº HS/IA-442-PM-008	REF.

DIBUJOS DE REFERENCIA	FECHA	NUMERO

Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIE	APROB.
4						
3						
2						
1	JUL-77	AUMENTO DE DATOS DE 1976				

HIDROSERVICE Nº HS/IA-COCA-HM-007

UNIDADES PARTIC.

ENC. DE GRUPO

JEFE DE U.A.

FECHA

U.A. RESP. TAREA

HM

DIRECT. DEL PROYECTO

DIRECTOR U.A. PART.

VERIFICADO

ENC. DE GRUPO

JEFE DE U.A.

DIRECTOR SUPLENTE DEL PROYECTO

RESPONSABLE POR EL CONSORCIO

INC. CIVIL LINCOLN A. BUELA

AREA BORJA A. BUELA - VISTO DE BORJA A. BUELA

VERIFICADO

DIBUJO

F. LANDAZURI

JEFE ASISTENTE TECNICO

RESERVA CONSORCIO NACIONAL

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

FECHA

NOTAS:

DIBUJOS DE REFERENCIA

FECHA

NUMERO

4

3

2

1

Nº

FECHA

NATURALEZA DE LA REVISION

CUADR.

POR

VERIF.

APROB.

HOJA 3 DE 3

ESCALA

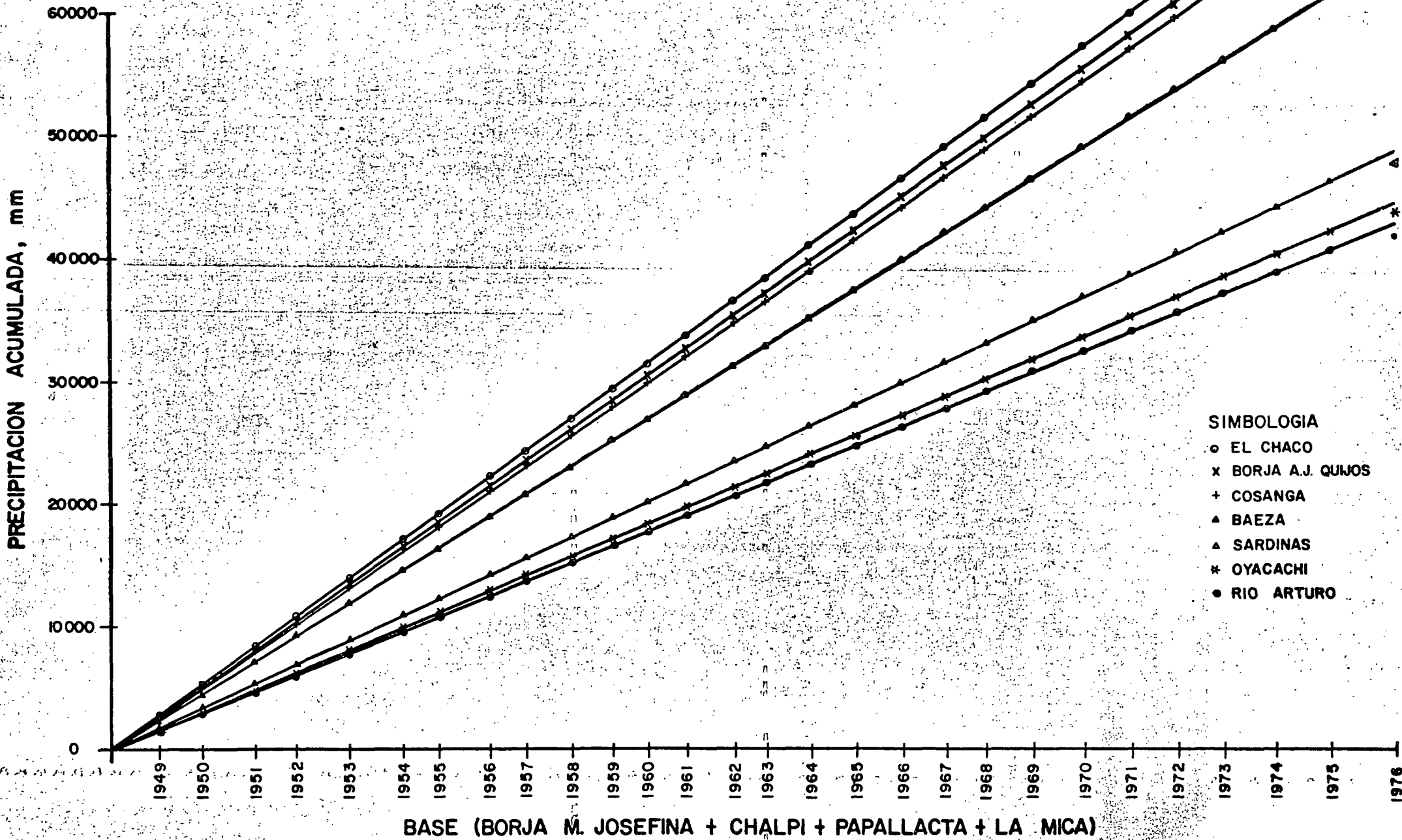
Nº HS/IA-442-HM-009

RECOMENDADO

APROBADO

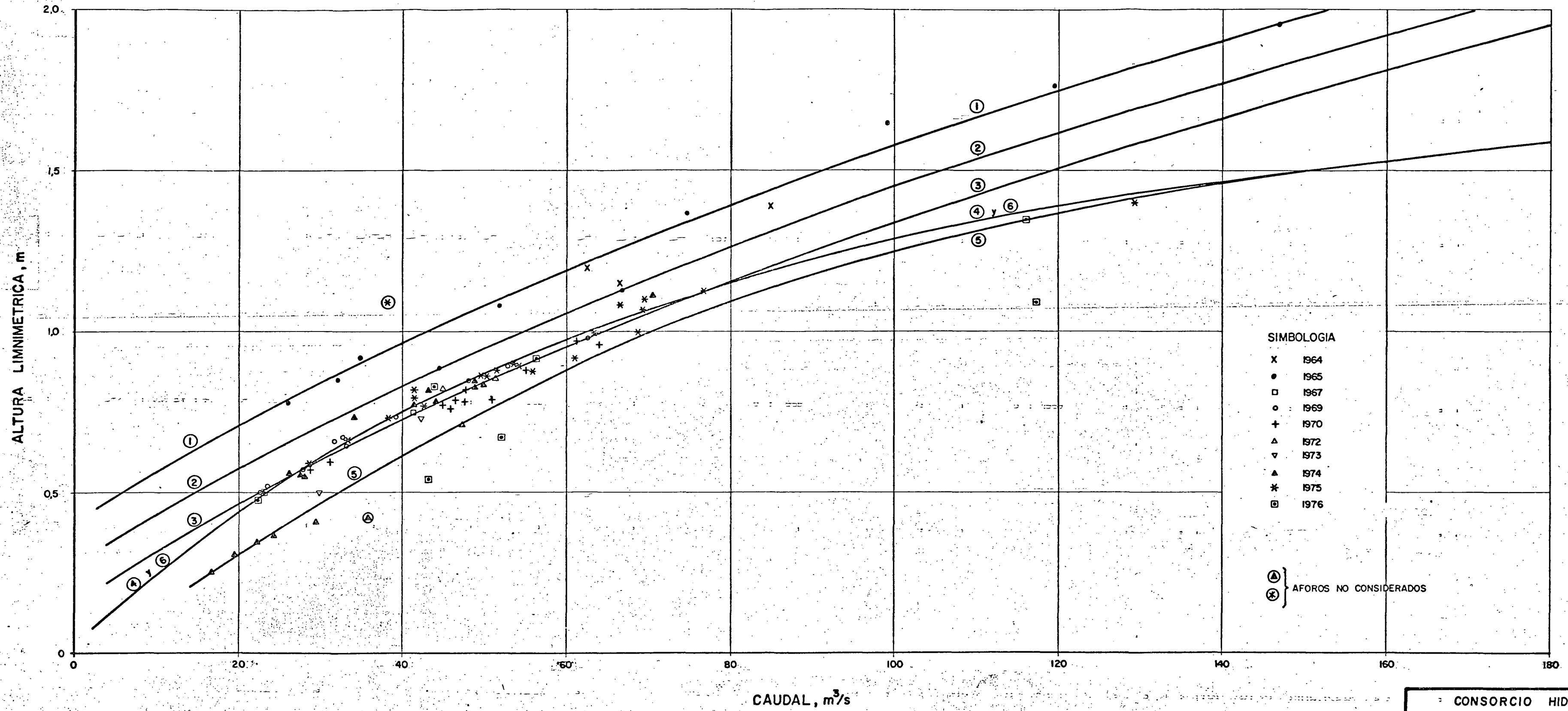
REF.

- SIMBOLOGIA
- EL CHACO
 - x BORJA A.J. QUIJOS
 - + COSANGA
 - ▲ BAEZA
 - △ SARDINAS
 - * OYACACHI
 - RIO ARTURO



CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA	
CURVAS DE DOBLE MASA	
BASE (BORJA M. JOSEFINA + CHALPI + PAPALLACTA + LA MICA)	
HOJA 3 DE 3	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
Nº HS/IA-442-HM-009	REF.

HIDROSERVICE Nº HS/IA-COCA-HM-016		FECHA	DIBUJO		VERIFICADO		INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
UNIDADES PARTIC.	ENC. DE GRUPO	JEFE DE U.A.	ENC. DE GRUPO	ENC. DE TAREA	ENC. DE GRUPO	JEFE DE U.A.	FECHA	DIBUJO
				HM			- 0 - 7	M. DOMINGUEZ
							JEFE ADJUNTO	PROYECTO
							JEFE ADJUNTO	PROYECTO
RESPONSABLE POR CONSORCIO								
ING. CIVIL LINCOLN A. QUEROZ CREA 20550 4-Reg. - VISTO 32 308-6-Reg.								
FIRMAS								



NOTAS:

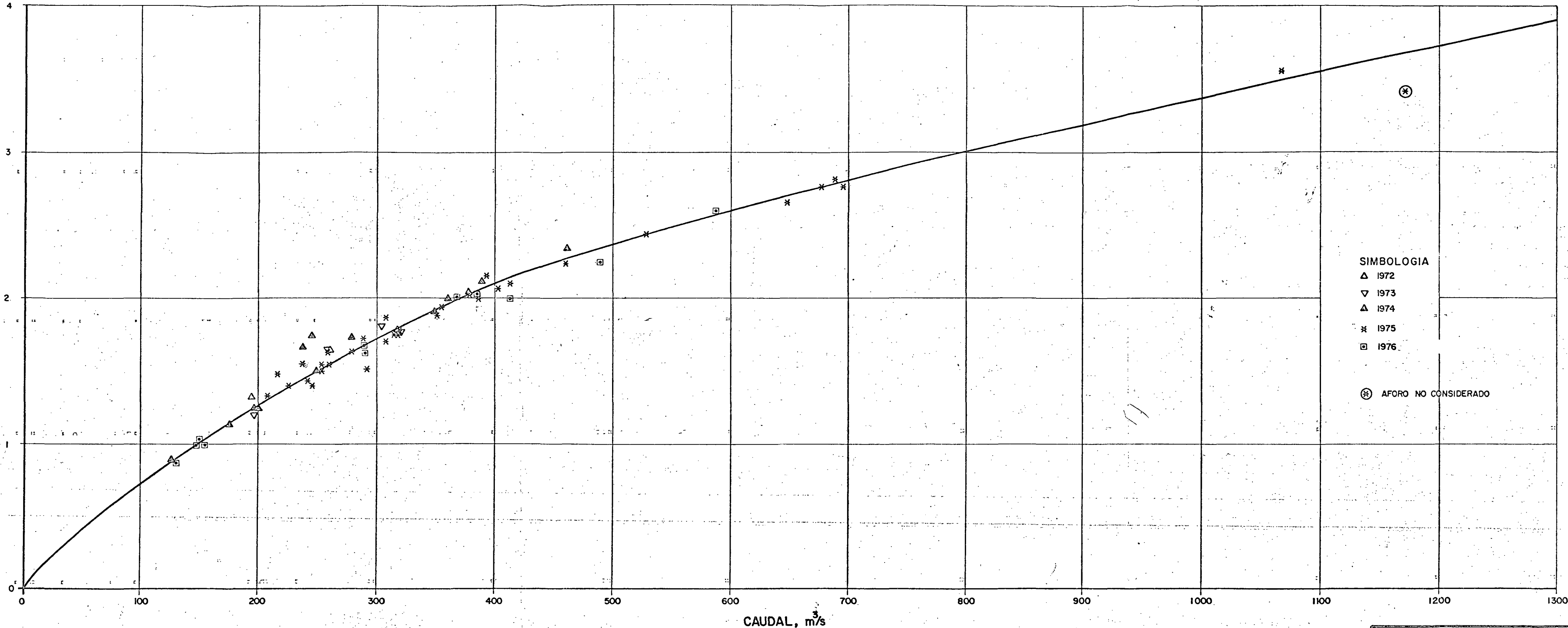
DIBUJOS DE REFERENCIA	FECHA	NUMERO

4							
3							
2							
1	JUL-77	AUMENTO DE DATOS DE 1976					
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROB.	

CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT		
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR		
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA RIO QUIJOS EN BAEZA CURVA DE DESCARGA		
HOJA	DE	RECOMENDADO
ESCALA		APROBADO
NºHS/IA-442-HM-010		REF.

HIDROSERVICE N°HS/IA-HM-017		FECHA: 22/1/76		DIBUJO: ENC. DE GRUPO		VERIFICADO: JEF. DE U.A.		RESPONSABLE POR CONSORCIO		INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
UTIDADES PARTIC.		JEF. DE U.A.		DIRECTOR DEL PROYEC.		DIRECTOR SUPERV.		ING. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ		FIRMAS	
								CREA 2033/0 4 Reg. - VISTO 32 306-6 Reg.		F. LANDAZURI	
										JEFE ADJUNTO PROYECTO	
										RESP. CONSORCIO NACIONAL	

ALTURA LIMNIMETRICA, m



NOTAS:

DIBUJOS DE REFERENCIA

FECHA

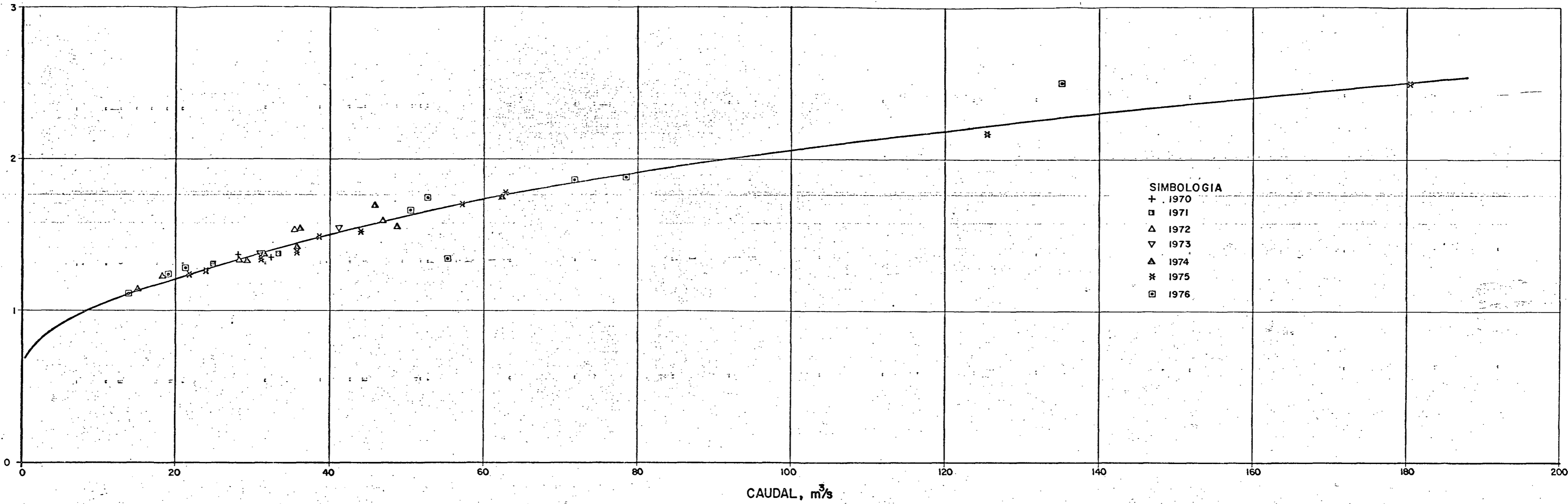
NUMERO

4							
3							
2							
1	JUL-77	AUMENTO DE DATOS DE 1976					
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF	APROB	

CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA RIO COCA EN SAN RAFAEL CURVA DE DESCARGA	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
NºHS/IA-442-HM-012 REF.	

HIDROSERVICE Nº HS/IA-COCA-HM-011		FECHA	DIBUJO	VERIFICADO	RESPONSABLE POR EL CONSORCIO		FIRMAS		INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT		FECHA	DIBUJO	VERIFICADO
UNIDADES PARTICIPANTES		U.A. RESP. TAREA	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	ING. CIVIL LINCOLN A. QUEROZ		FIRMAS		JEFE ADJUNTO PROYECTO		FECHA	DIBUJO	VERIFICADO
		JEFE PROYECTO	DIRECTOR U.A. PART	DIREC. SUPERV. PROJ.	CREA 2033/D 41Reg-VISTO 32304-41Reg.				JEFE CONSORCIO NACIONAL				

ALTURA LIMNIMETRICA, m



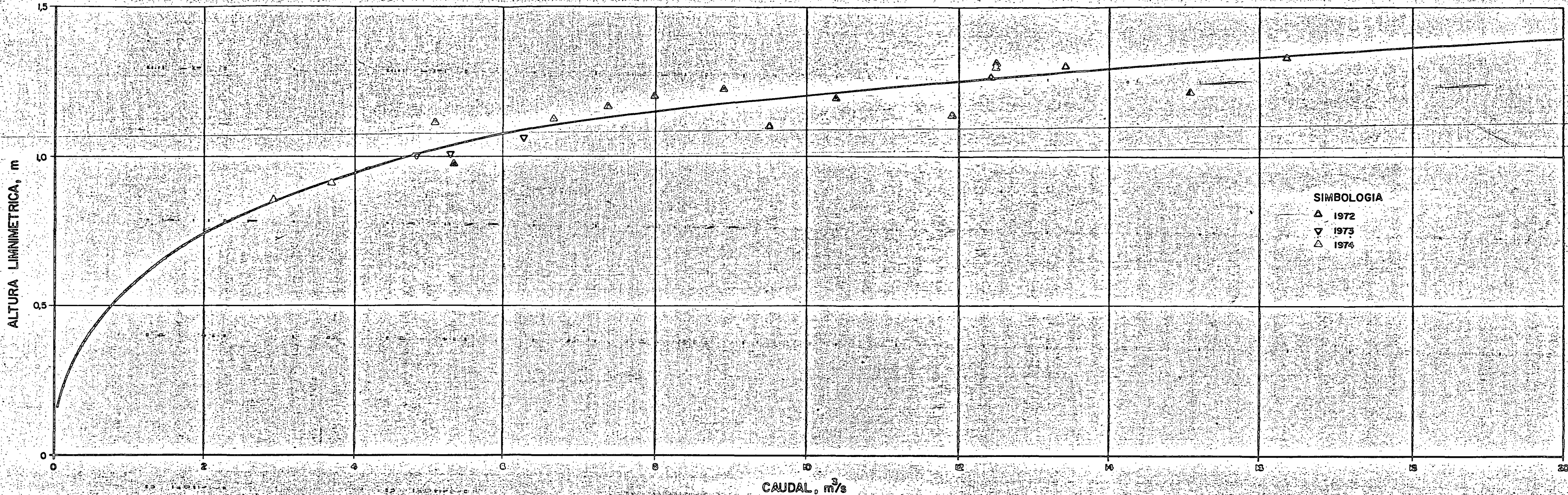
NOTAS:

DIBUJOS DE REFERENCIA	FECHA	NUMERO

4									
3									
2									
1	JUL-77	AUMENTO DE DATOS DE 1976							
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROB.	Nº HS/IA-442-HM-013	REF.	

CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA RIO COSANGA A.J. QUIJOS CURVA DE DESCARGA	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO

HIDROSERVICE Nº HS/IA-COCA-HM-012		FECHA		BOCADO		VERIFICADO		RESPONSABLE POR EL DISEÑO		FECHA		BOCADO		VERIFICADO	
UNIDADES PARTICIPANTES		U.A. REVISOR		U.A. REVISOR		U.A. REVISOR		ING. CIVIL LICENCIADO A GUAYAS		17-08-76		M. DOMINGUEZ		REVISOR CONDUCTO NACIONAL	
		U.A. REVISOR		U.A. REVISOR		U.A. REVISOR		ING. CIVIL LICENCIADO A GUAYAS							
		U.A. REVISOR		U.A. REVISOR		U.A. REVISOR		ING. CIVIL LICENCIADO A GUAYAS							
		U.A. REVISOR		U.A. REVISOR		U.A. REVISOR		ING. CIVIL LICENCIADO A GUAYAS							



NOTAS:

DIAGRAMAS DE REFERENCIA

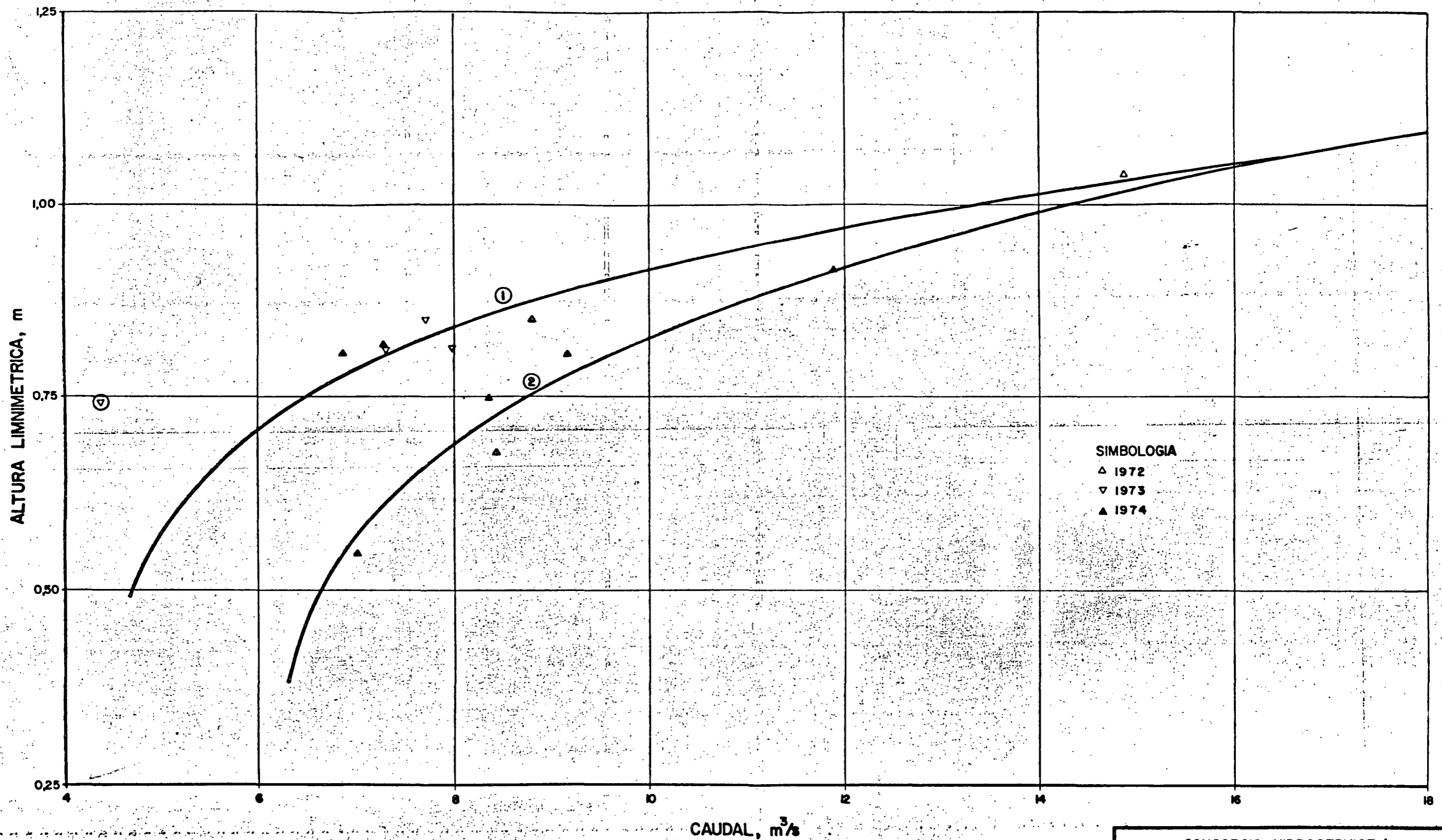
FECHA

NUMERO

4						
3						
2						
1						
0	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CAUDAL	FOR	VERIF	APROB

CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA RIO SARDINAS A.J. RIO GUIJOS CURVA DE DESCARGA	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
Nº HS/IA-442-HM-015	REF

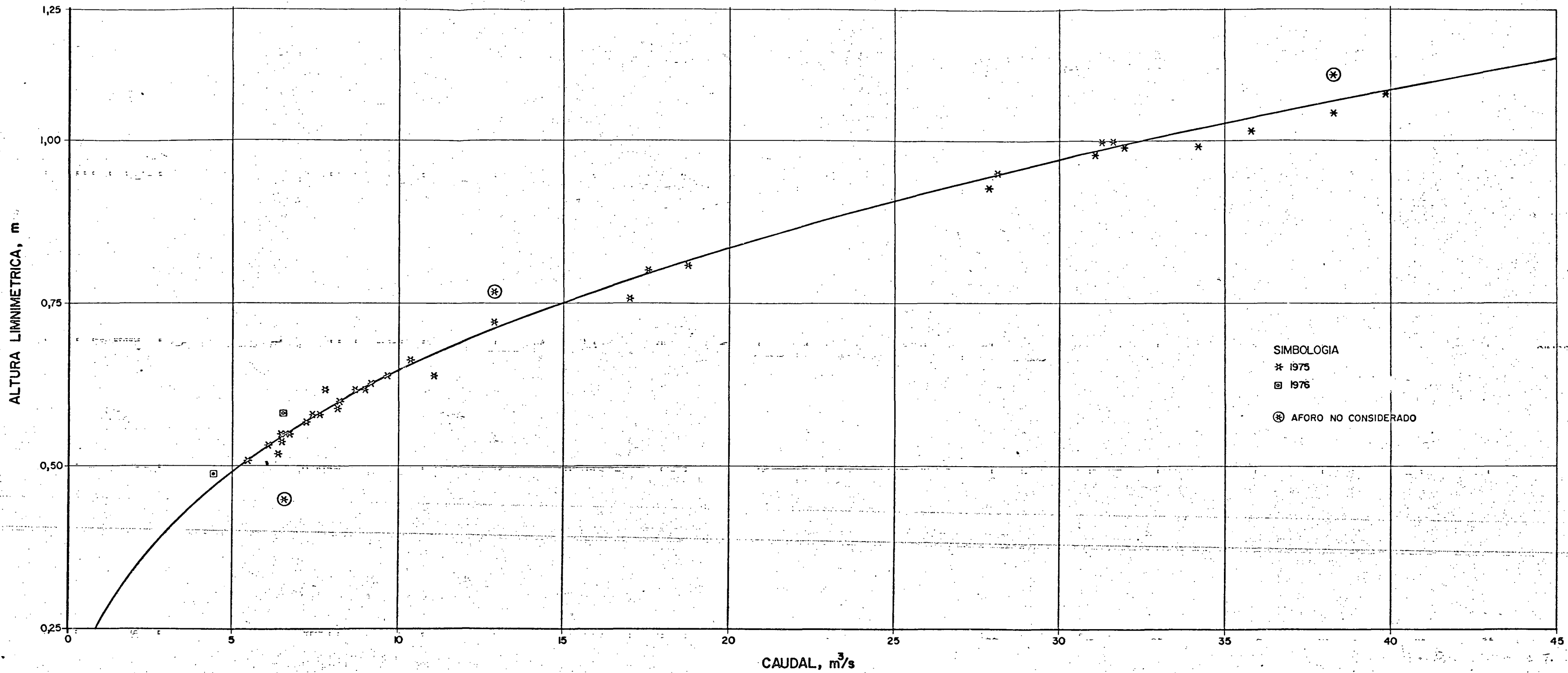
HIDROSERVICE Nº HS/IA-COCA-HMOOS				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			
UNIDADES PARTIC.	ENC. DE GRUPO	JEFE DE U.A.		FECHA	DIBUJO	VERIFICADO	
				10-08-76	M. DOMINGUEZ		
				JEFE ADJUNTO		RESPONS. POR CONSORCIO NACIONAL	
RESPONSABLE POR EL CONSORCIO				FIRMAS			
ING. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ				CREA 2025/0 4º Reg - VISTO 32 508-4º Reg			
FECHA				VERIFICADO			
U.A. RESP. TAREA				ENC. DE GRUPO			
DIRECT. DEL PROYEC.				DIRECTOR U.A. PART.			
DIRECT. DEL PROYEC.				DIRECTOR SUPLEN. DEL PROYECTO			



CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA RIO BORJA A.J. RIO QUIJOS CURVA DE DESCARGA	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
Nº HS/IA-442-HM-016	REF.

NOTAS:		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
DIBUJOS DE REFERENCIA		FECHA		NUMERO		FECHA		NATURALEZA DE LA REVISION		CUADR.		POR		VERIF.		APROB.		FECHA		NATURALEZA DE LA REVISION		CUADR.		POR		VERIF.		APROB.			

UNIDADES PARTICIPANTES		HIDROSERVICE N° HS/IA-COCA-HM-014		FECHA		DIBUJO		VERIFICADO		RESPONSABLE POR EL CONSORCIO		FIRMAS		JEFE ADJUNTO PROYECTO		JEFE CONSORCIO NACIONAL	
		ENC. GRUPO		Jefe U.A.		U.A. RESP. TABLA		ENC. GRUPO		Jefe U.A.						A. VEGA R.	
						HM		Jefe Proyecto		Director U.A. Part.		Jefe U.A.					



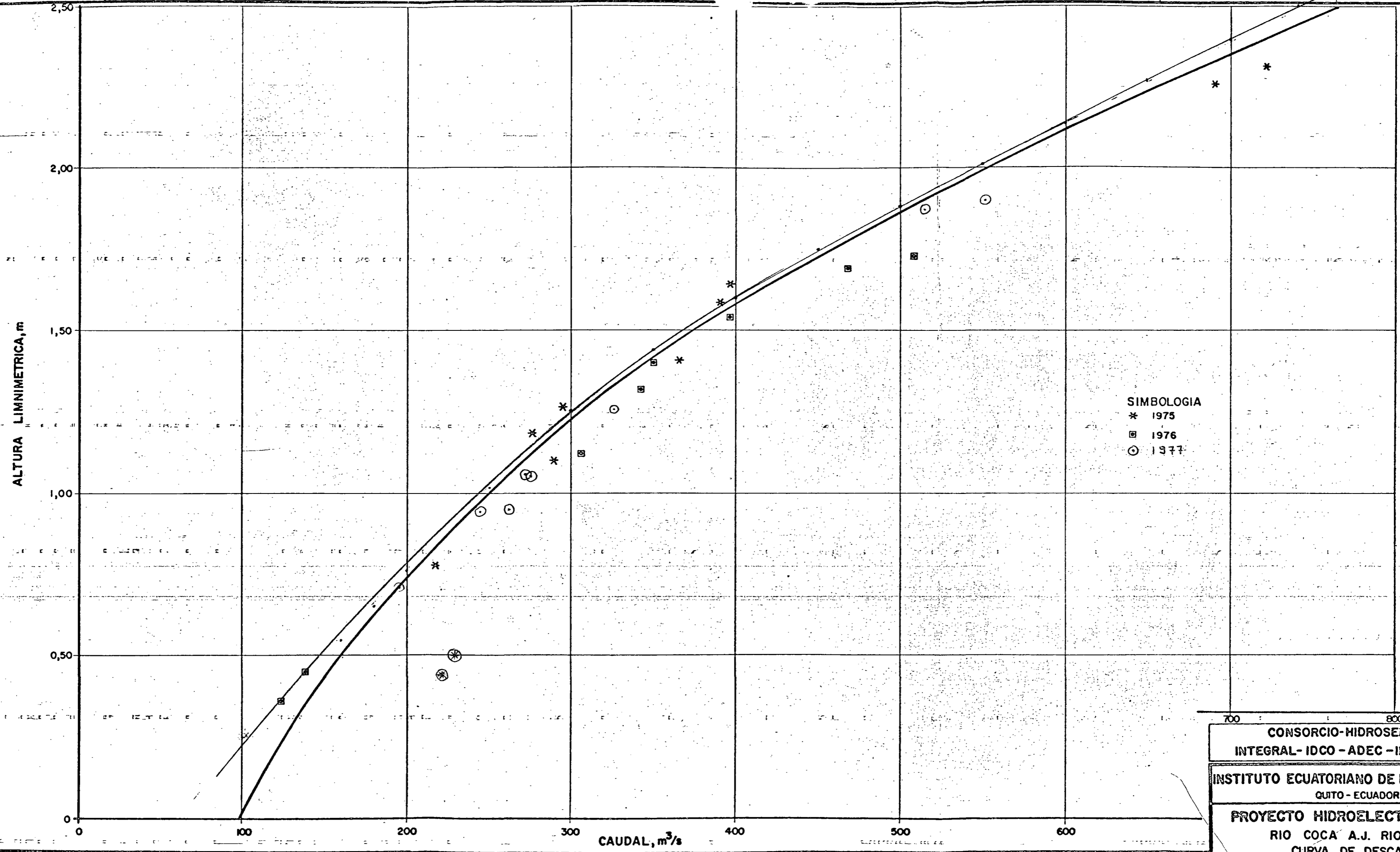
SIMBOLOGIA
* 1975
◻ 1976
⊗ AFORO NO CONSIDERADO

NOTAS:

4							
3							
2							
1	JUL-77	AUMENTO DE DATOS DE 1976					
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROB.	

CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL- IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO-ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA RIO MALO A.J. RIO COCA CURVA DE DESCARGA	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
Nº HS/IA-442-HM-018	REF.

HIDROSERVICE Nº GEN-HM-002						INTEGRAL - IDCO · ADEC - INGECONSULT									
U.A. PARTIC.	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	SUPERV. U.A.	FECMA	DIBUJO	VERIFICADO									
				U.A. REGISTRO H.M.	ENC. GRUPO <i>y3</i>	JEFE U.A. C. GUERRA V. A.									
				JEFE PROYECTO	DIRECTOR U.A. PARTIC.	BASICO, SUPERVIS. POOL									
							RESPONSABLE POR EL CONSORCIO								
							ING. CIVIL LINCOLN A. GUEROZ CHLA 8338/D de Reg. - VIETO 24.804-G-Reg.								
							FIRMADO								
							FECHA 28-07-77								
							DIBUJO C. PEÑAHERRERA								
							JEFES ADJUNTO PROTECTOR RESP. CONSORCIO NACIONAL								

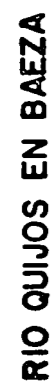


SIMBOLOGIA
* 1975
◻ 1976
⊙ 1977

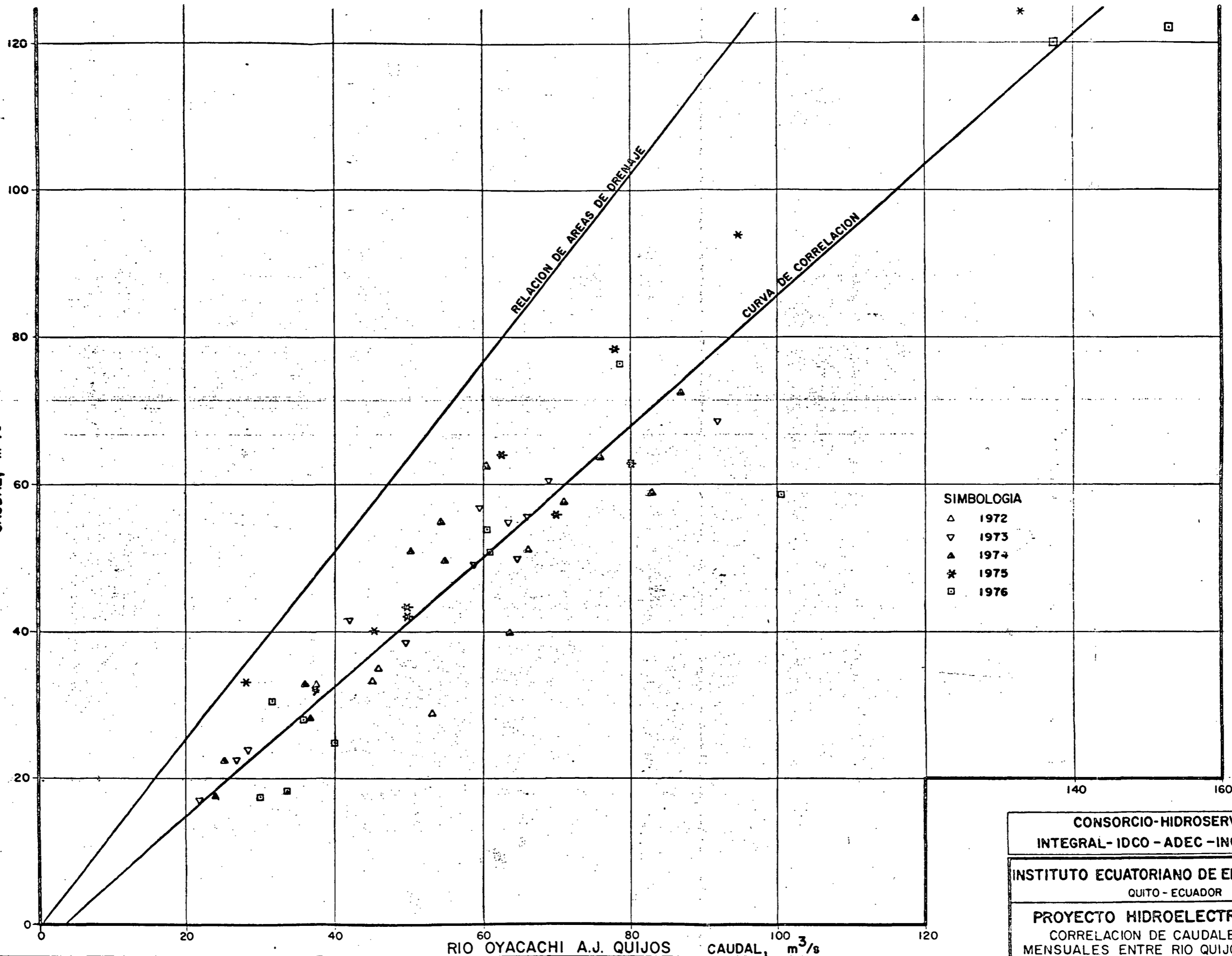
CONSORCIO-HIDROSERVICE / INTEGRAL- IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA RIO COCA A.J. RIO MALO CURVA DE DESCARGA	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
Nº HS/IA-442-HM-047	REF.

NOTAS: (1) Oros no considerados.

4						
3						
2						
1						
19	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROB.

[illegible]

CAUDAL, m³/s



SIMBOLOGIA

△	1972
▽	1973
▲	1974
✱	1975
□	1976

**CONSORCIO-HIDROSERVICE /
INTEGRAL- IDCO - ADEC - INGECONSULT**

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA
CORRELACION DE CAUDALES MEDIOS
MENSUALES ENTRE RIO QUIJOS EN BAEZA
Y RIO OYACACHI AJ. QUIJOS

HOJA	DE	RECOMENDADO
------	----	-------------

ESCALA	APROBADO
--------	----------

8.	Nº HS/IA-442-HM-048	REF.
----	---------------------	------

NOTAS :

4						
3						
2						
1						
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROB.

UNIDADES PARTICIPANTES

HIDROSERVICE Nº HS/IA-COCA-HM-022

ENC. GRUPO

JEFE U.A.

FECHA

22/1/78

U.A. RESP. TAREA

HM

JEFE PROYECTO

DIBUJO

ENC. GRUPO

JEFE U.A.

VERIFICADO

ENC. GRUPO

JEFE U.A.

RESPONSABLE POR EL CONSORCIO

ING. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ

CREA 8083/70 45 Reg. VISTO 32308-67 Reg.

INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT

FECHA

VERIFICADO

ENC. GRUPO

JEFE U.A.

DIBUJO

ENC. GRUPO

JEFE U.A.

VERIFICADO

ENC. GRUPO

JEFE U.A.

JEFE ADJUNTO PROYECTO

JEFE CONSORCIO NACIONAL

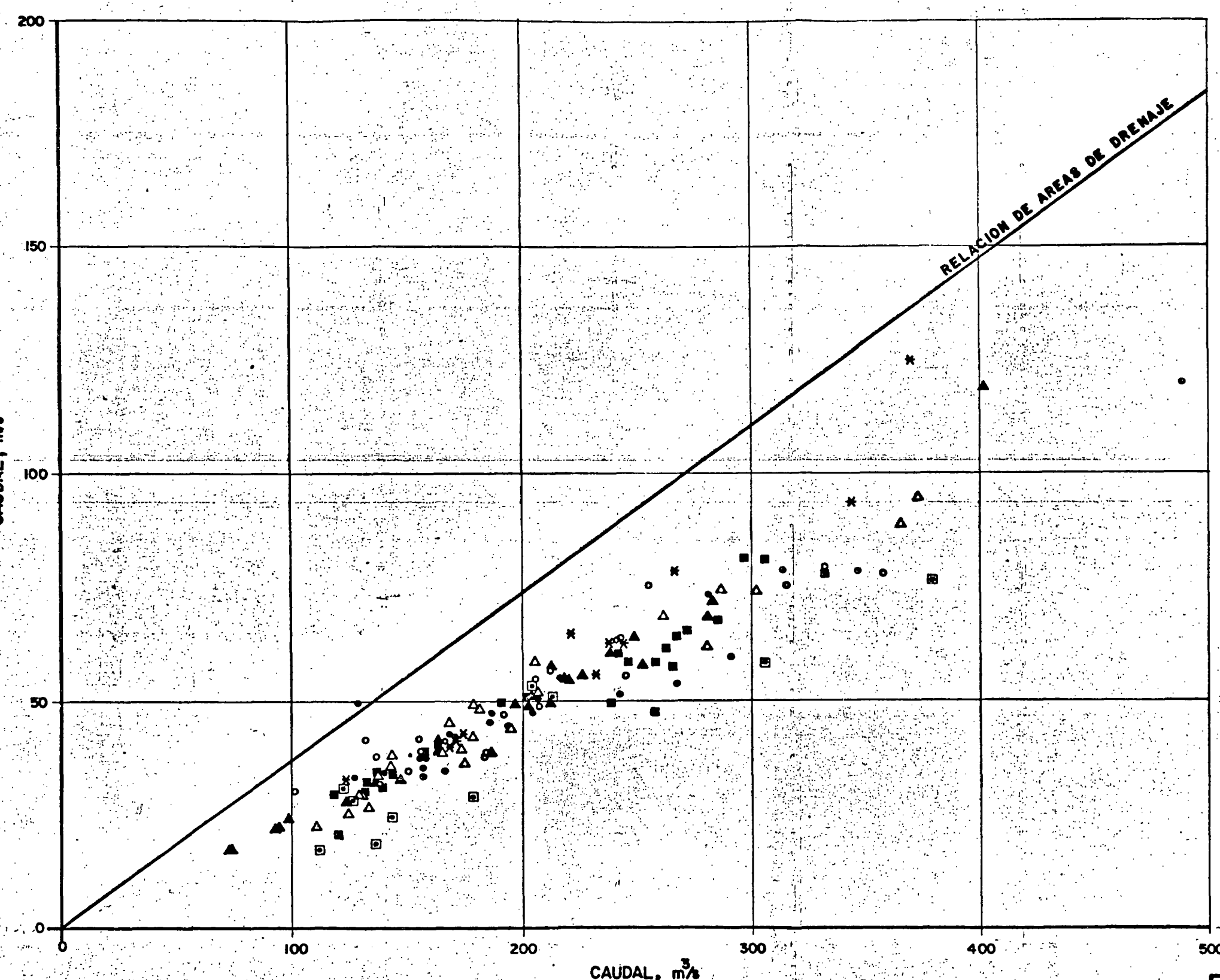
FIRMAS

A. VEGA R.

9/8/78

RIO QUIJOS EN BAEZA

CAUDAL, m³/s



RIO QUIJOS D.J. OYACACHI

- SIMBOLOGIA**
- 1965-1966
 - △ 1967-1968
 - 1969-1970
 - 1971-1972
 - ▲ 1973-1974
 - * 1975
 - 1976

CONSORCIO HIDROSERVICE /
INTEGRAL-IDCO - ADEC - INGECONSULT

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO-ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA
CORRELACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES
ENTRE RIO QUIJOS EN BAEZA Y D.J. OYACACHI
(Valores observados)

HOJA DE

RECOMENDADO

ESCALA

APROBADO

Nº HS/IA-442-HM-021

REF.

NOTAS:

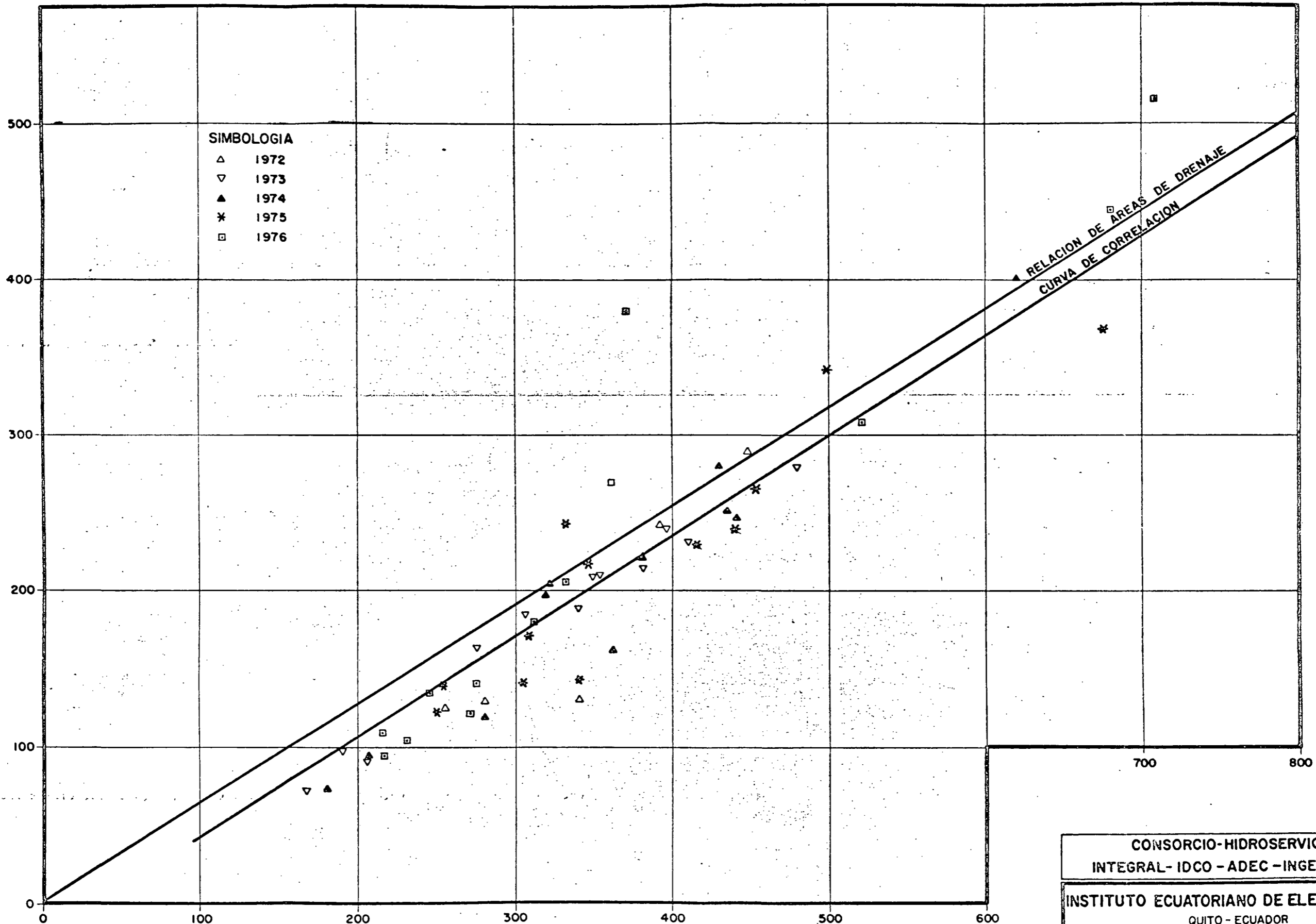
DIBUJOS DE REFERENCIA	FECHA	NUMERO

Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROB.
4						
3						
2						
1	JUL-77	AUMENTO DE DATOS DE 1976				

ROSERVICE Nº GEN-HM-004		FECHA		DISEÑO		VERIFICADO		RESPONSABLE POR EL CONSORCIO		INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
U.A. PARTIC. ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPERV. U.A.		U.A. REGISTARÍA ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPLEN. U.A.		U.A. REGISTARÍA ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPLEN. U.A.		U.A. REGISTARÍA ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPLEN. U.A.		RES. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ		06-09-77 C. MONTE E.	
U.A. PARTIC. ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPERV. U.A.		U.A. REGISTARÍA ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPLEN. U.A.		U.A. REGISTARÍA ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPLEN. U.A.		U.A. REGISTARÍA ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPLEN. U.A.		RES. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ		06-09-77 C. MONTE E.	
U.A. PARTIC. ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPERV. U.A.		U.A. REGISTARÍA ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPLEN. U.A.		U.A. REGISTARÍA ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPLEN. U.A.		U.A. REGISTARÍA ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPLEN. U.A.		RES. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ		06-09-77 C. MONTE E.	

RIO QUIJOS D.J. OYACACHI

CAUDAL, m³/s



CAUDAL, m³/s
RIO COCA EN SAN RAFAEL

NOTAS:

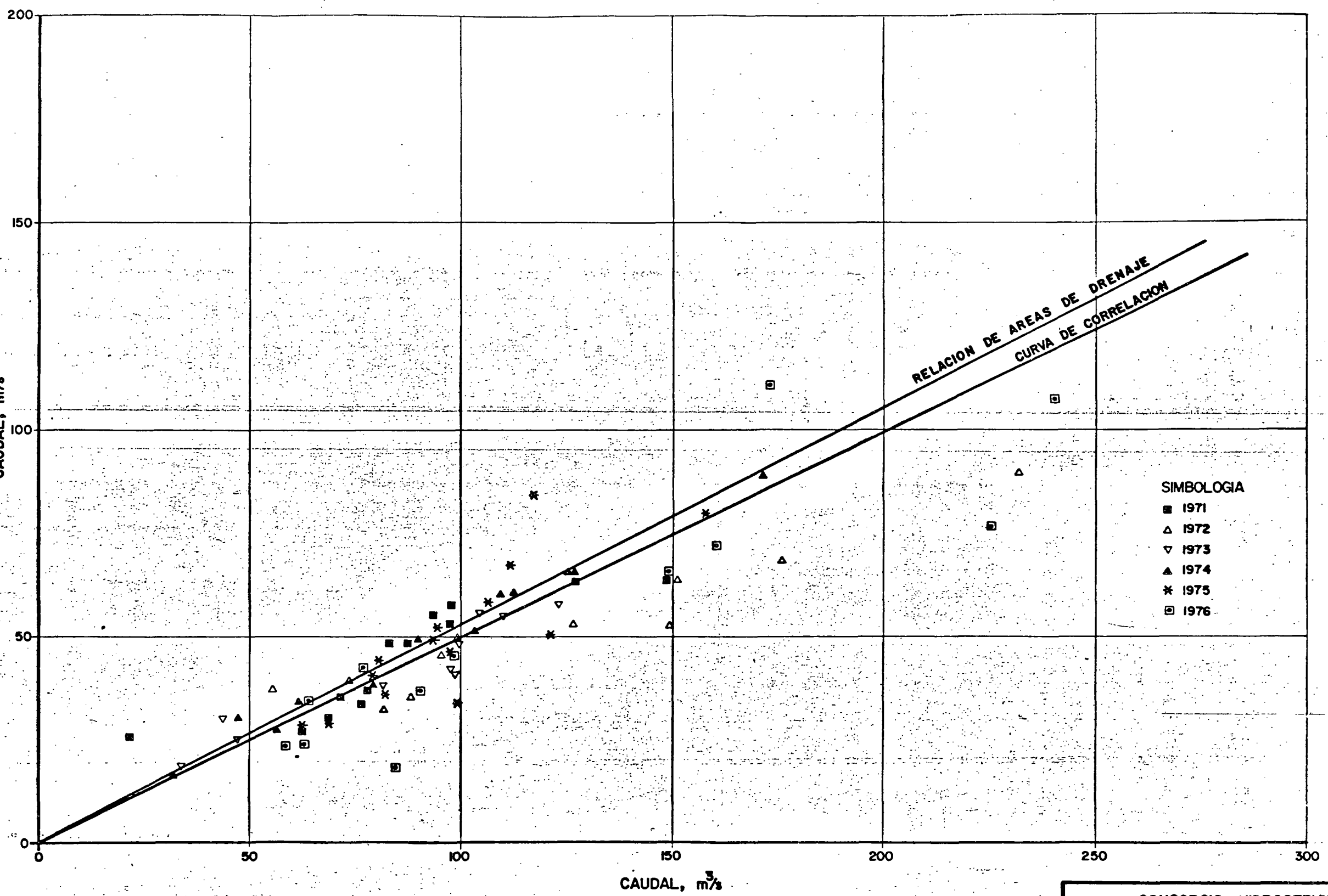
CONSORCIO-HIDROSERVICE / INTEGRAL- IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CORRELACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES ENTRE RIO QUIJOS D.J. OYACACHI Y RIO COCA EN SAN RAFAEL	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
Nº HS/IA-442-HM-049	REF.

PLANOS DE REFERENCIA	FECHA	NUMERO

Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROB.
4						
3						
2						
1						

HIDROSERVICE N° HS/IA-COCA-HM-023		FECHA 23/1/76	DIBUJO ENC. GRUPO	VERIFICADO JEF. U.A.
UNIDADES PARTIC.	ENC. GRUPO	U.A. RESP. AREA HM	DIRECTOR U.A. PART. J.B.	JEF. U.A.
RESPONSABLE POR EL CONSORCIO		RES. CIVIL LINCOLN A. QUEROZ CNEA 8033/0 42 Reg. VOTO 32304 - 02 Reg.		
INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT		FECHA	DIBUJO A. VEGA R.	VERIFICADO SH CH.
PRIMAS		JEFE ADJUNTO PROYECTO		RESP. CONSORCIO NACIONAL

RIO COSANGA
CAUDAL, m³/s



- SIMBOLOGIA
- 1971
 - △ 1972
 - ▽ 1973
 - ▲ 1974
 - * 1975
 - ◻ 1976

RIO QUIJOS D.J. OYACACHI - (RIO QUIJOS EN BAEZA + RIO OYACACHI A.J. QUIJOS)
(Area Intermedia + Area de Cosanga)

CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL-IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA	
CORRELACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES ENTRE RIO COSANGA Y EL AREA INTERMEDIA (Valores observados)	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
N° HS/IA-442-HM-024	REF.

NOTAS :
I.- AREA INTERMEDIA ESTA ENTRE LOS SITIOS COSANGA
A.J. QUIJOS, BAEZA Y QUIJOS A.J. OYACACHI

DIBUJOS DE REFERENCIA	FECHA	NUMERO

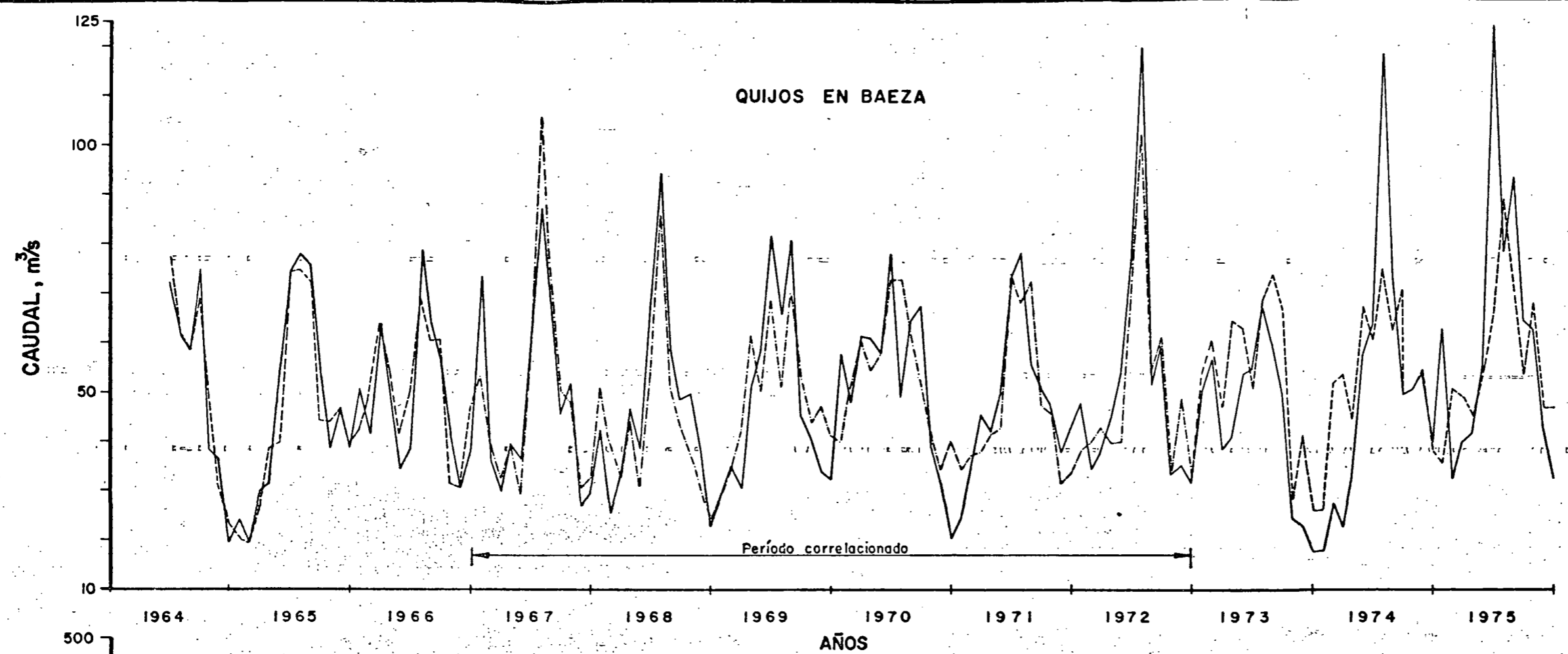
4							
3							
2							
1	JUL-77	AUMENTO DE DATOS DE 1976					
N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROB.	

INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT			
VERIFICADO	DIBUJO	FECHA	PROYECTO
<i>[Signature]</i>	M. DOMINGUEZ	20-07-76	RES. CONSORCIO NACIONAL
FIRMAS			

RESPONSABLE POR EL CONSORCIO
ING. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ
CREA 2053/0 48 Reg. VISTO 32.506-8 Reg.

VERIFICADO	DIBUJO	FECHA	PROYECTO
<i>[Signature]</i>	ENC. GRUPO	22/8/76	RES. CONSORCIO NACIONAL
JEFE U.A.	DIRECTOR U.A. INT.	HM	RES. CONSORCIO NACIONAL

HIDROSERVICE Nº HS/IA-COCA-HM-027			
ENC. GRUPO	JEFE U.A.	FECHA	PROYECTO

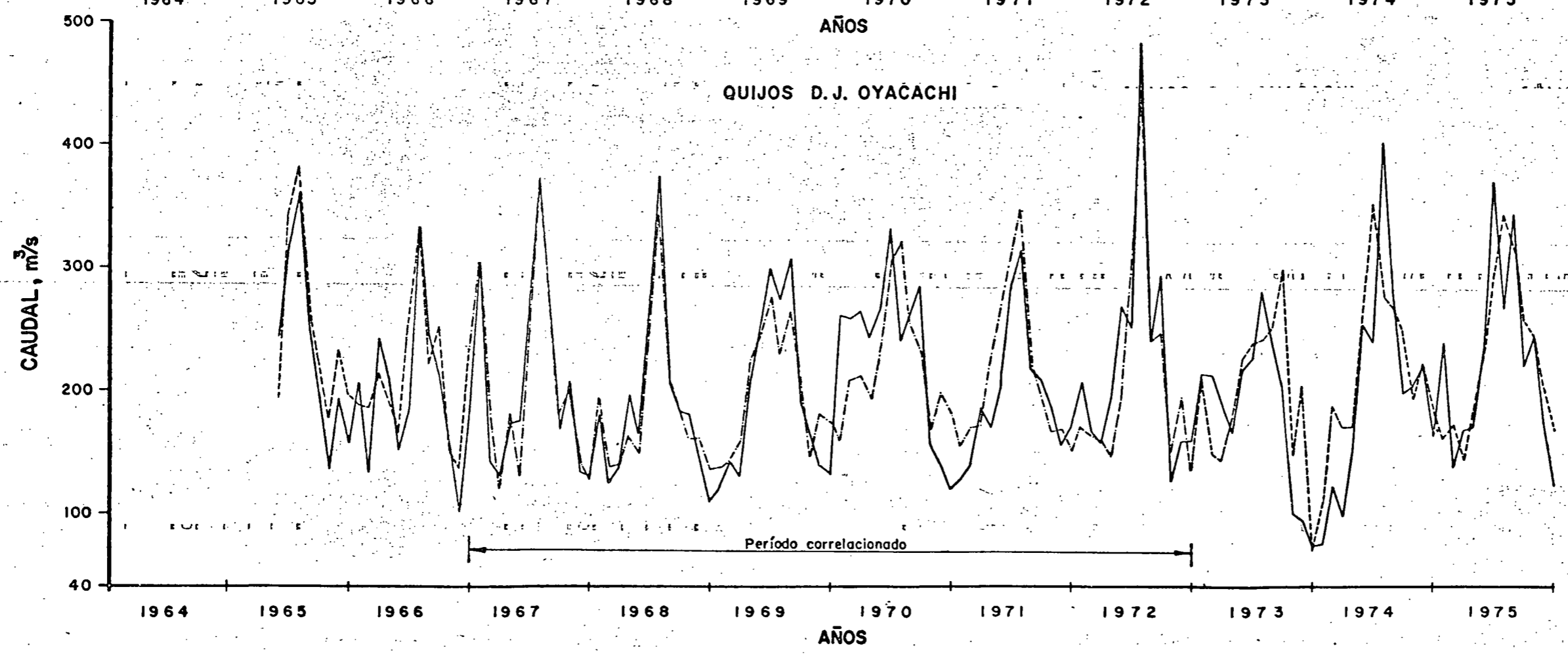


LEYENDA

— DATOS OBSERVADOS

- - - DATOS CORRELACIONADOS

... DATOS EXTRAPOLADOS



CONSORCIO HIDROSERVICE/ INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA	
FLUCTUACION DE LOS CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN LAS ESTACIONES DEL RIO QUIJOS EN BAEZA Y D.J. OYACACHI, OBSERVADOS Y CALCULADOS POR LA CORRELACION MULTIPLE POLINOMIAL	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
Nº HS/IA-442-HM-025	REF

NOTAS:

DIBUJOS DE REFERENCIA	FECHA	NUMERO

Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROB.
4						
3						
2						
1						

VERIFICADO	DIBUJO	FECHA	JEFE ADJUNTO PROYECTO	JEFE CONSORCIO NACIONAL
	A. VEGA R.			

ING. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ
CHICA 2000/05 45 Hrs. VISTO 22306-02 Hrs.

VERIFICADO	JEFE U.A.

DIBUJO	JEFE U.A.

FECHA	JEFE PROYECTO
22/4/76	

JEFE U.A.

JEFE U.A.

FECHA	NUMERO

VERIFICADO	DIBUJO	FECHA	JEFE ADJUNTO PROYECTO	JEFE CONSORCIO NACIONAL
	A. VEGA R.			

ING. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ
CHICA 2000/05 45 Hrs. VISTO 22306-02 Hrs.

VERIFICADO	JEFE U.A.

DIBUJO	JEFE U.A.

FECHA	JEFE PROYECTO
22/4/76	

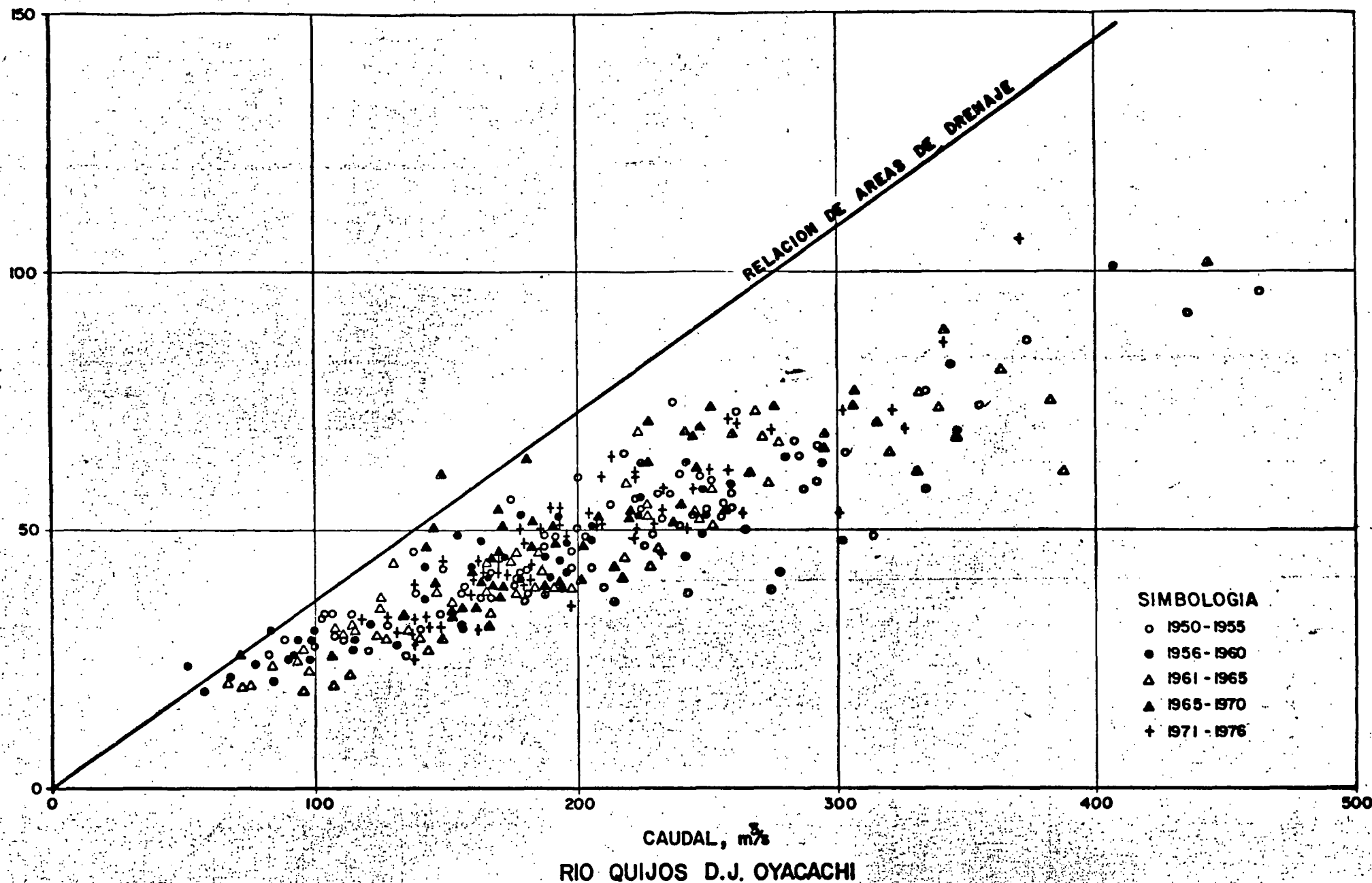
JEFE U.A.

JEFE U.A.

FECHA	NUMERO

RIO QUIJOS EN BAEZA

CAUDAL, m³/s



SIMBOLOGIA

- 1950 - 1955
- 1956 - 1960
- △ 1961 - 1965
- ▲ 1965 - 1970
- + 1971 - 1976

NOTAS:

4							
3							
2							
1	JUL-77	AUMENTO DE DATOS DE 1976					
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROB.	

CONSORCIO HIDROSERVICE /
INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT

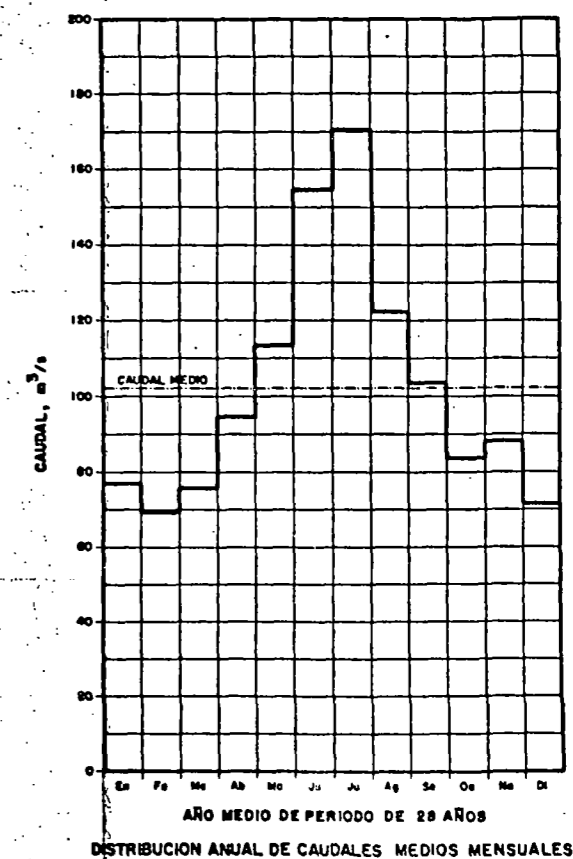
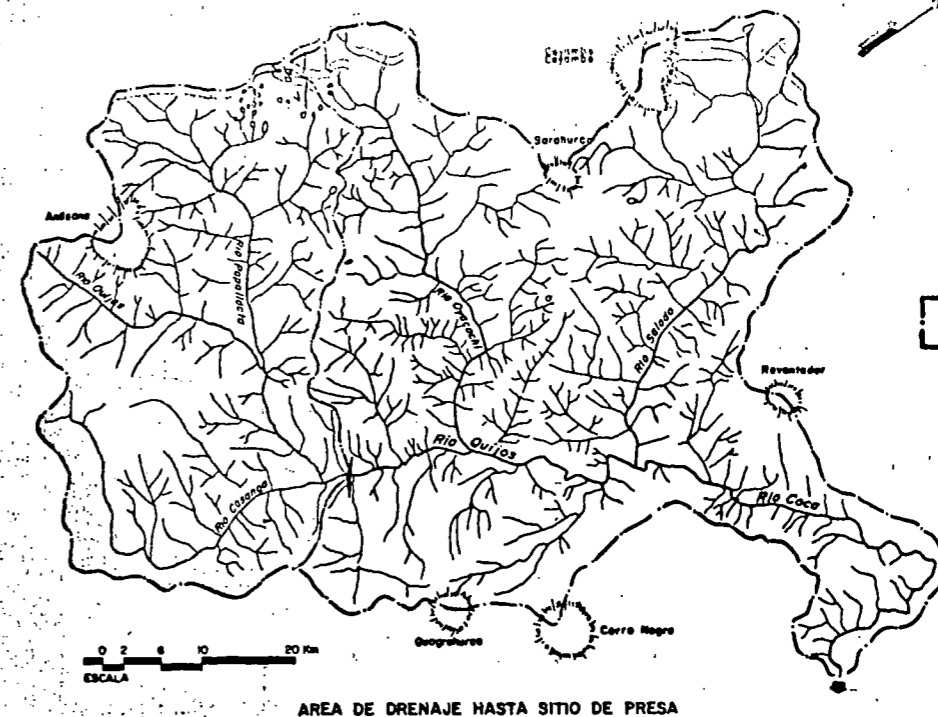
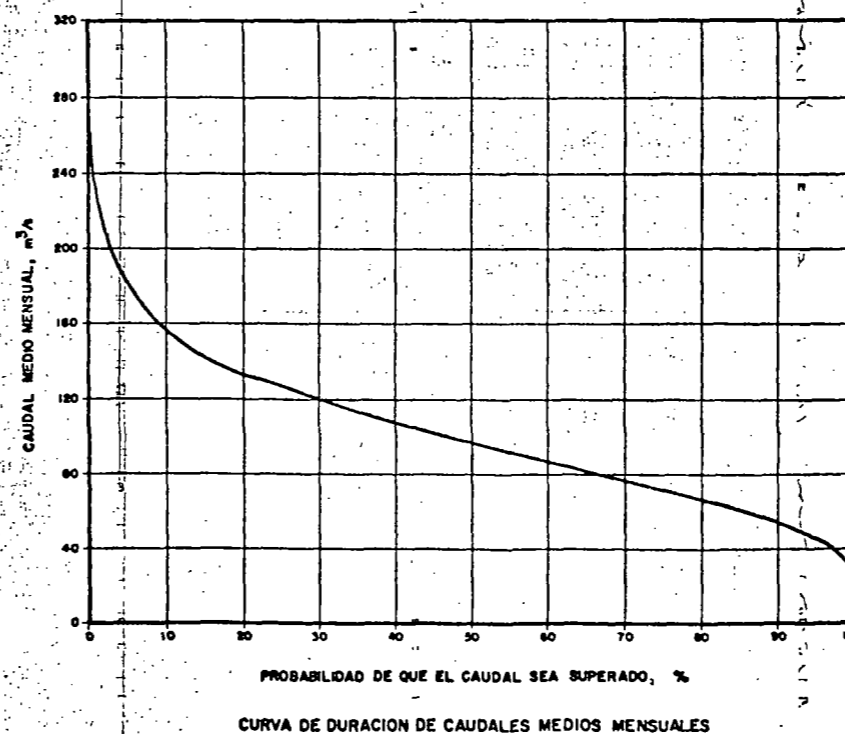
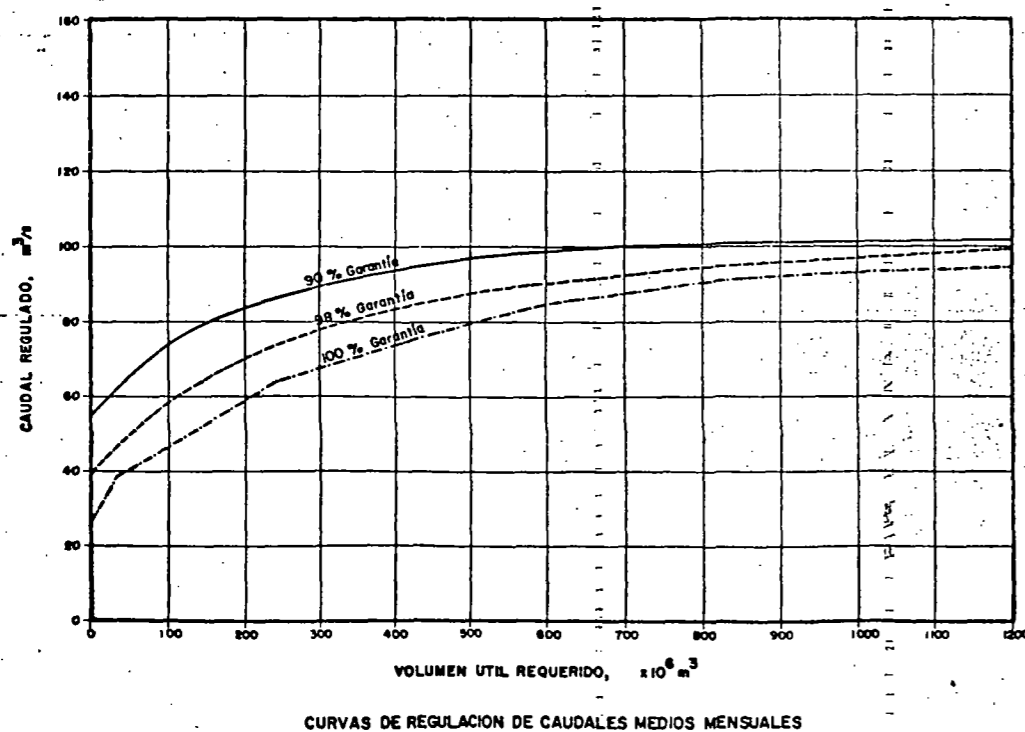
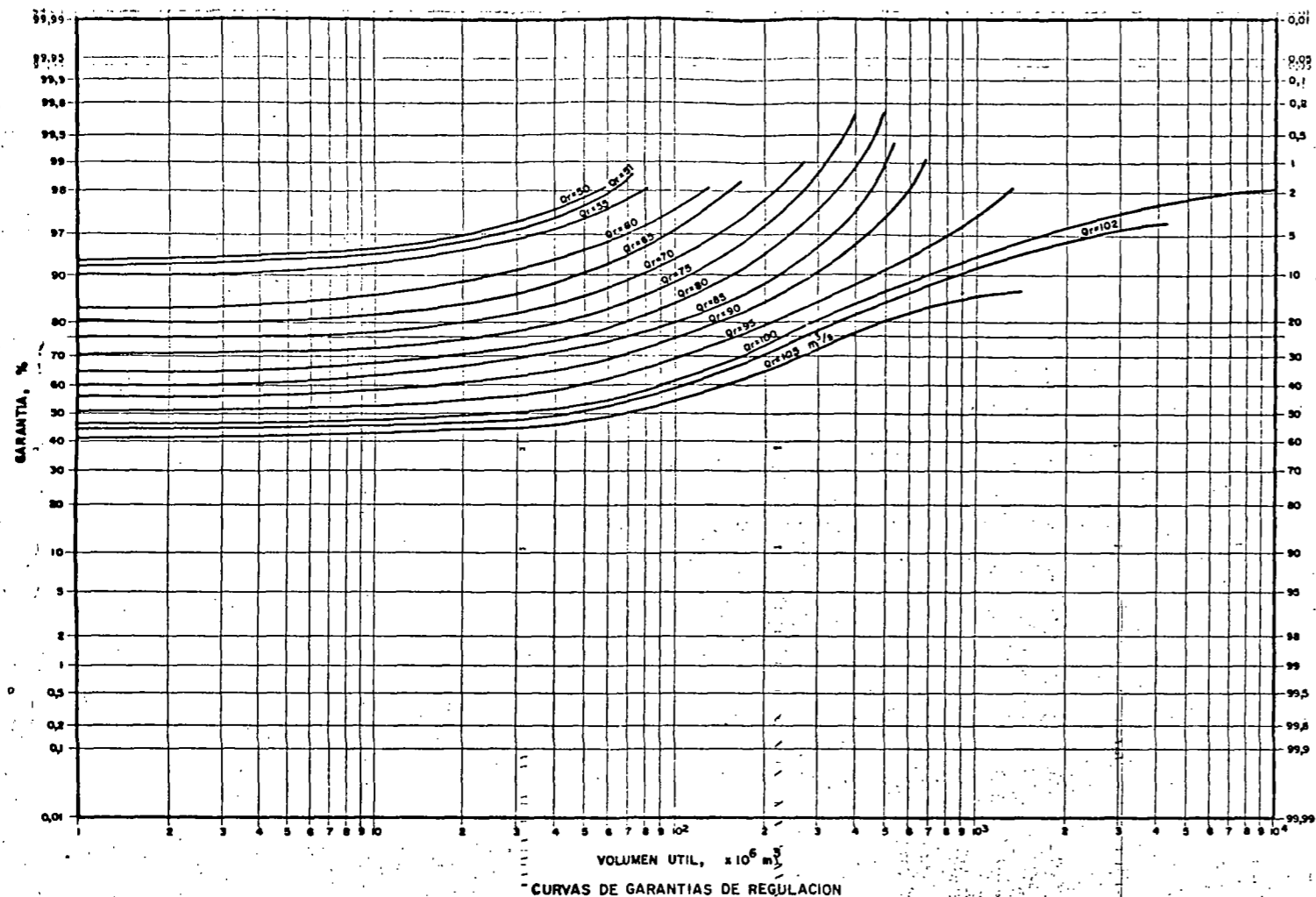
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA
CORRELACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES
ENTRE RIO QUIJOS EN BAEZA Y D.J. OYACACHI
(Valores obtenidos por correlación múltiple)

HOJA DE RECOMENDADO

ESCALA APROBADO

Nº HS/IA-442-HM-026 REF.

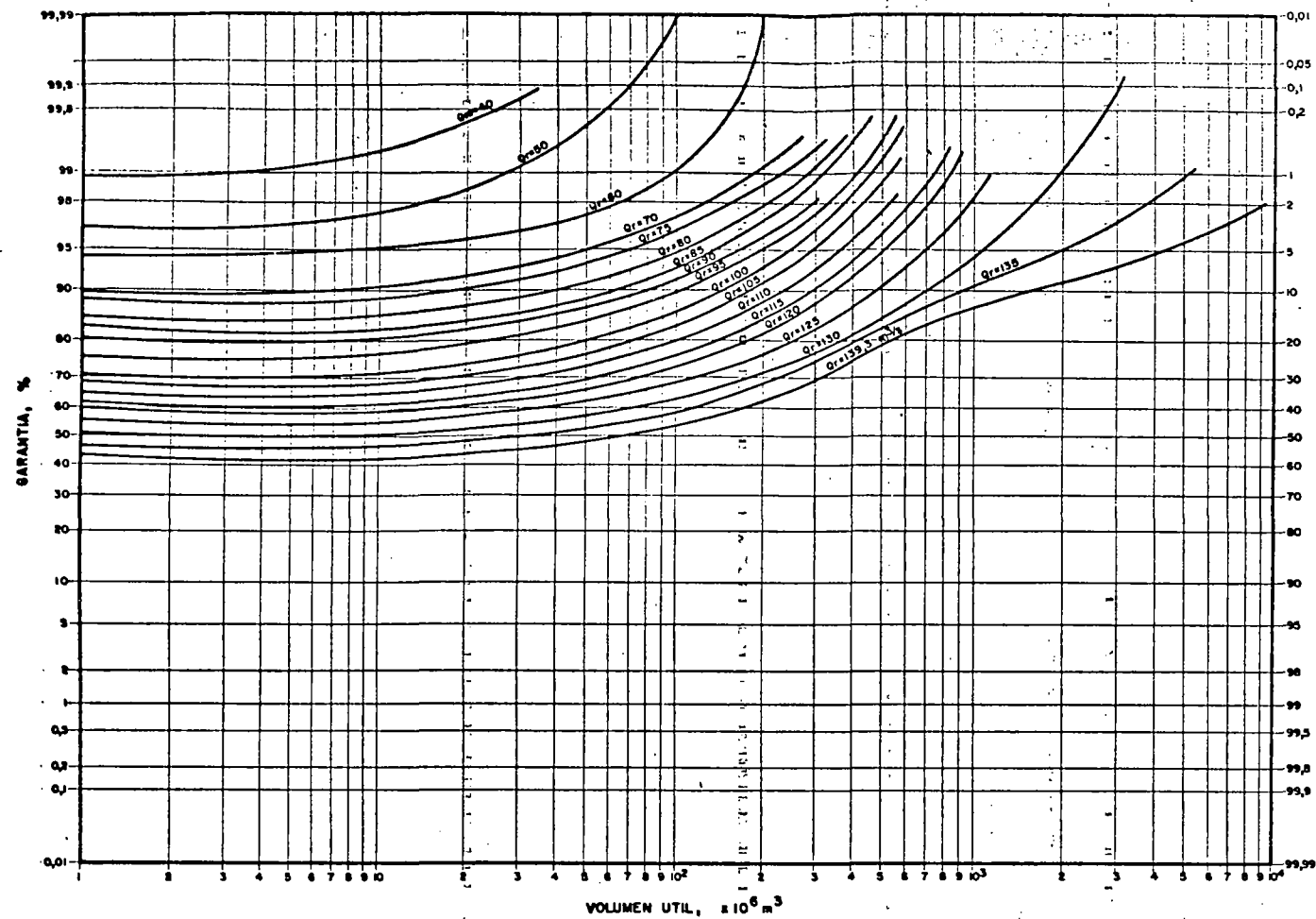


HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			
FECHA	DISEÑO	VERIFICADO	APRUEBA	FECHA	DISEÑO	VERIFICADO	APRUEBA
26-08-77	10/7	10/7	10/7	26-08-77	C. MONTE E.	10/7	10/7
PROYECTO	DIRECTOR	INGENIERO	INGENIERO	PROYECTO	DIRECTOR	INGENIERO	INGENIERO
BOR-HM-005							

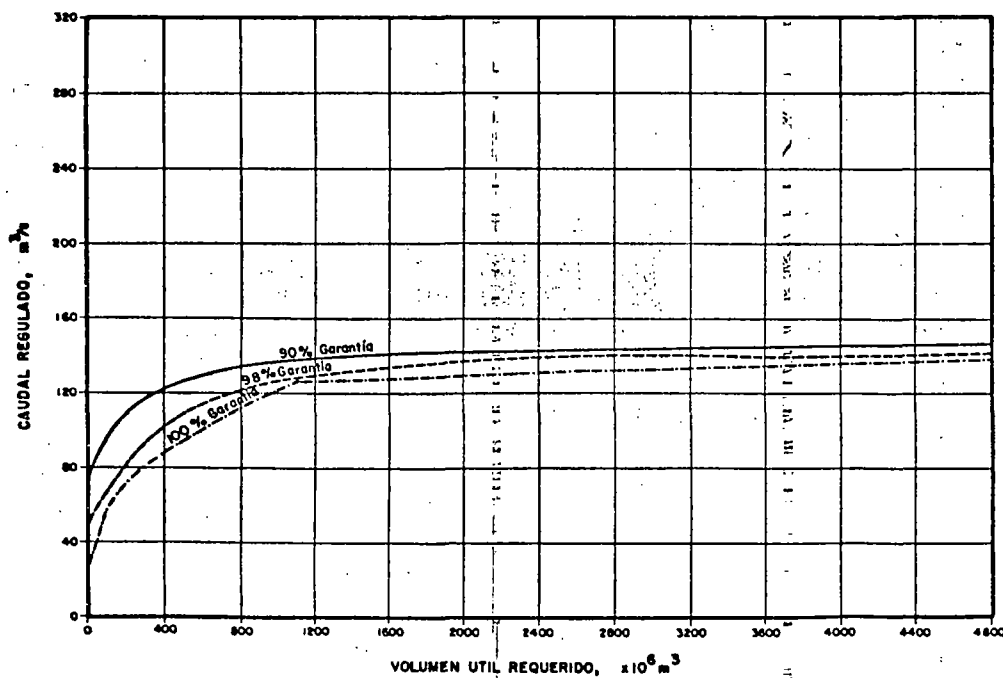
NOTAS:

HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			
FECHA	DISEÑO	VERIFICADO	APRUEBA	FECHA	DISEÑO	VERIFICADO	APRUEBA
26-08-77	10/7	10/7	10/7	26-08-77	C. MONTE E.	10/7	10/7
PROYECTO	DIRECTOR	INGENIERO	INGENIERO	PROYECTO	DIRECTOR	INGENIERO	INGENIERO
BOR-HM-005							

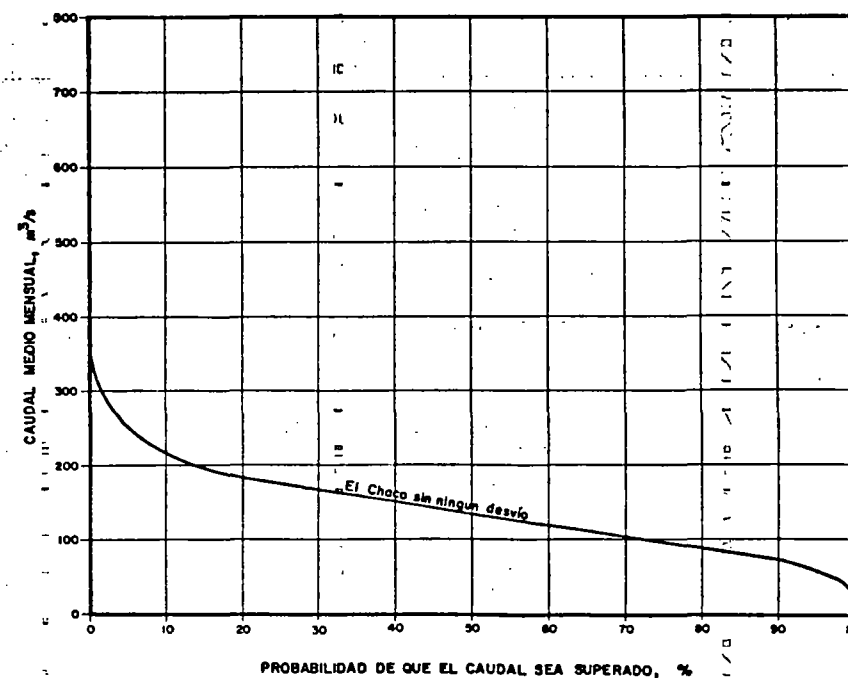
CONSORCIO HIDROSERVICE/ INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CARACTERISTICAS DE VARIACION Y REGULACION DE CAUDALES EN SITIO DE PRESA "BORJA"			
HOJA DE ESC.			
RESPONSABLE POR EL DISEÑO	RECOMENDADO	APROBADO	REF.
HS/IA-442-HM-050			



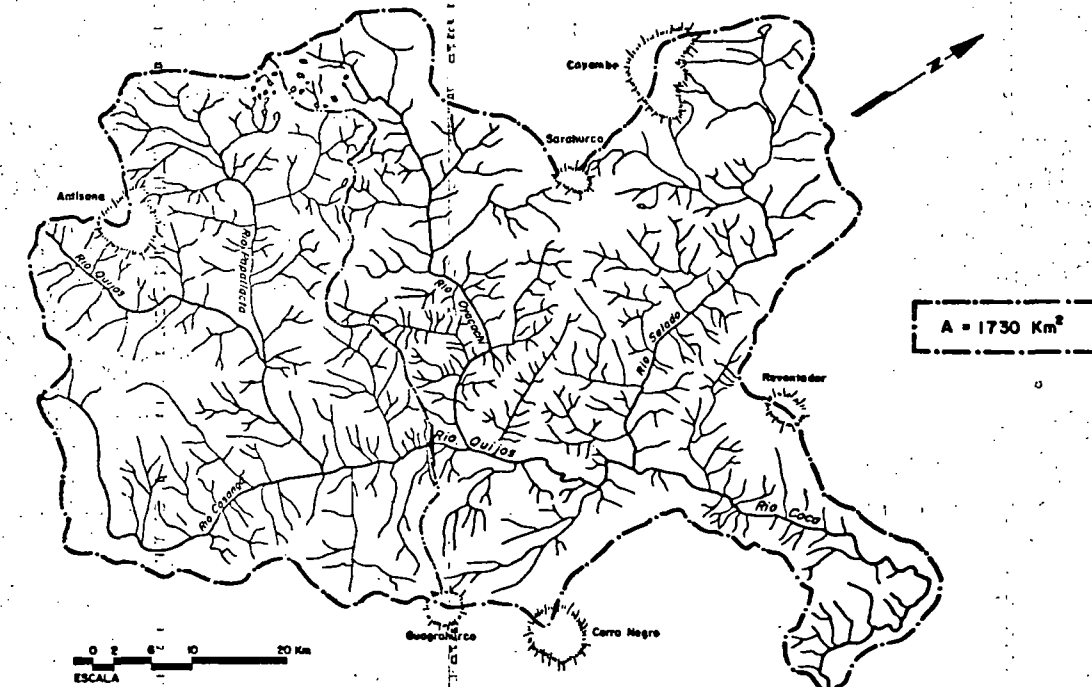
CURVAS DE GARANTIAS DE REGULACION



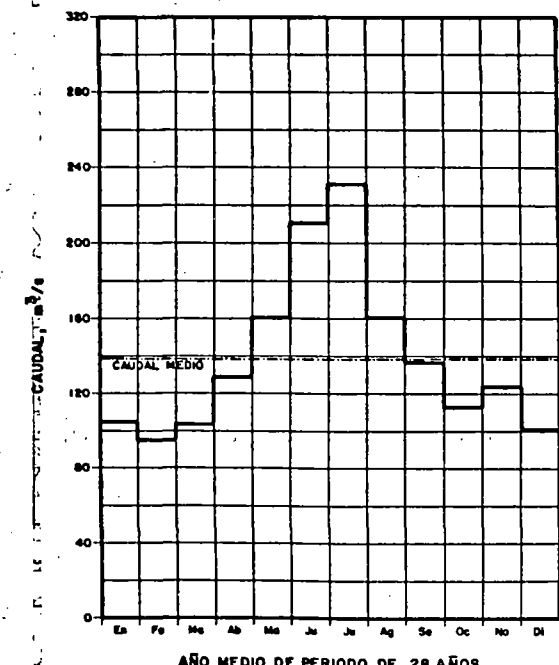
CURVAS DE REGULACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES



CURVAS DE DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES



AREA DE DRENAJE HASTA SITIO DE PRESA



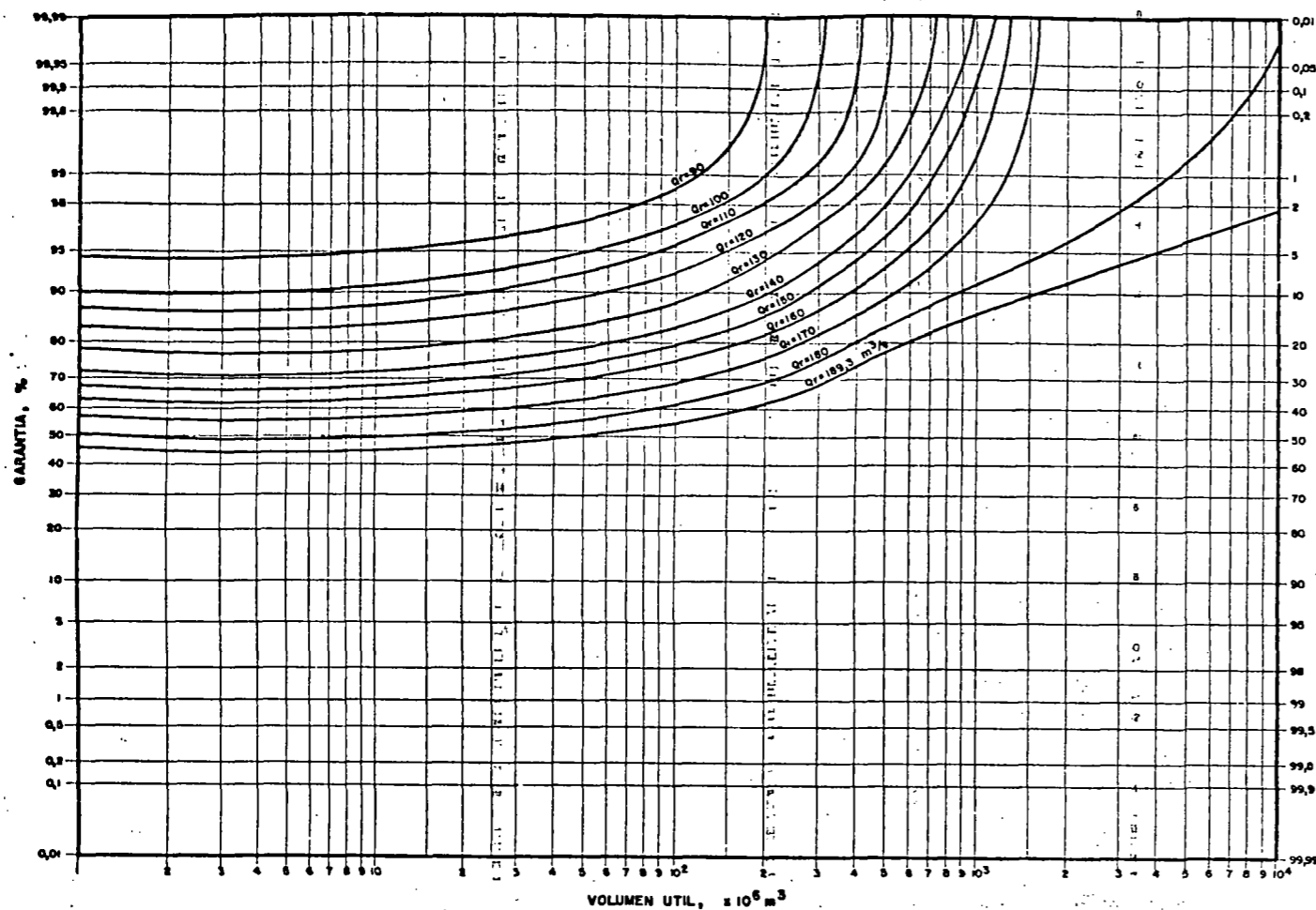
DISTRIBUCION ANUAL DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

HIDROSERVICE FECHA: 25-08-77 DISEÑADO: C. MONTES REVISADO: [Signature]				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT FECHA: 25-08-77 DISEÑADO: C. MONTES REVISADO: [Signature]				NOTAS: 1. [Blank]			
PROYECTO: [Blank] CLIENTE: [Blank] LUGAR: [Blank]				PLANOS DE REFERENCIA: [Blank]				FECHA: [Blank]			
CH-HM-006				PLANOS DE REFERENCIA				FECHA			
N°				FECHA				NATURALEZA DE LA REVISION			
N°				FECHA				CUADR. POR VERIF. APROBADO			
N°				FECHA				CUADR. POR VERIF. APROBADO			

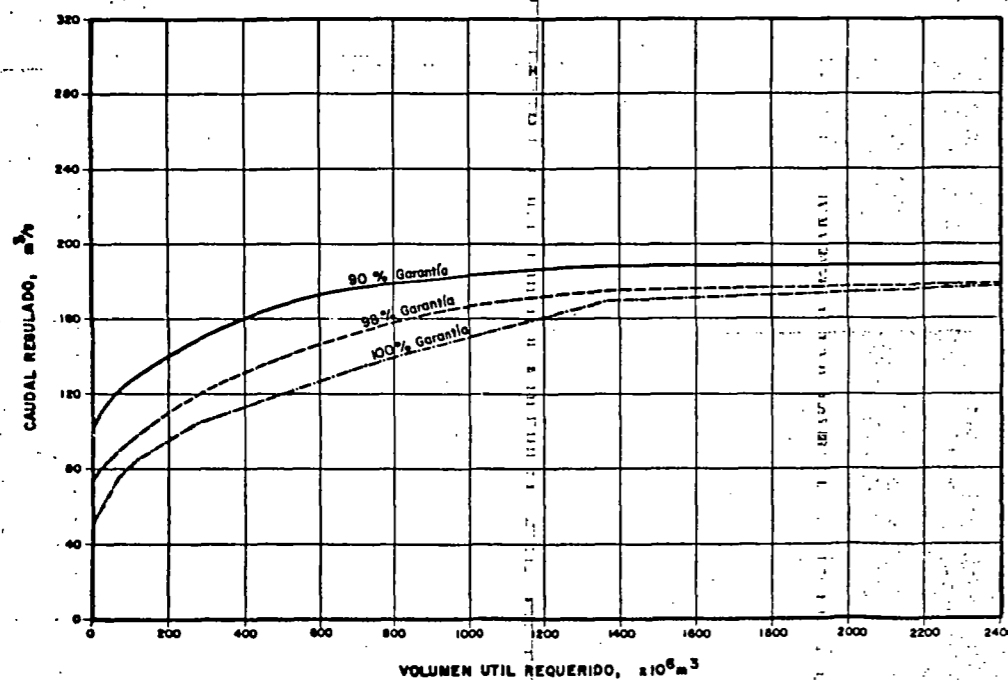
CONSORCIO HIDROSERVICE/
INTEGRAL - IDCO-ADEC - INGECONSULT
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
 QUITO - ECUADOR
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA
 CARACTERISTICAS DE VARIACION Y REGULACION DE
 CAUDALES EN SITIO DE PRESA "EL CHACO SIN DESVIO"
 HOJA DE ESC.

RESPONSABLE POR EL CONSORCIO: [Signature]
 RECOMENDADO: [Signature]
 APROBADO: [Signature]

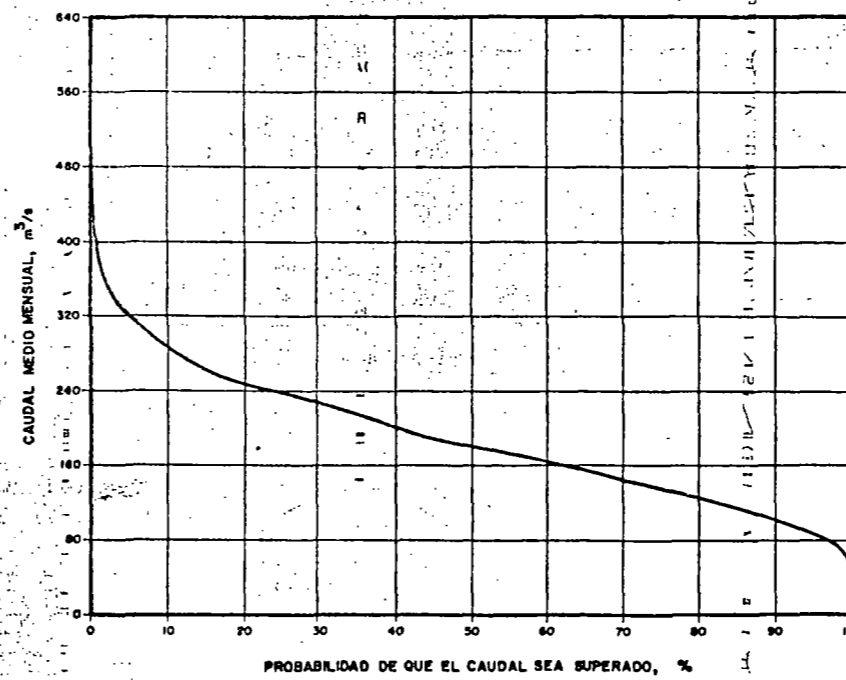
N° HS/IA-442-HM-051 REF.



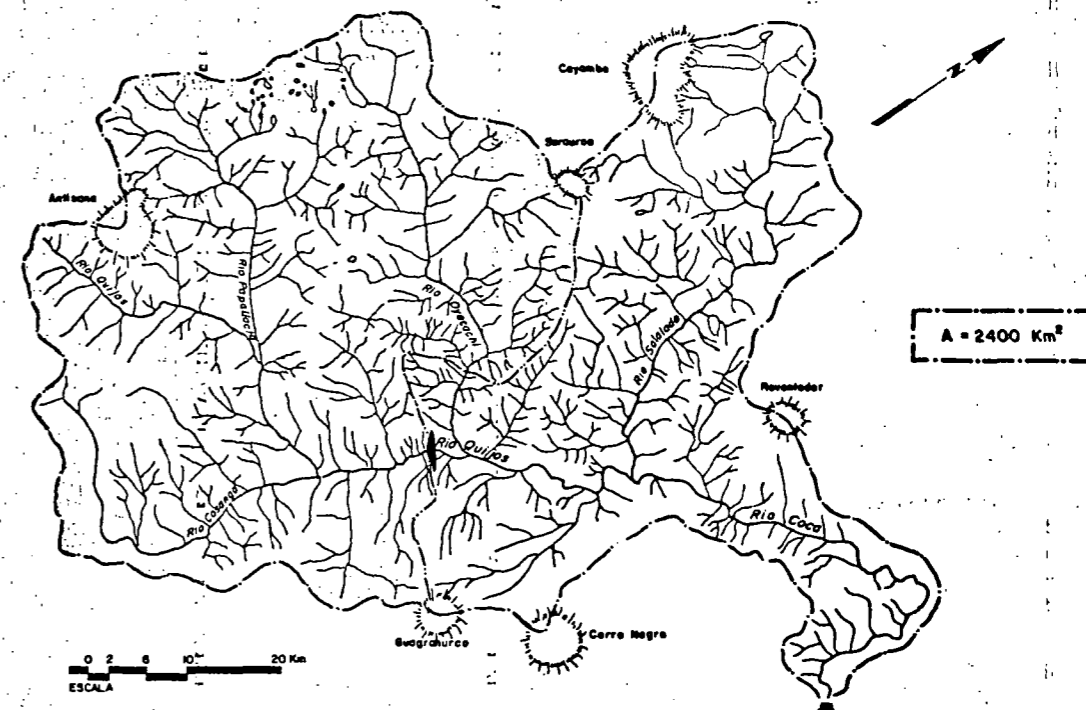
CURVAS DE GARANTIAS DE REGULACION



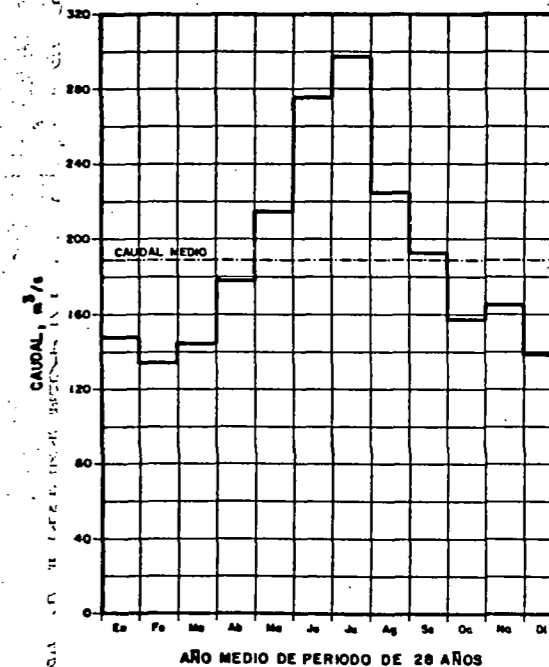
CURVAS DE REGULACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES



CURVA DE DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES



AREA DE DRENAJE HASTA SITIO DE PRESA

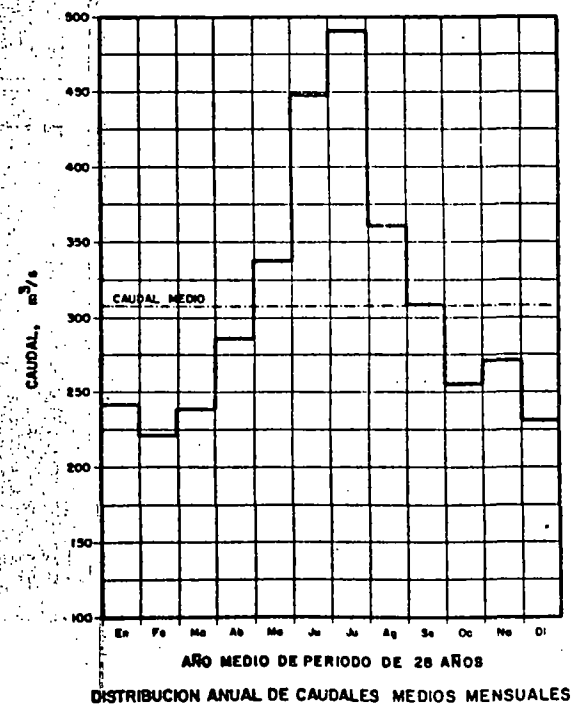
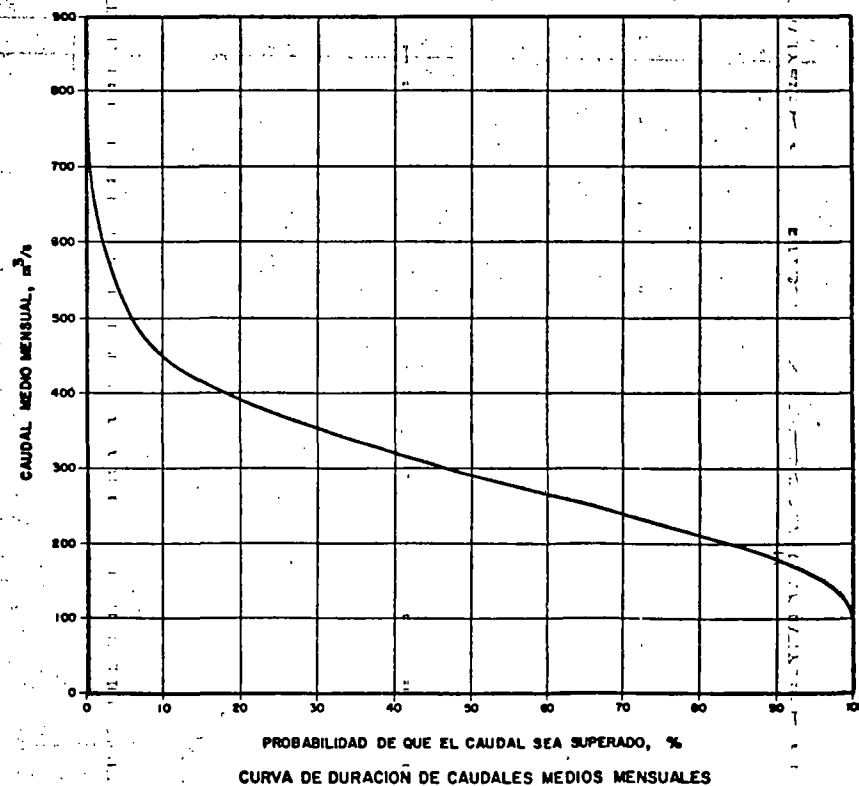
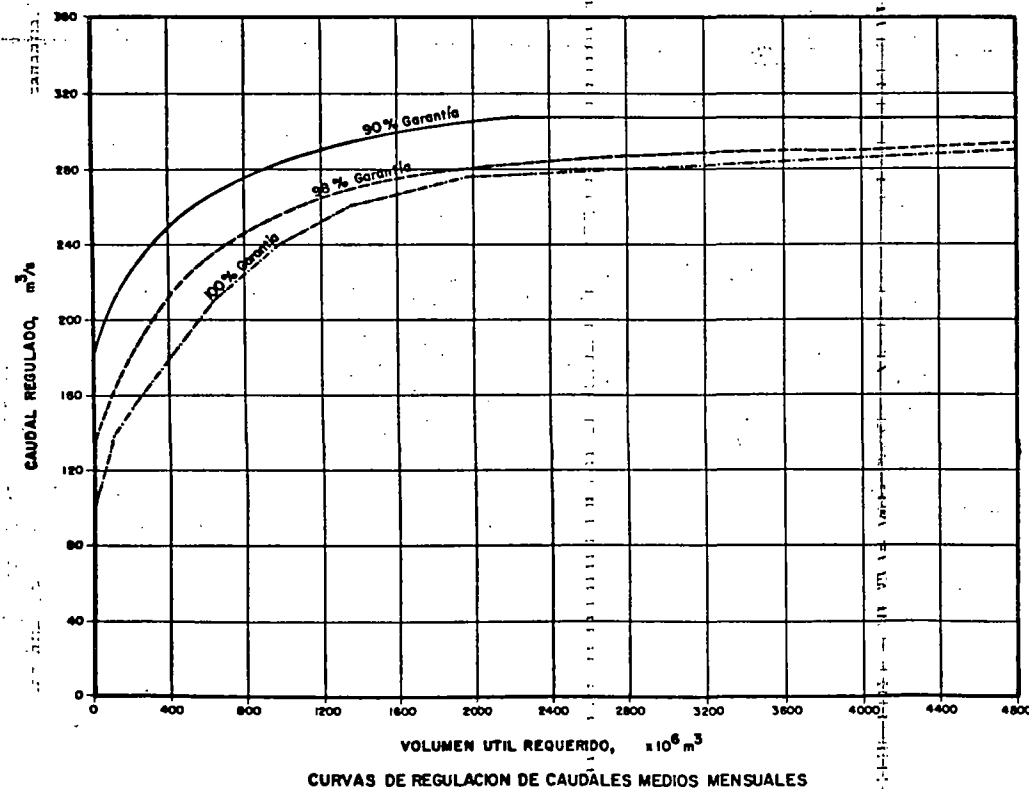
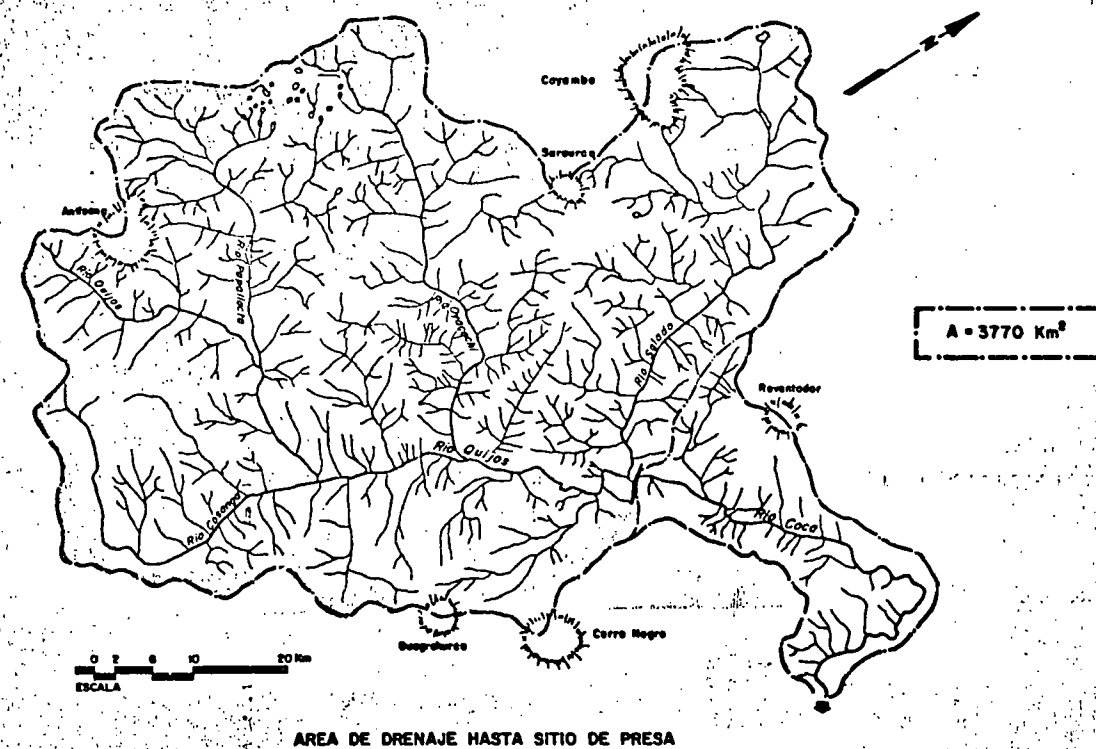
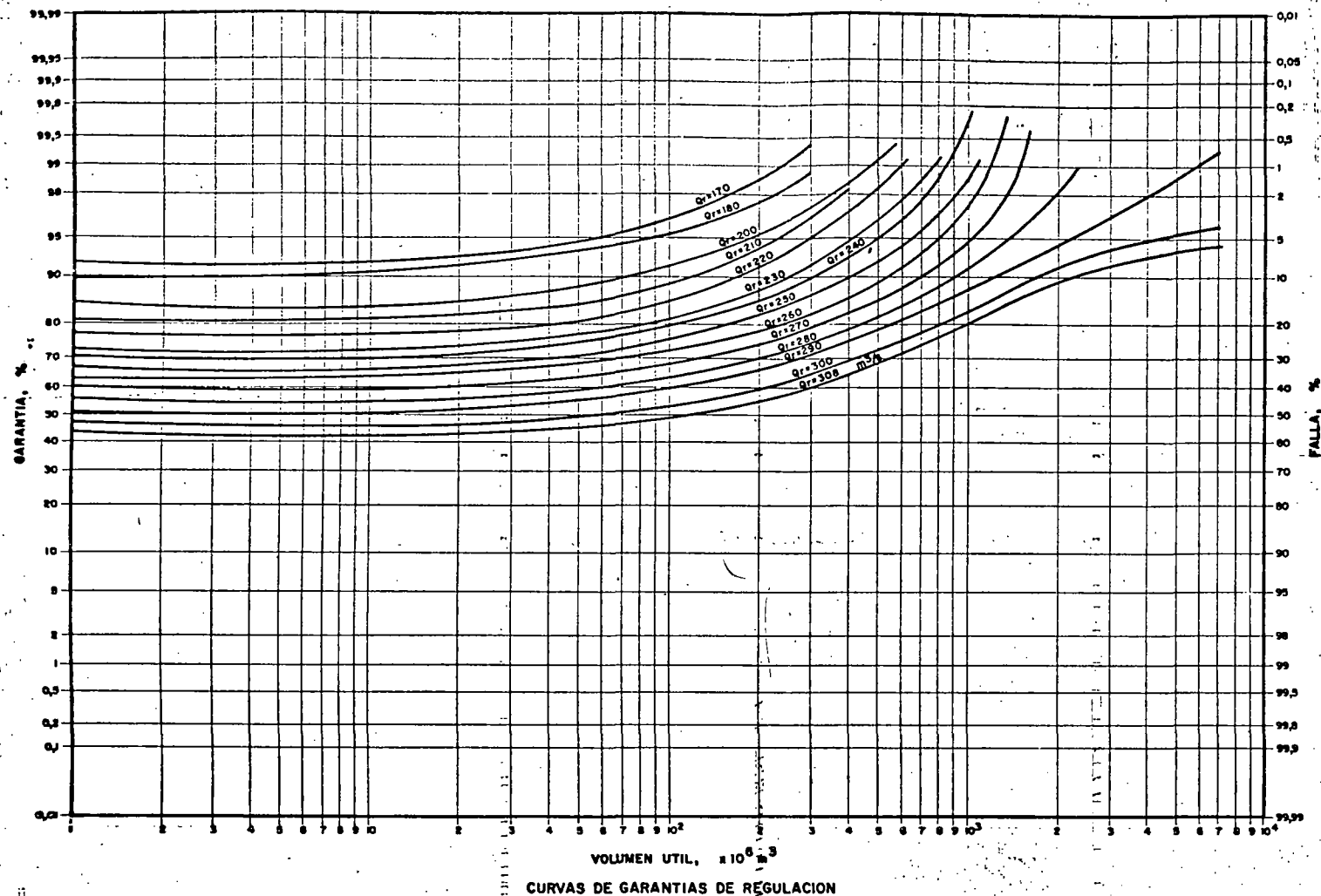


DISTRIBUCION ANUAL DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			
FECHA	DISEÑO	VERIFICACIÓN	APRUBADO	FECHA	DISEÑO	VERIFICACIÓN	APRUBADO
29-08-77				29-08-77	C. MONGE E.		
PROYECTO	DIRECCIÓN	INSTRUMENTACIÓN	ANÁLISIS	PROYECTO	DIRECCIÓN	INSTRUMENTACIÓN	ANÁLISIS
CH-HM-007							

NOTAS:		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

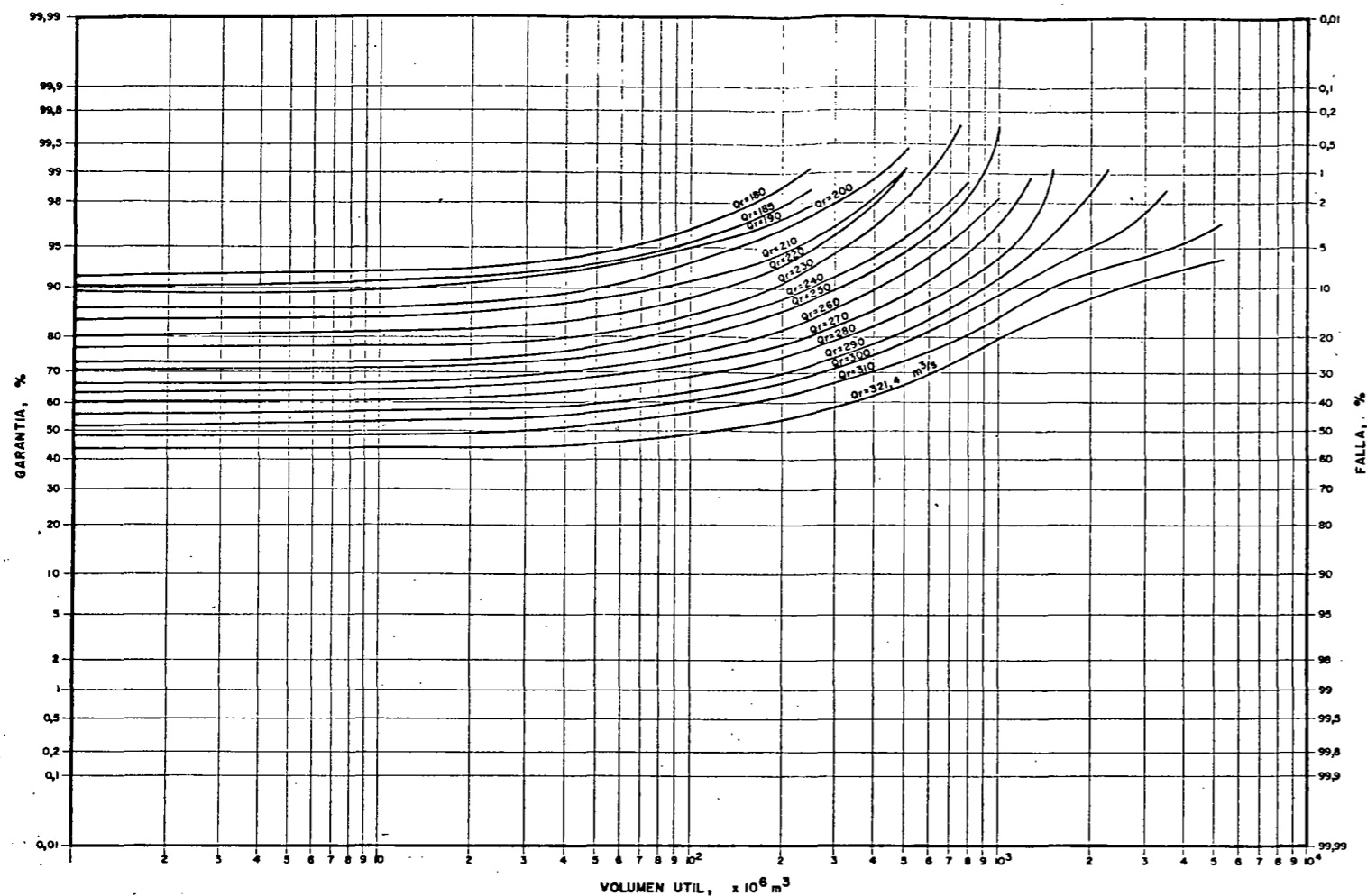
CONSORCIO HIDROSERVICE/ INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT				INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR				PROYECTO HIDROELECTRICO COCA			
CARACTERISTICAS DE VARIACION Y REGULACION DE CAUDALES EN SITIO DE PRESA "EL CHACO CON DESVIO DEL RIO OYACACHI"				HOJA DE			
RESPONSABLE POR EL CONSORCIO				RECOMENDADO			
APROBADO				APROBADO			
N°				HS/IA-442-HM-052			
FECHA				NATURALEZA DE LA REVISION			
CUADR.				POR			
VERIF.				APROBADO			
REF.				REF.			



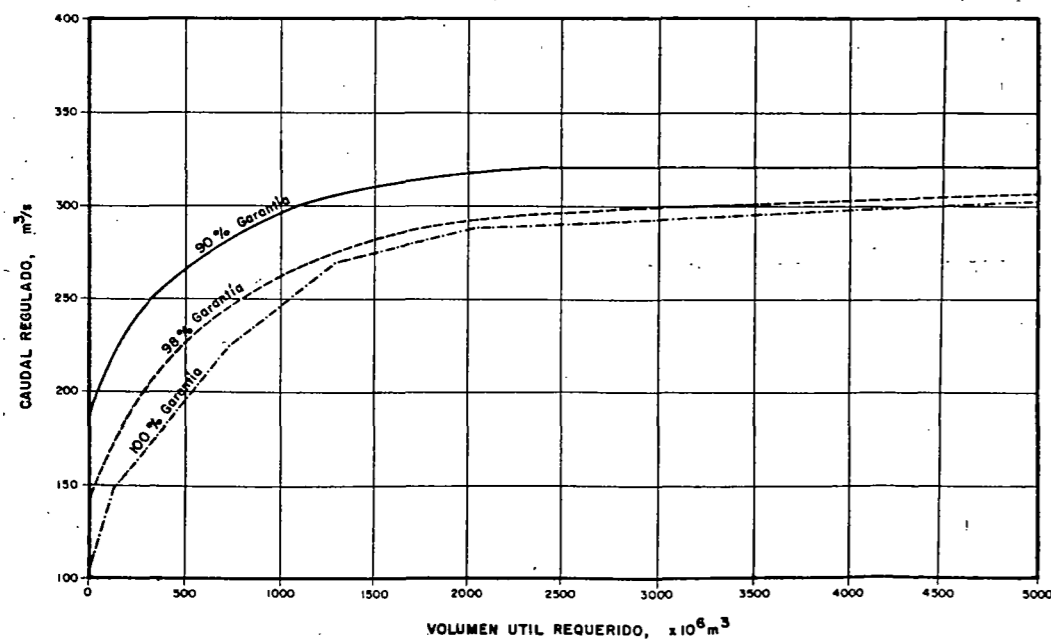
HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			
FECHA	DISEÑO	VERIF. CAD.	JEFE S. A.	FECHA	DISEÑO	VERIF. CAD.	JEFE S. A.
23-08-77				23-08-77	C. MONGE E.		
VERIFICADO	REVISADO	APROBADO		VERIFICADO	REVISADO	APROBADO	
PROYECTO	DIRECTOR JEFE S. A. PARTICIP.	DIRECC. SUPERV. PROJ.		JEFE REALIZO PROYECTO	RESP. CORRECCION NACIONAL		
N°	SAL-HM-009	N°		PLANOS DE REFERENCIA	FECHA	NUMERO	

NOTAS:			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADRO POR VERIF. APROBADO

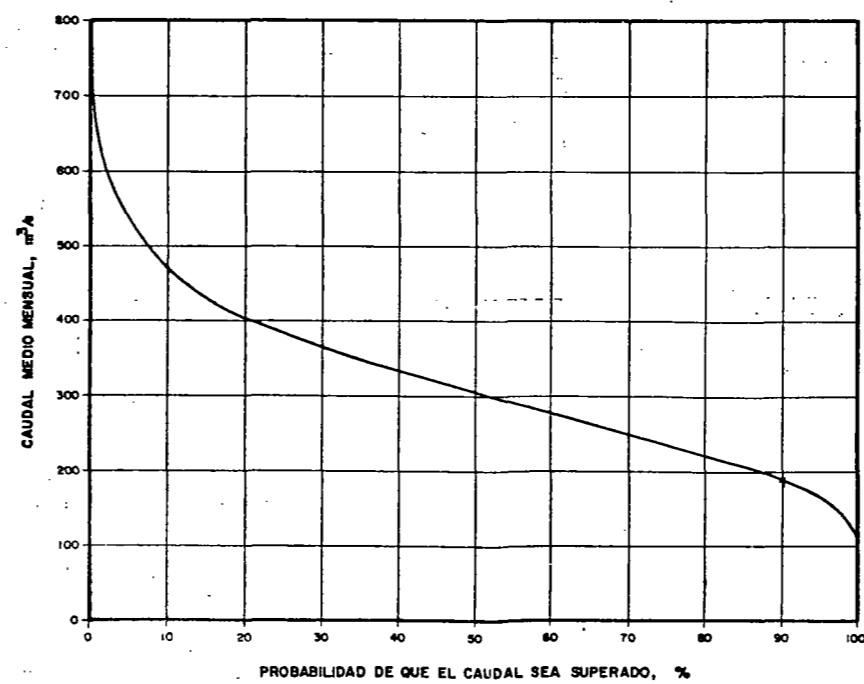
CONSORCIO HIDROSERVICE/ INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION			
QUITO - ECUADOR			
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA			
CARACTERISTICAS DE VARIACION Y REGULACION DE CAUDALES EN SITIO DE PRESA "SALADO"			
HOJA DE		ESC.	
RESPONSABLE POR EL CONSORCIO		RECOMENDADO	
ING. CIVIL LINCOLN A. OLIVERA		APROBADO	
N°		REF.	
HS/IA-442-HM-054			



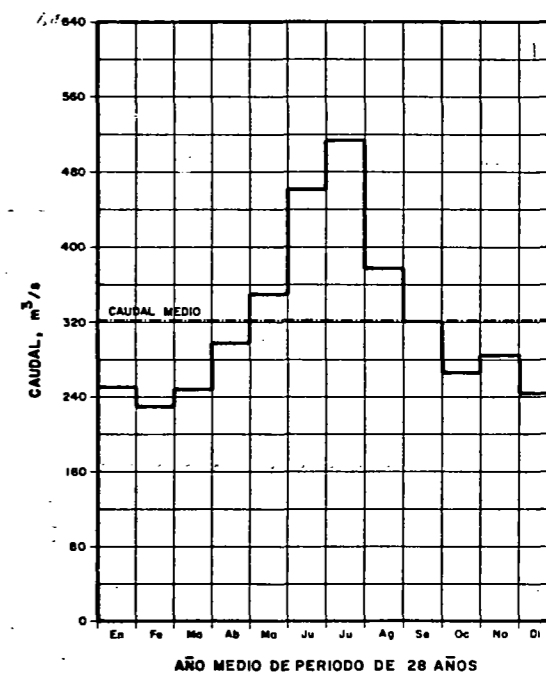
CURVAS DE GARANTIAS DE REGULACION



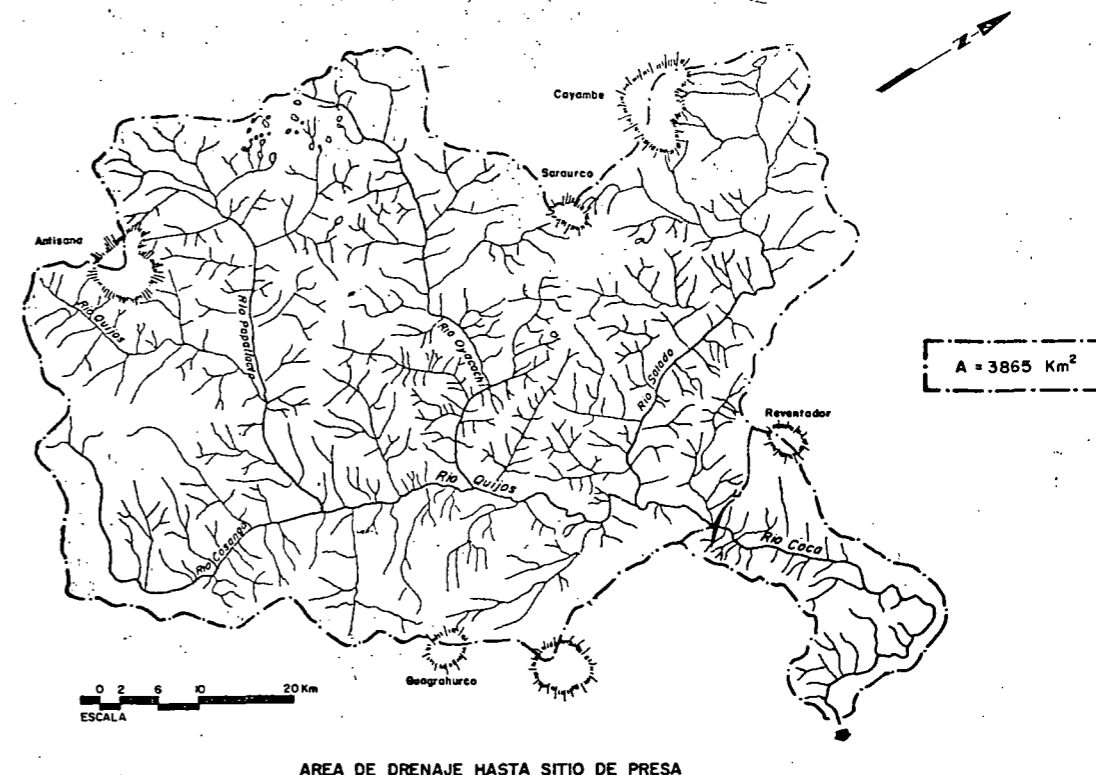
CURVAS DE REGULACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES



CURVA DE DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES



DISTRIBUCION ANUAL DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES



AREA DE DRENAJE HASTA SITIO DE PRESA

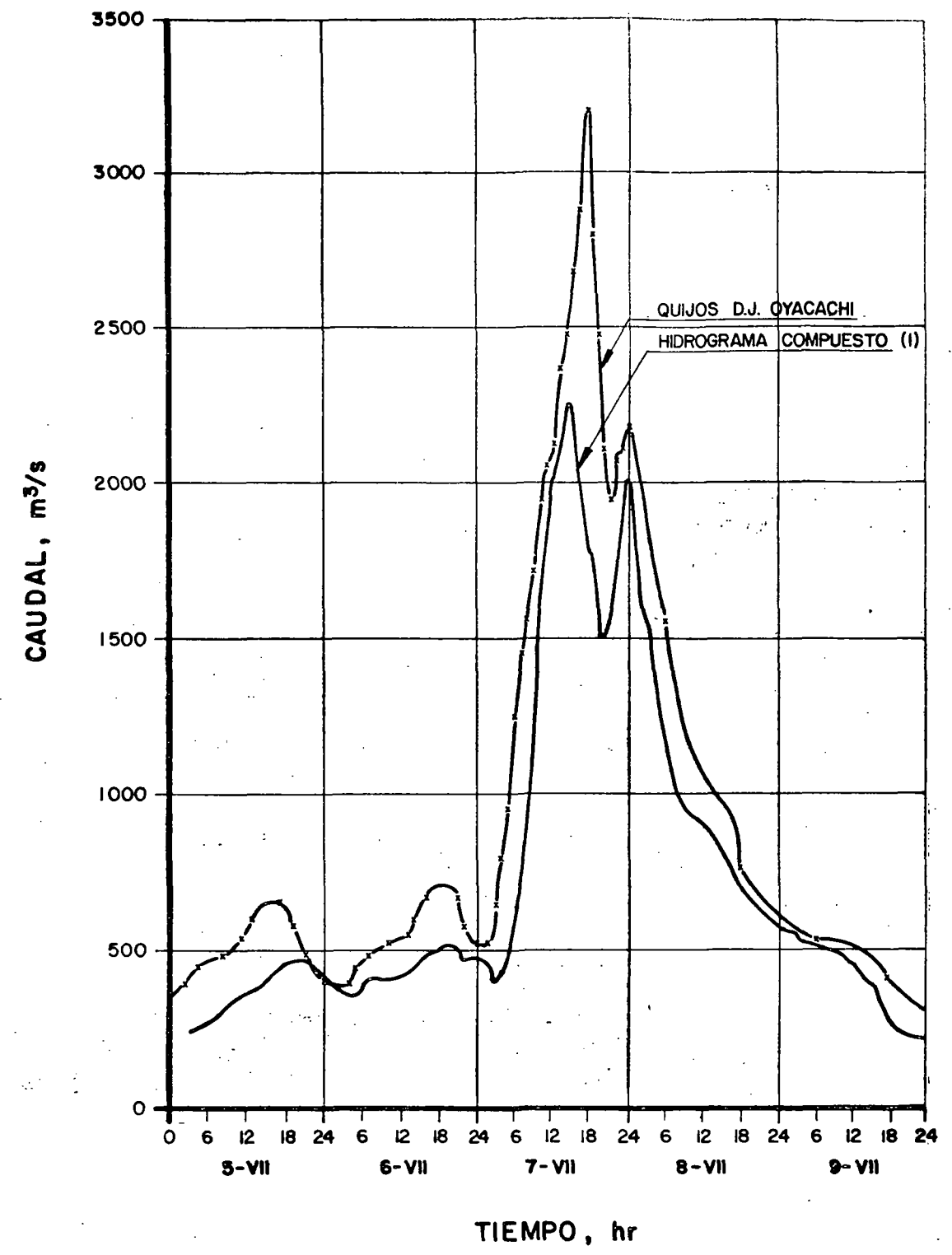
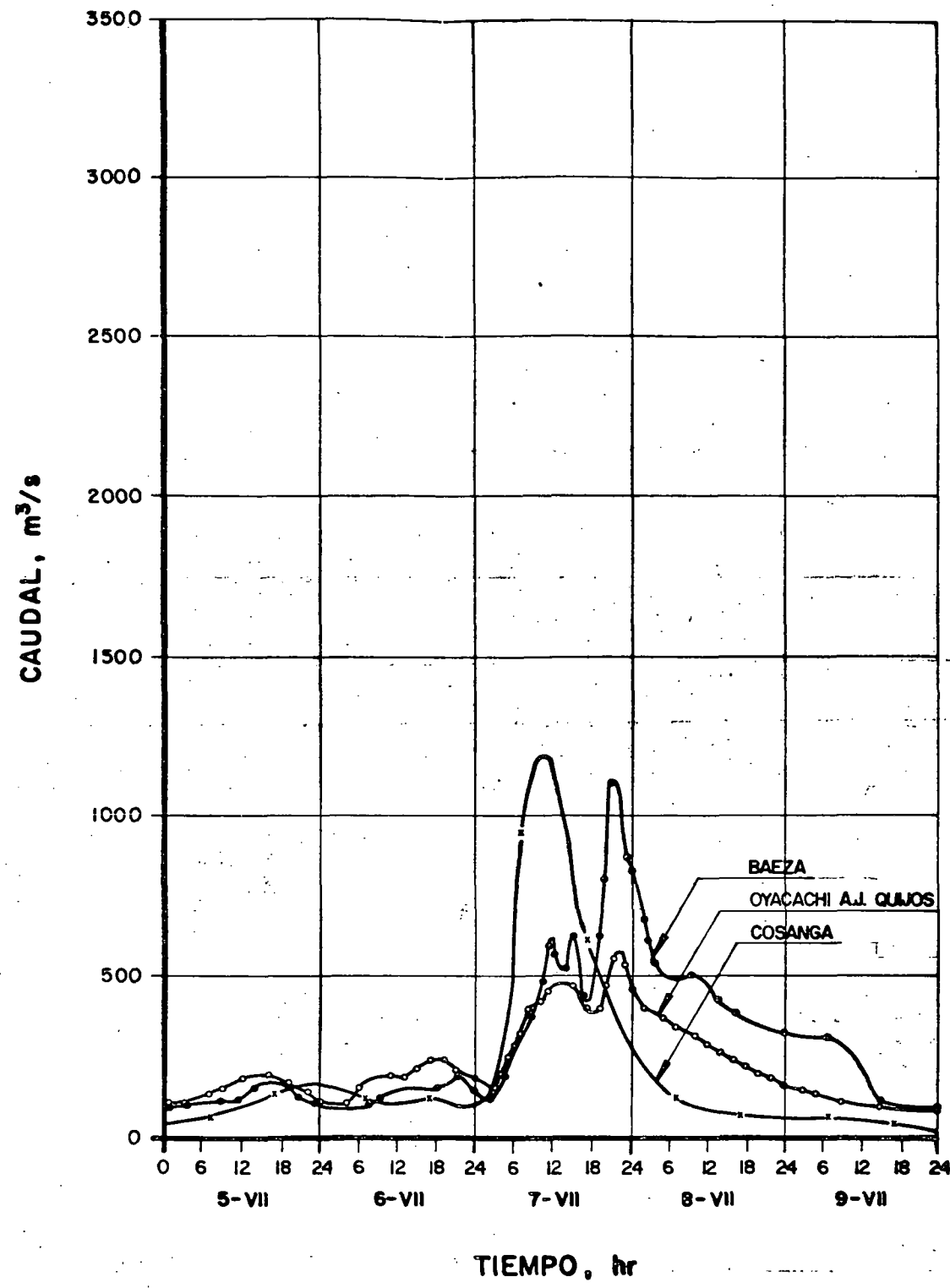
HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			
FECHA	DISEÑO	REVISADO	APE U. A.	FECHA	DISEÑO	REVISADO	APE U. A.
22-08-77	C. MONGE E.			22-08-77	C. MONGE E.		
APE U. A. SUPER U. A.				APE U. A. SUPER U. A.			
APE PROYECTO				APE PROYECTO			
DIRECTOR APE U. A. PARTICIP.				DIRECTOR APE U. A. PARTICIP.			
MA-HM-OIO				MA-HM-OIO			
PLANOS DE REFERENCIA				PLANOS DE REFERENCIA			
FECHA				FECHA			
NUMERO				NUMERO			

NOTAS:

7							
6							
5							
4							
3							
2							
1							
N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROBADO	

CONSORCIO HIDROSERVICE/ INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA	
CARACTERISTICAS DE VARIACION Y REGULACION DE CAUDALES EN SITIO DE PRESA "MALO"	
HOJA DE	ESC.
RESPONSABLE POR EL CONSORCIO	RECOMENDADO
ING. CIVIL LINDOR A. QUEVEDO	APROBADO
AREA PROYECTO - VISTO POR	REF.
N° HS/IA-442-HM-055	

HIDROSERVICE Nº HS/IA-CO04-HM-034		FECHA	DIBUJO	VERIFICADO	INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
UNIDADES PARTIC.	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	U.A. RESP. TAREA	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	VERIFICADO
			H M			
			JEFE PROYECTO	DIRECTOR U.A. PART.	DIREC. SUPERV. PROT.	
RESPONSABLE POR EL CONSORCIO			ING. CIVIL LINCOLN A. QUEROZ CREA 2033/0 4º Reg-VISTO 32308-65 Reg.			
FIRMAS			FECHA	DIBUJO	VERIFICADO	
			11-09-76	A. VEGA R.		
			JEFE ADJUNTO PROYECTO	RESP. CONSORCIO NACIONAL		



NOTAS:
(I) OYACACHI SUMADO CON (BAEZA + COSANGA)
DESPLAZADO 3 HORAS

CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA COMPOSICION DE LA CRECIDA DE JULIO DE 1974	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
Nº HS/IA-442-HM-033	REF.

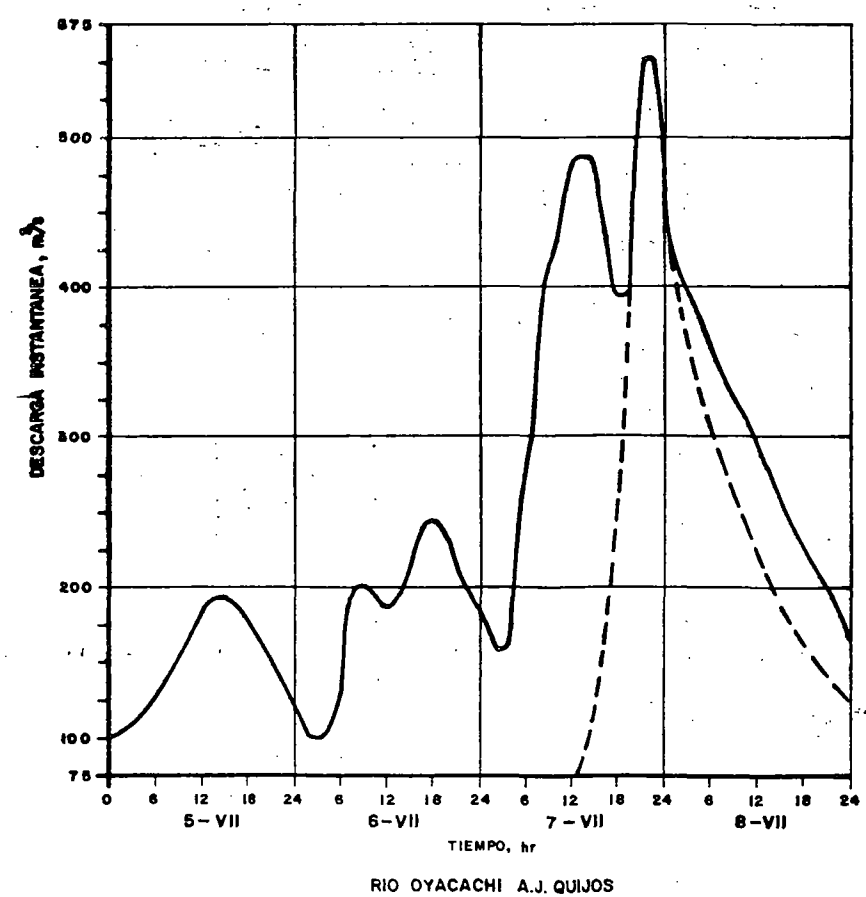
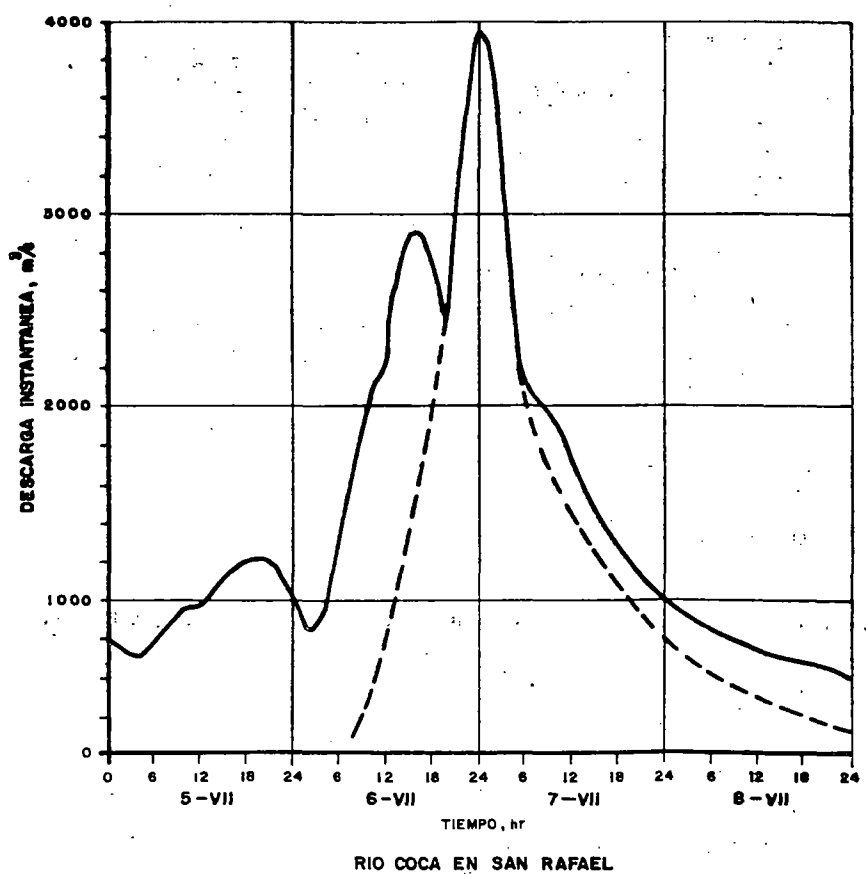
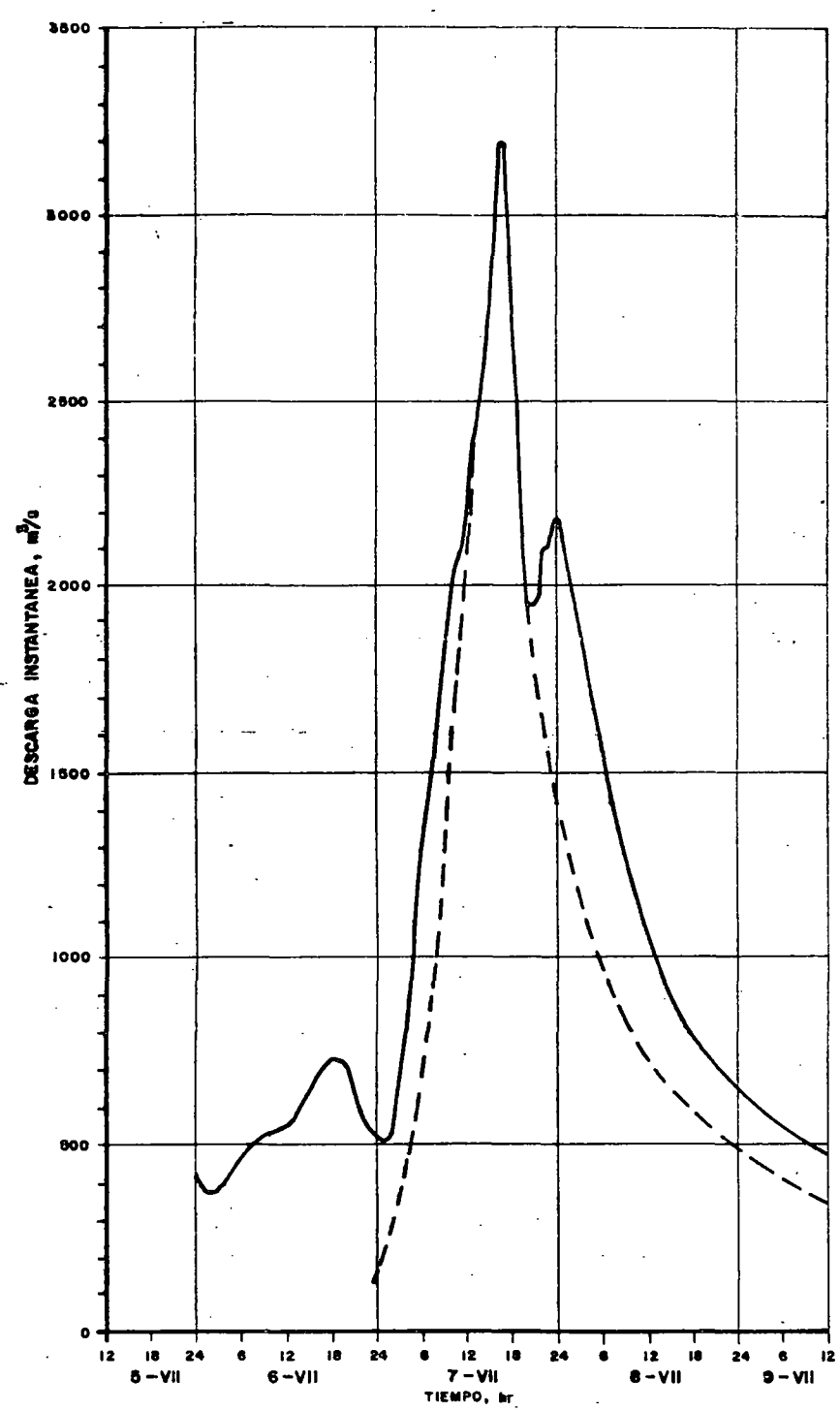
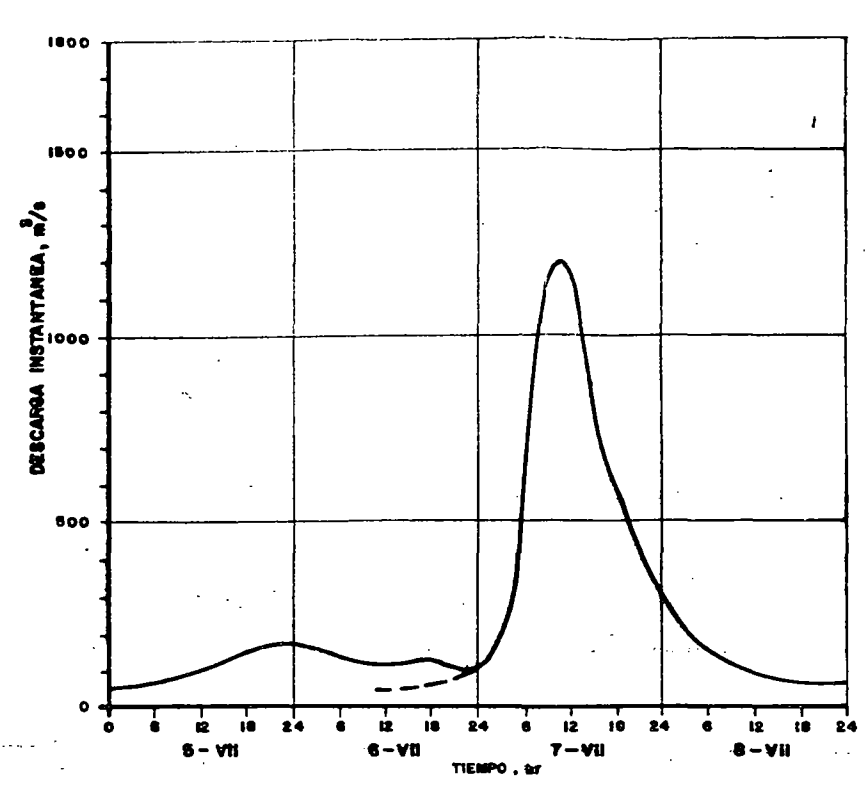
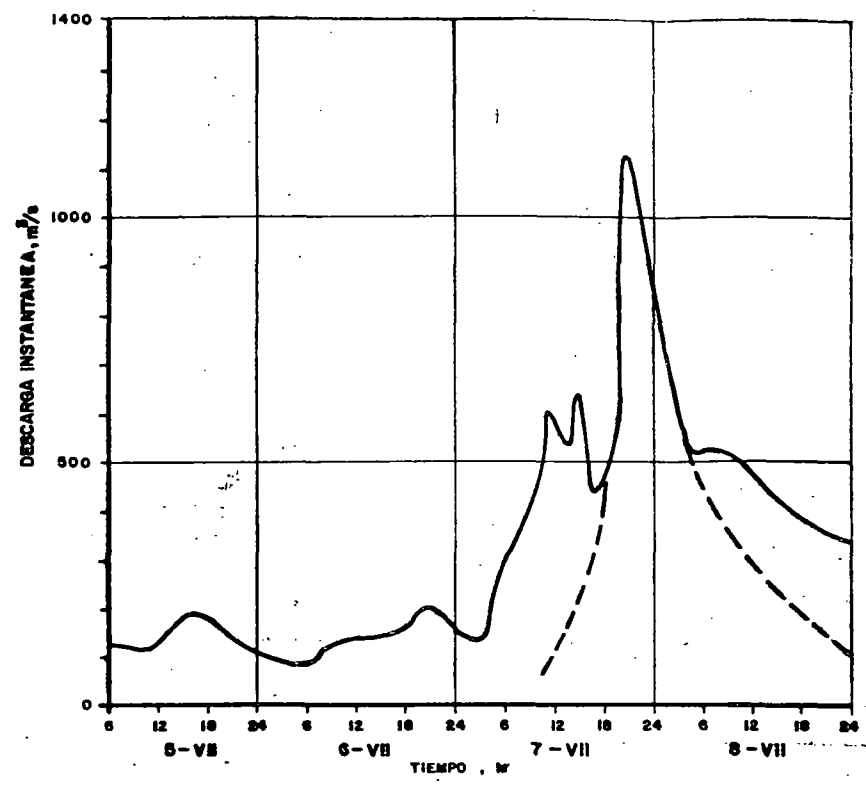
DIBUJOS DE REFERENCIA	FECHA	NUMERO	Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF	APROB.
			4						
			3						
			2						
			1						

INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			
FECHA	DIBUJO	VERIFICADO	
27-10-76	A. VEGA R.		
JEFE ADJUNTO PROYECTO	RESP. CONSORCIO NACOM		
FIRMAS			

RESPONSABLE POR EL CONSORCIO	
ING. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ	
CREA 8033/9 45 Reg-VISTO 33308-81 Reg.	

VERIFICADO	DIBUJO	ENC. GRUPO	JEFE U.A.
FECHA	U.A. RESP. TAREA	JEFE PROYECTO	DIREC. SUPRV. PROJ.

HIDROSERVICE Nº HS/IA-COCA-HM-044	
UNIDADES PARTIC.	ENC. GRUPO



NOTAS:

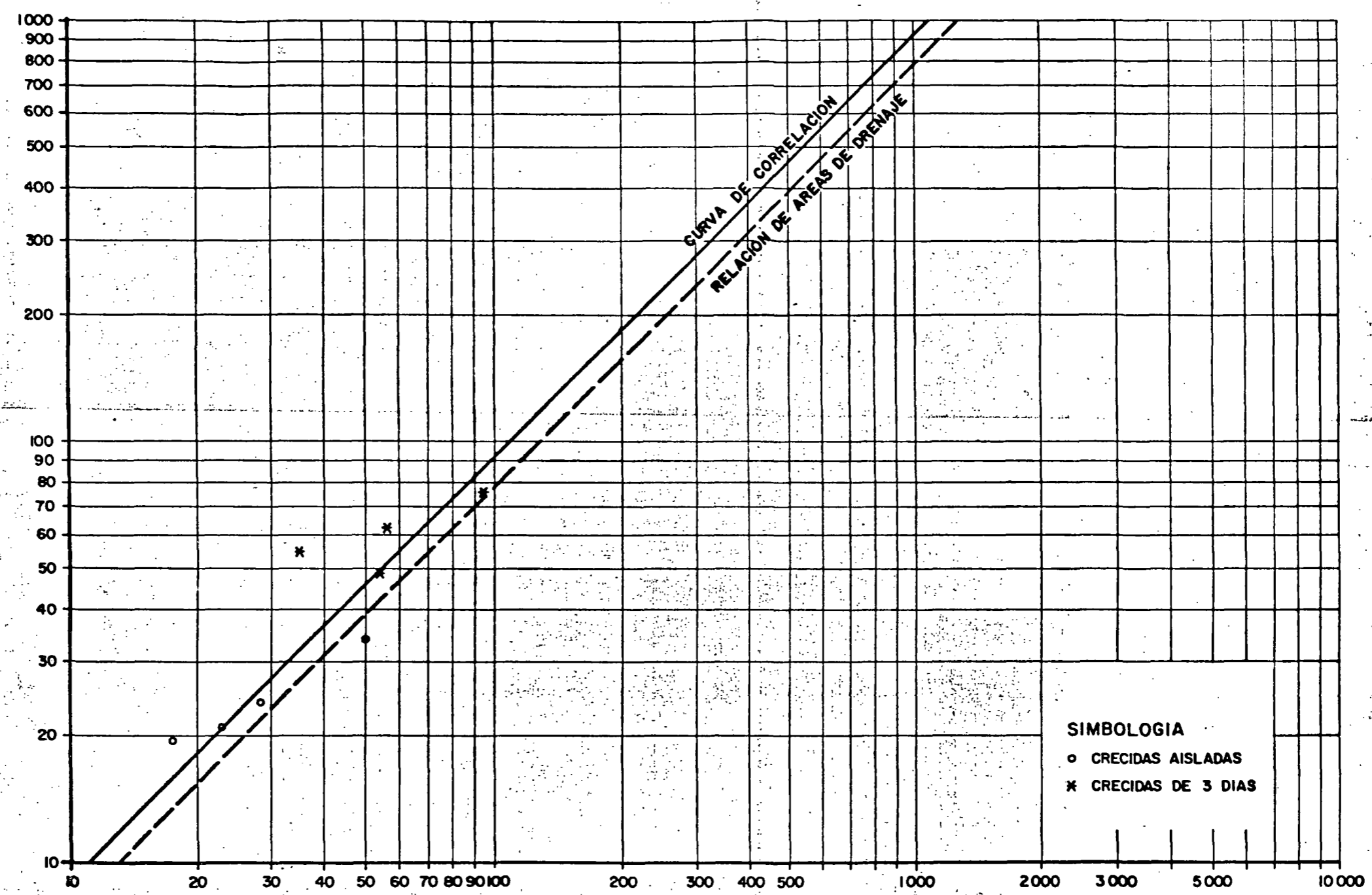
----- CRECIENTES AISLADAS.

4							
3							
2							
1							
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF	APROB.	

CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CRECIENTES MAXIMAS EN JULIO/1974	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
Nº HS/IA-442-HM-034	REF.

UNIDADES PARTIC.	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	FECHA	DIBUJO	VERIFICADO
			22/4/76	ENC. GRUPO	CH
			U.A. RESF. TAREA	DIRECTOR U.A. TARE	JEFE U.A.
			HM		DIREC. SUPLEN.
			JEFE PROYECTO		PROY.
RESPONSABLE POR EL CONSORCIO			ING. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ CERA 2053/0 4º Reg. VISTO 31306-87 Reg.		
FIRMAS			FECHA	DIBUJO	VERIFICADO
			11-10-76	M. DOMINGUEZ	8/4/76
			JEFE ADJUNTO PROYECTO		RESP. CONSORCIO NACIONAL

RIO OYACACHI A.J. QUIJOS, $10^6 m^3$



RIO QUIJOS EN BAEZA, $10^6 m^3$

NOTAS:

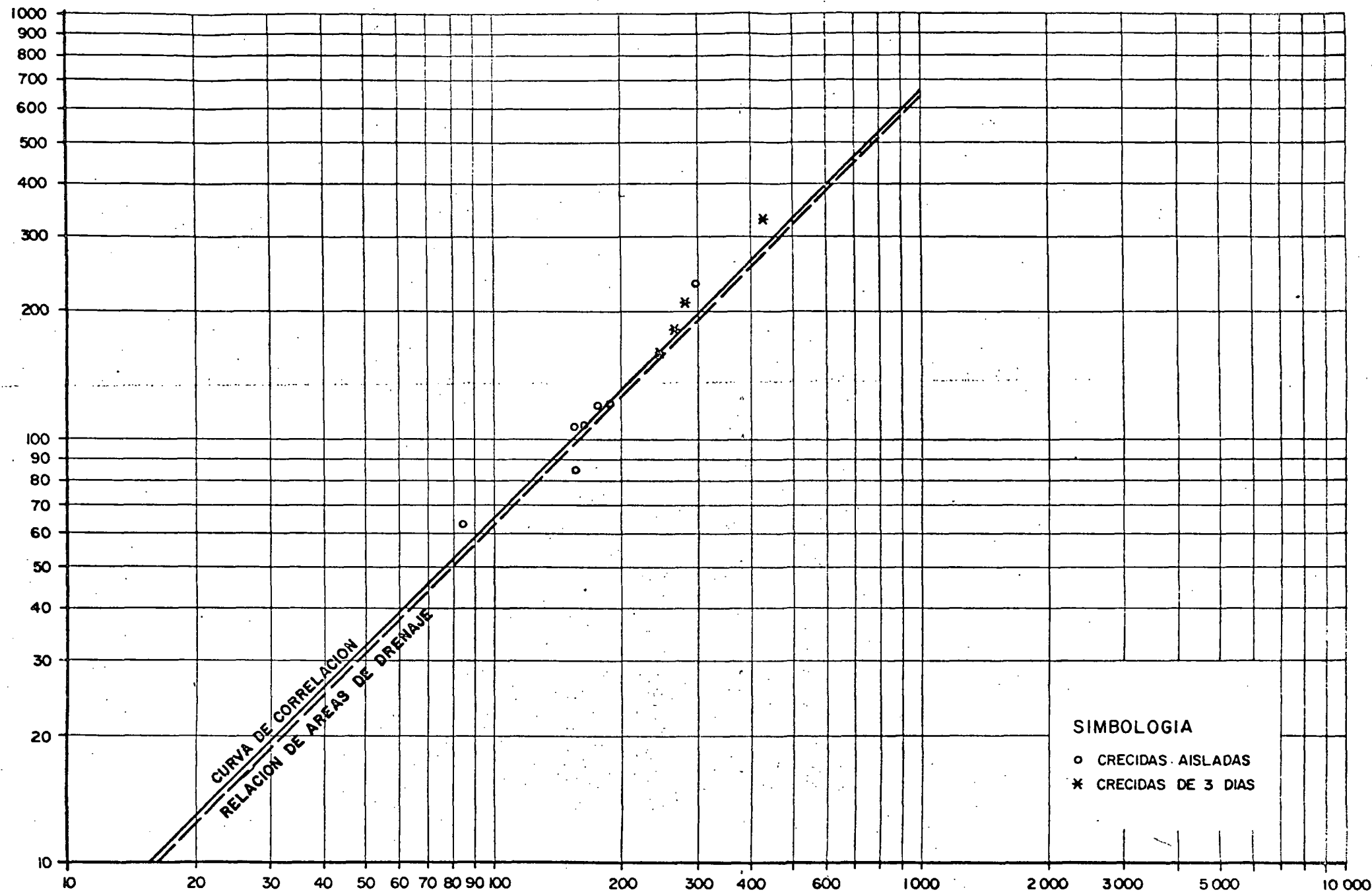
DIBUJOS DE REFERENCIA	FECHA	NUMERO

Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROB.
4						
3						
2						
1						

CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA	
CORRELACION DE VOLUMENES DE CRECIDAS ENTRE RIO OYACACHI A.J. QUIJOS Y RIO QUIJOS EN BAEZA	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
Nº HS/IA-442-HM-036	REF

HIDROSERVICE N° HS/IA-COCA-HM-037		FECHA		DIBUJO		VERIFICADO		INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
UNIDADES PARTICIPANTES		22/1/76		ENC. GRUPO		CH		RESPONSABLE POR EL CONSORCIO	
JEFE U.A.		U.A. RESP. TAREA		ENC. GRUPO		JEFE U.A.		ING. CIVIL LINCOLN A. GUEIROZ	
JEFE PROYECTO		HM		DIRECTOR U.A. PART.		DIREC. SUPERV. PROJ.		CREA 2003/0 42 Reg-VISTO 22306-02 Reg.	
JEFE U.A.		U.A. RESP. TAREA		ENC. GRUPO		JEFE U.A.		FECHA	
JEFE PROYECTO		HM		DIRECTOR U.A. PART.		DIREC. SUPERV. PROJ.		20-08-76	
JEFE U.A.		U.A. RESP. TAREA		ENC. GRUPO		JEFE U.A.		A. VEGA R.	
JEFE PROYECTO		HM		DIRECTOR U.A. PART.		DIREC. SUPERV. PROJ.		RESP. CONSORCIO NACIONAL	
JEFE U.A.		U.A. RESP. TAREA		ENC. GRUPO		JEFE U.A.		VERIFICADO	
JEFE PROYECTO		HM		DIRECTOR U.A. PART.		DIREC. SUPERV. PROJ.		MAY	
JEFE U.A.		U.A. RESP. TAREA		ENC. GRUPO		JEFE U.A.		DIBUJO	
JEFE PROYECTO		HM		DIRECTOR U.A. PART.		DIREC. SUPERV. PROJ.		FINALES	

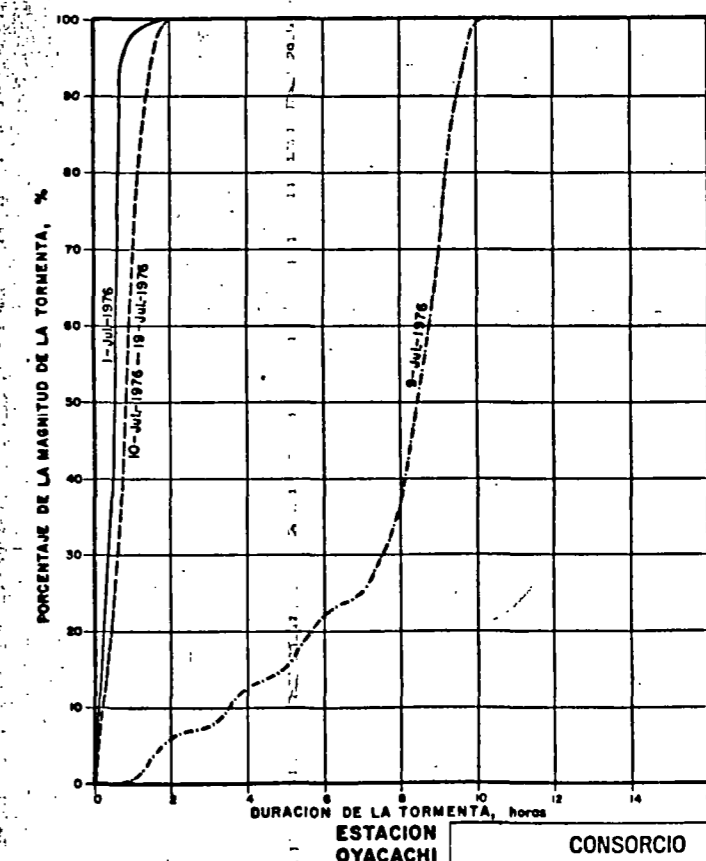
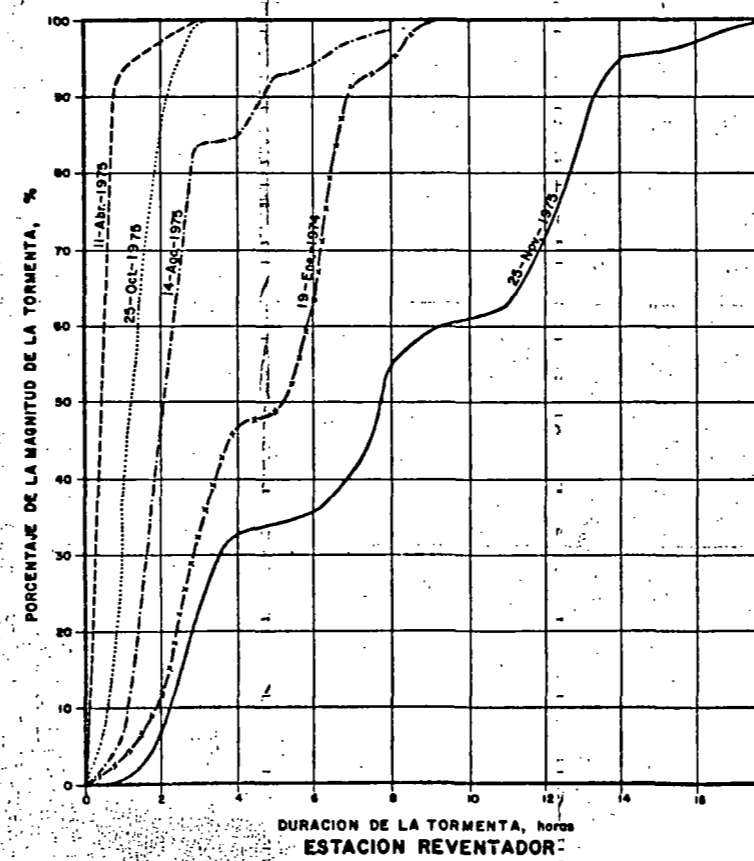
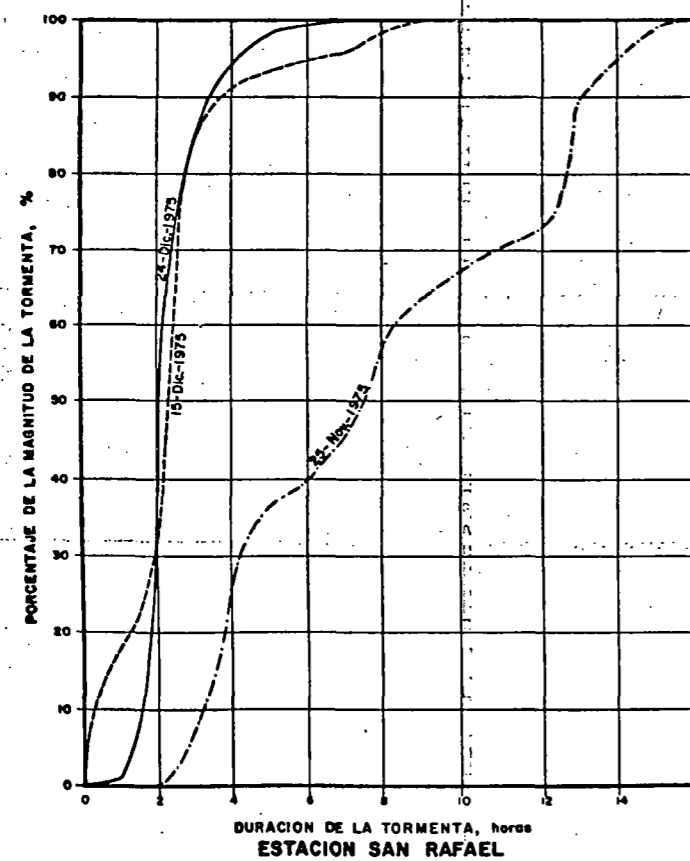
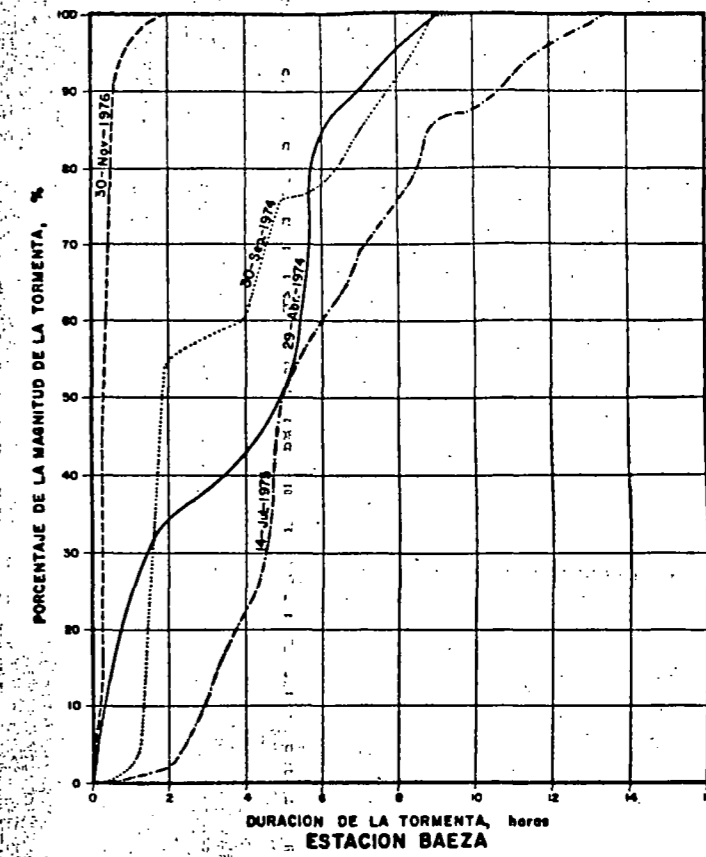
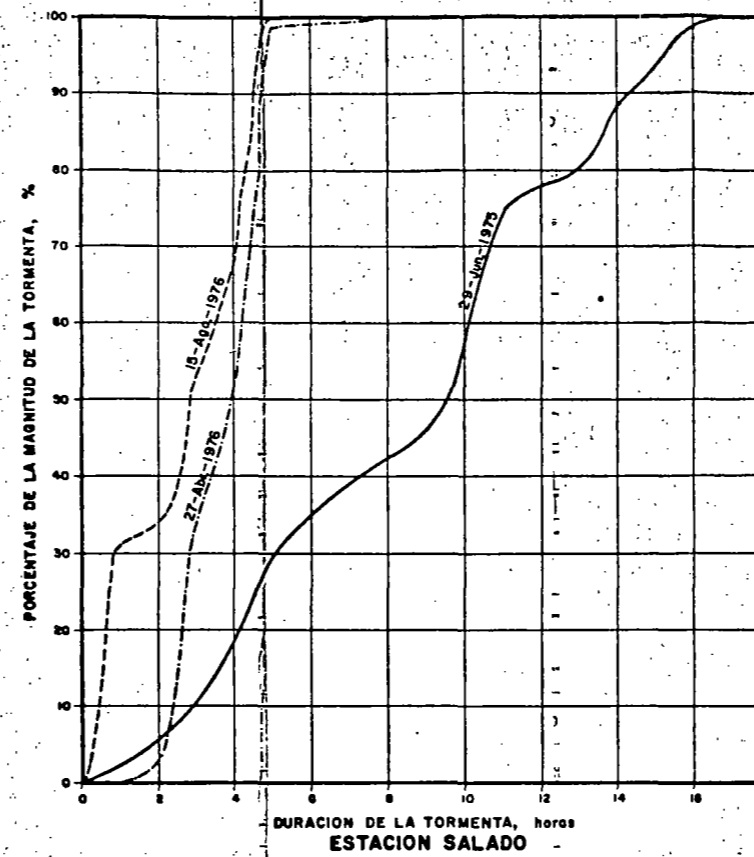
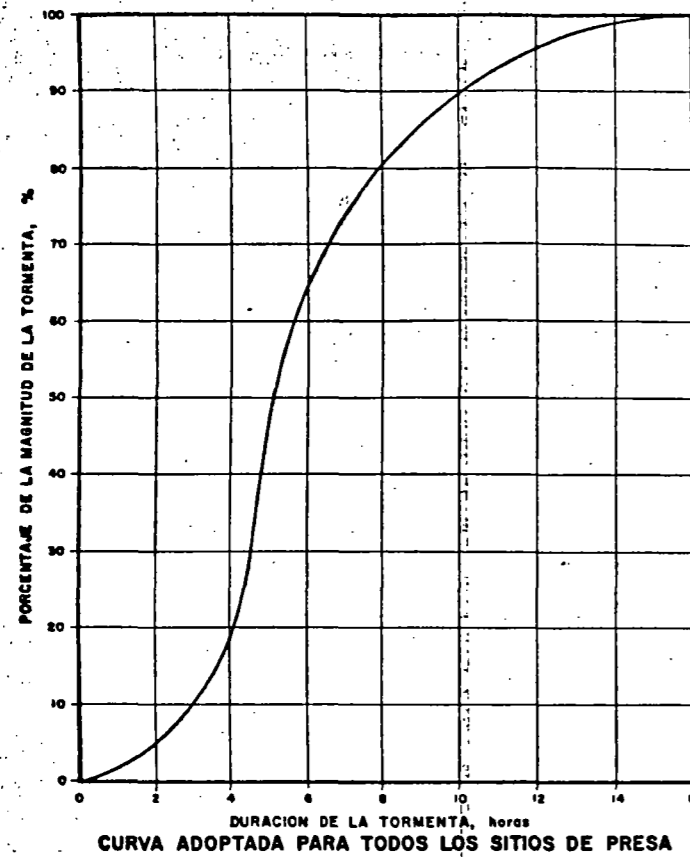
RIO QUIJOS D.J. OYACACHI, $10^6 m^3$



RIO COCA EN SAN RAFAEL, $10^6 m^3$

CONSORCIO HIDROSERVICE /	
INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA	
CORRELACION DE VOLUMENES DE CRECIDAS ENTRE	
RIO QUIJOS D.J. OYACACHI Y RIO COCA EN SAN RAFAEL	
HOJA	RECOMENDADO
DE	
ESCALA	APROBADO
N° HS/IA-442-HM-037 REF.	

DIBUJOS DE REFERENCIA	FECHA	NUMERO	N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR	POR	VERIF	APROB.
			4						
			3						
			2						
			1						



HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			
FECHA	REVISOR	VERIFICADO	APR. U. A.	FECHA	REVISOR	VERIFICADO	APR. U. A.
19-Ago-77	C. MONGE E.			19-Ago-77	C. MONGE E.		
LA REP. TAMA	HM			LA REP. TAMA	HM		
APR. PROYECTO	BRVCTAR	APR. U. A. PARTOP	OPR. SUPRY	APR. PROYECTO	BRVCTAR	APR. U. A. PARTOP	OPR. SUPRY
GEN-HM-011				GEN-HM-011			

NOTAS:			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROBADO
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

CONSORCIO HIDROSERVICE/
INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT

QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA
CURVAS DE MASAS DE TORMENTAS
EN ESTACIONES SELECCIONADAS

HOJA DE ESC.

RESPONSABLE POR EL DISEÑO

RECOMENDADO

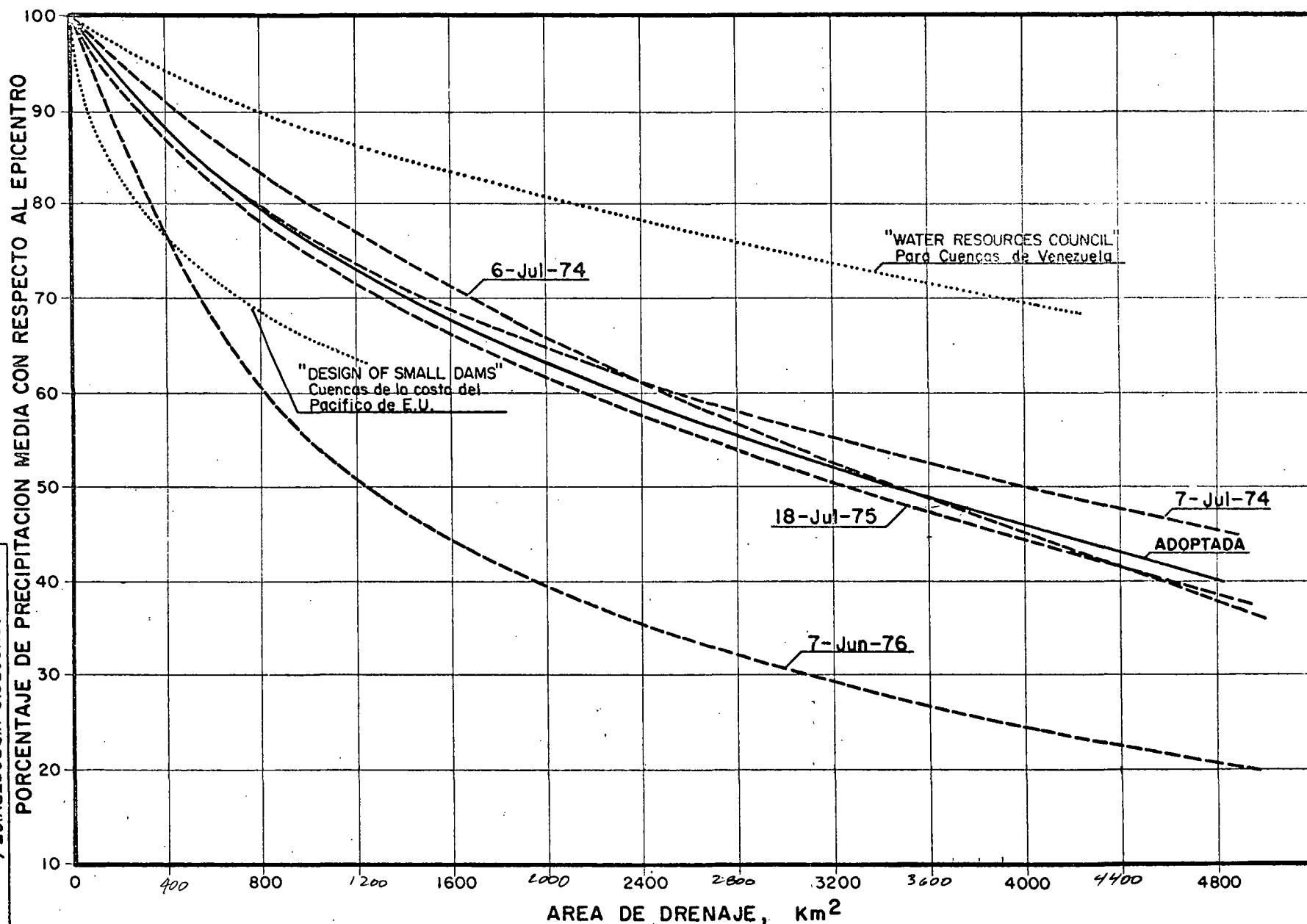
APROBADO

Nº HS/IA-442-HM-056

REF.

HIDROSERVICE Nº GEN-HM-012				FECHA		DIBUJO		VERIFICADO		RESPONSABLE POR EL CONSORCIO			INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT				
U.A. PARTIC.	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	SUPERV. U.A.	U.A. RESPTAREA	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	SUPERV. U.A.	ING. CIVIL LINCOLN A. GUEIROZ CREA 2053/D 4º Reg.-VISTO 32306-6º Reg.			FIRMAS	FECHA		DIBUJO		VERIFICADO	
				HM	83							05-09-77		C. MONGE E.			
				JEFE PROYECTO	DIRECTOR U.A. PART.	DIREC. SUPERV. PROY.						JEFE ADJUNTO PROYECTO		RESP. CONSORCIO NACIONAL			

REV. Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VENIR	APROB.



CONSORCIO HIDROSERVICE /
INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA
DISTRIBUCION ESPACIAL DE LAS
TORMENTAS EN LA CUENCA

HOJA DE RECOMENDADO

ESCALA DE APROBADO

Nº HS/IA-442-HM-057/REF.

INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT

RESPONSABLE POR EL CONSORCIO

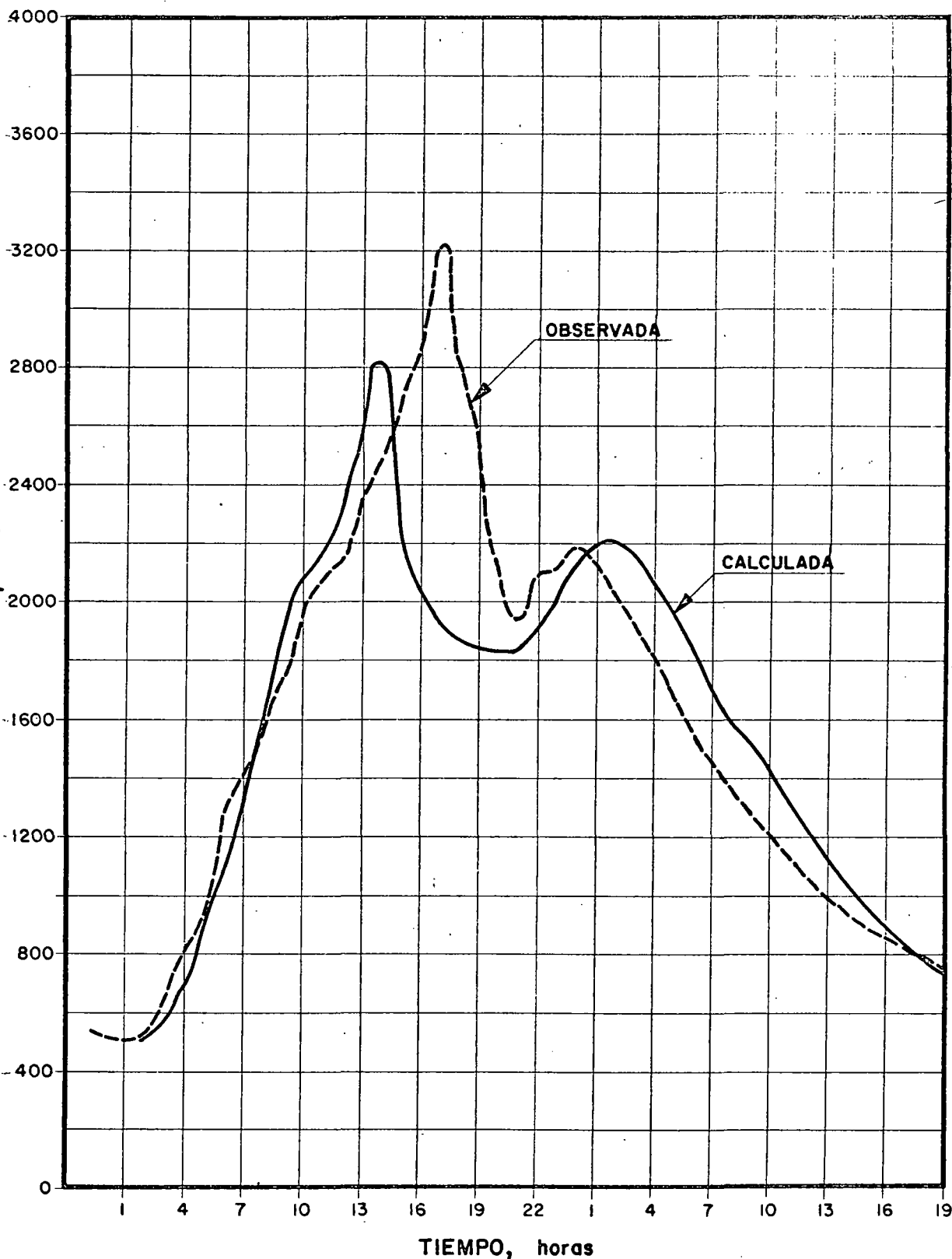
VERIFICADO
DIBUJO
FECHA
U.A. REPARTIDA
ENC. GRUPO
JEFE U.A.
SUPERV. U.A.
JEFE PROYECTO
DIRECCION U.A. PAUL
DIRECCION SUPERV.
PROY.

HIDROSERVICE Nº GEN-HM-015
U.A. PARTIC. ENC. GRUPO JEFE U.A. SUPERV. U.A.

VERIFICADO
DIBUJO
FECHA
U.A. REPARTIDA
ENC. GRUPO
JEFE U.A.
SUPERV. U.A.
JEFE PROYECTO
DIRECCION U.A. PAUL
DIRECCION SUPERV.
PROY.

ING. CIVIL LINCOLN A. QUEIROZ
CREA 2033/D 4º Reg.-VISTO 32308 - 6º Reg.

CAUDAL, m³/s



7-Jul.-74

8-Jul.-74

9-Jul.-74

TIEMPO, horas

CONSORCIO HIDROSERVICE /
INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT

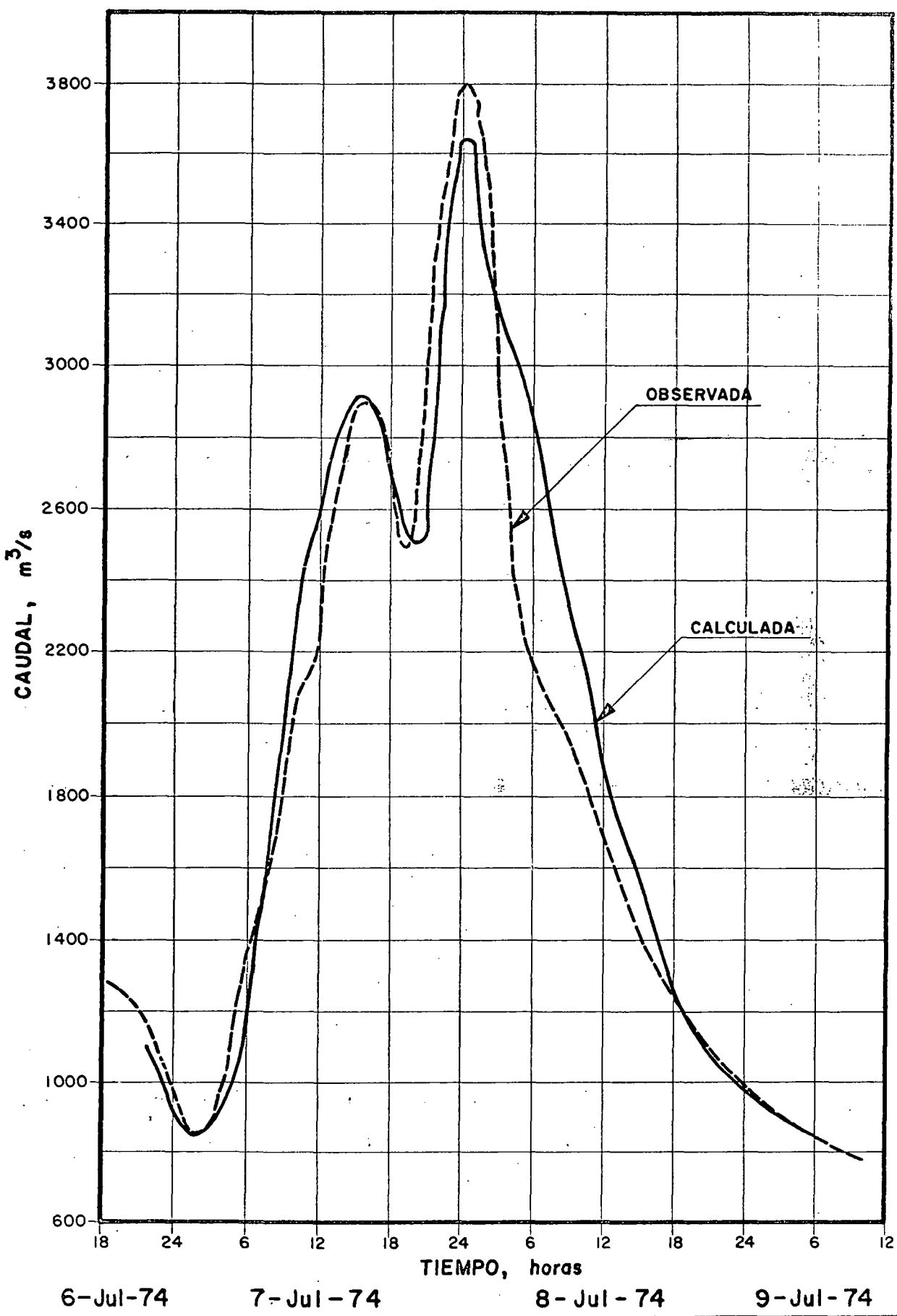
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA
COMPARACION DE CRECIDAS
QUIJOS DJ. OYACACHI

HOJA DE RECOMENDADO
ESCALA APROBADO

REV. Nº FECHA NATURALEZA DE LA REVISION POR VERIF. APROB. Nº HS/1A-442-HM-060 REF.

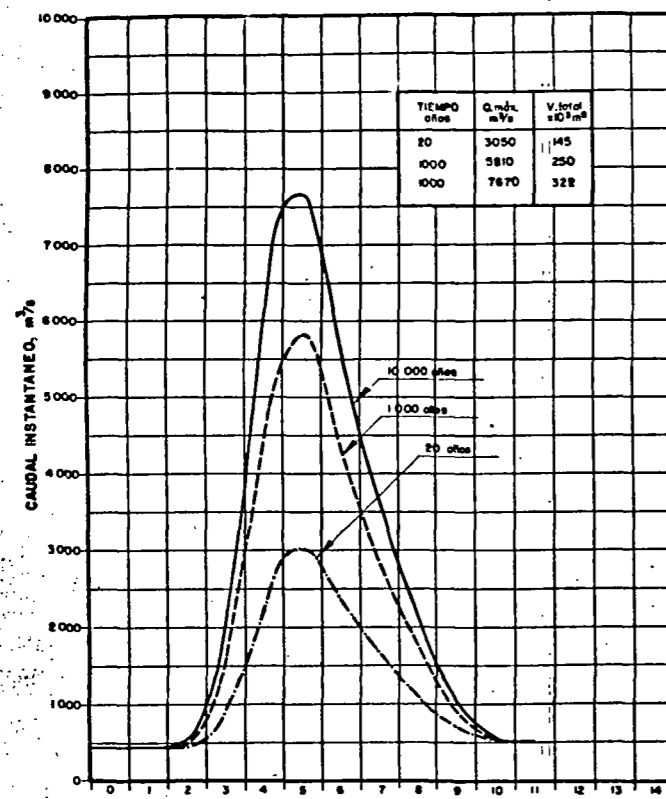
HIDROSERVICE Nº GEN-HM-016		FECHA		DIBUJO		VERIFICADO	
U.A. PARTIC.	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	U.A. RESP. TAREA	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	U.A. SUPERV. U.A.	
			HM				
		JEFE PROYECTO		DIRECTOR U.A. PARTIC.		DIREC. SUPERV. PROY.	
RESPONSABLE POR EL CONSORCIO							
ING. CIVIL LINCOLN A. GUEIROZ							
CREA 2033/D 4º Reg.-VISTO 32306-03 Reg.							
FIRMAS							
		FECHA		DIBUJO		VERIFICADO	
		06-09-77		C. MONGE E.		MUY	
		JEFE ADJUNTO PROYECTO		JEFE CONSORCIO NACIONAL			
INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT							



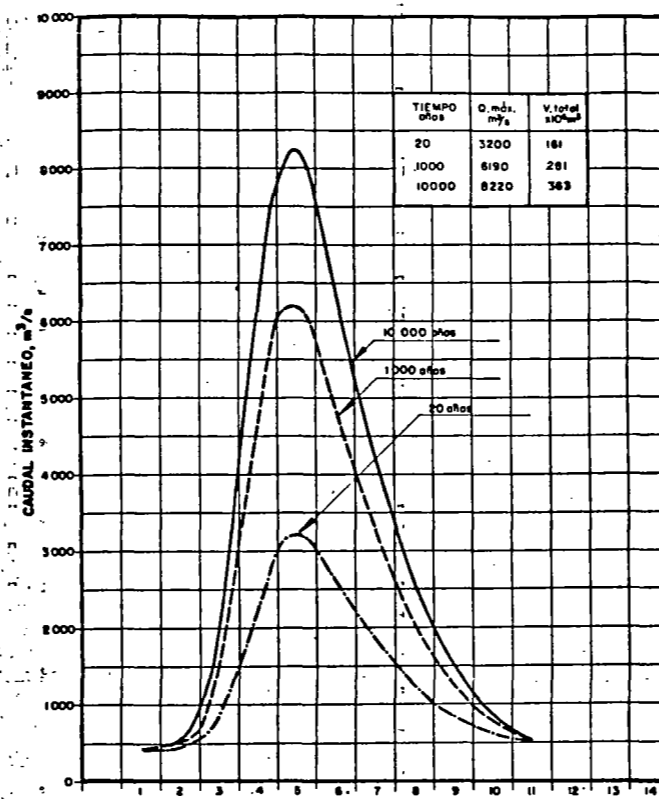
CONSORCIO HIDROSERVICE / INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA COMPARACION DE CRECIDAS COCA EN SAN RAFAEL	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
Nº HS/IA-442-HM-061	REF.

REV. Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VERIF.	APROB.

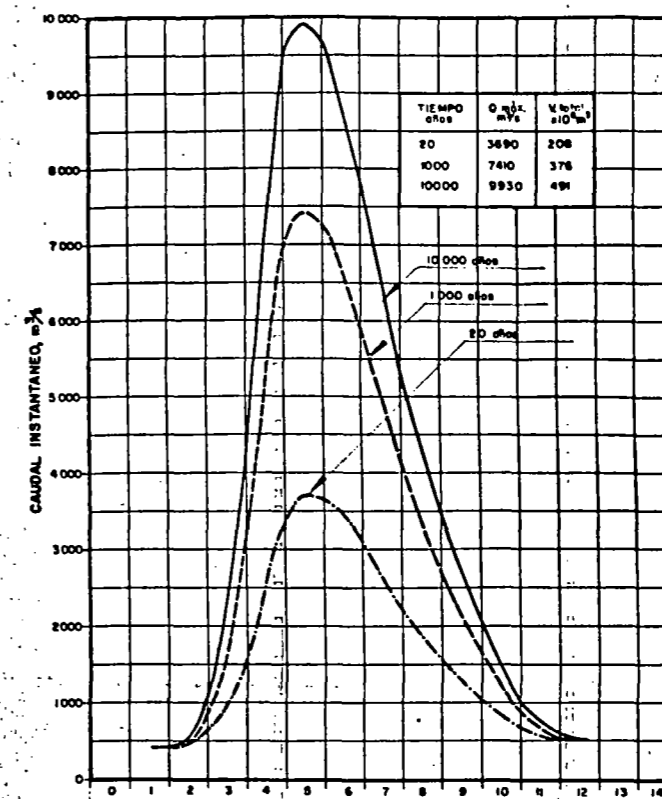
PLANOS DE REFERENCIA	FECHA	NUMERO
----------------------	-------	--------



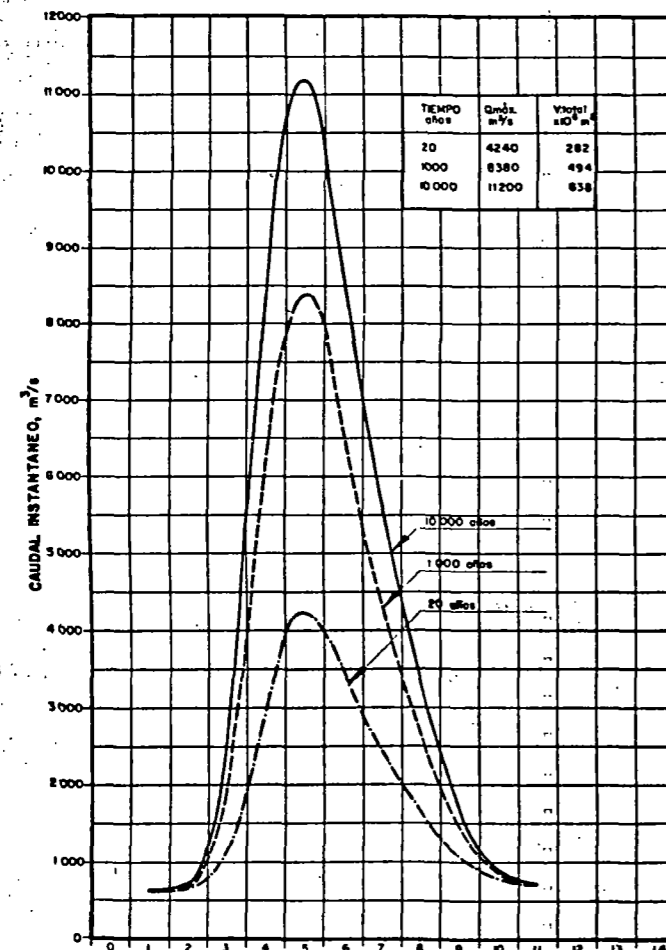
INTERVALOS DE 3 HORAS
SITIO BORJA



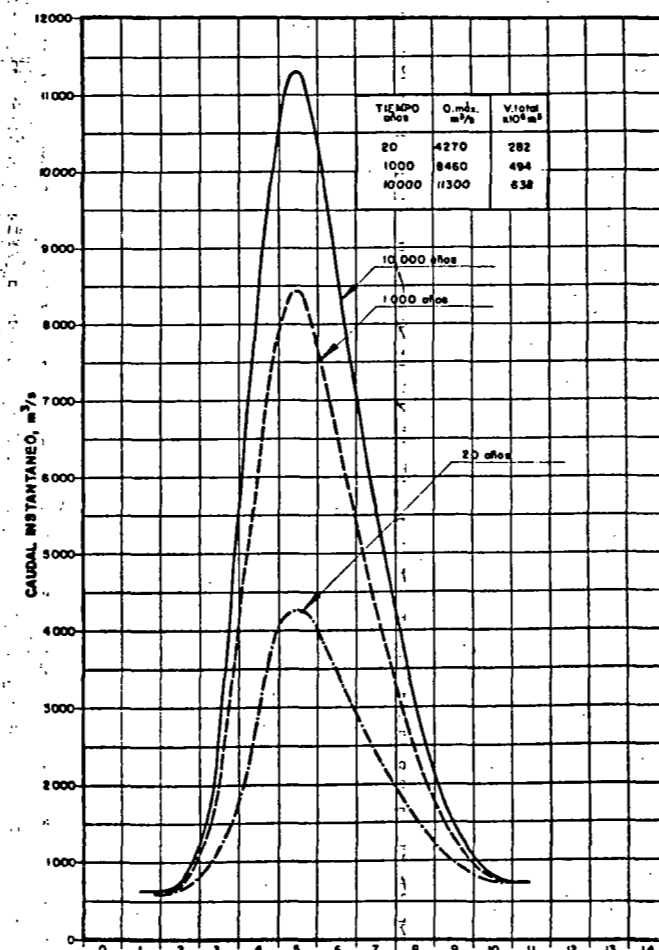
INTERVALOS DE 3 HORAS
SITIO EL CHACO



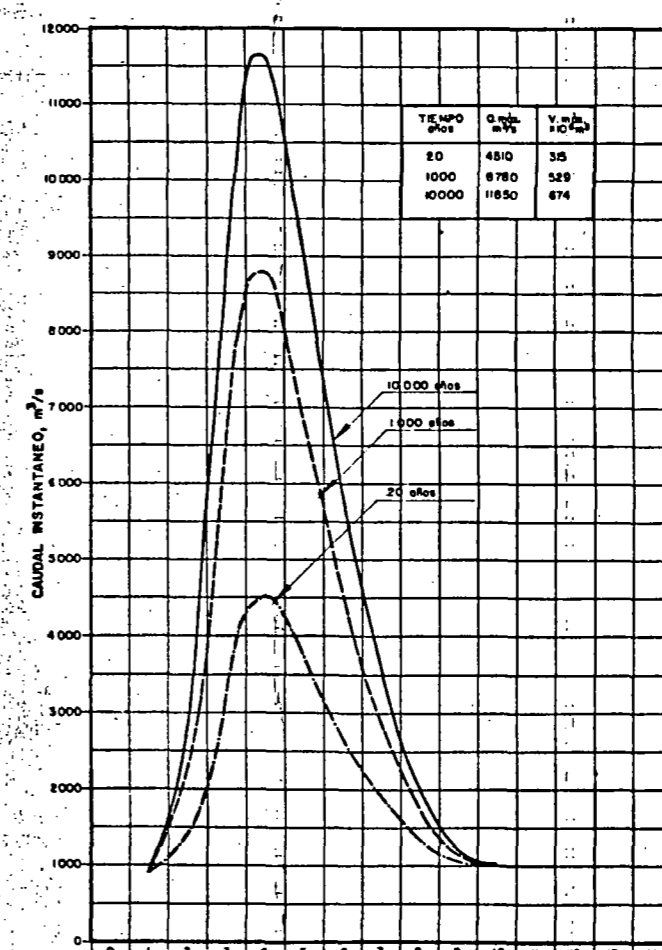
INTERVALOS DE 3 HORAS
SITIO BALSAS



INTERVALOS DE 4 HORAS
SITIO SALADO



INTERVALOS DE 4 HORAS
SITIO MALO



INTERVALOS DE 4 HORAS
SITIO CODO SINCLAIR

HIDROSERVICE				INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT			
PROYECTO	DISEÑO	VERIFICADO	JEFE U. A.	FECHA	DISEÑO	VERIFICADO	JEFE U. A.
GEN-HM-017	ENCARGADO	JEFE U. A.	SUPERVISOR	25-08-77	P. MULKY		
PLANOS DE REFERENCIA				FECHA			
NUMERO							

NOTAS:

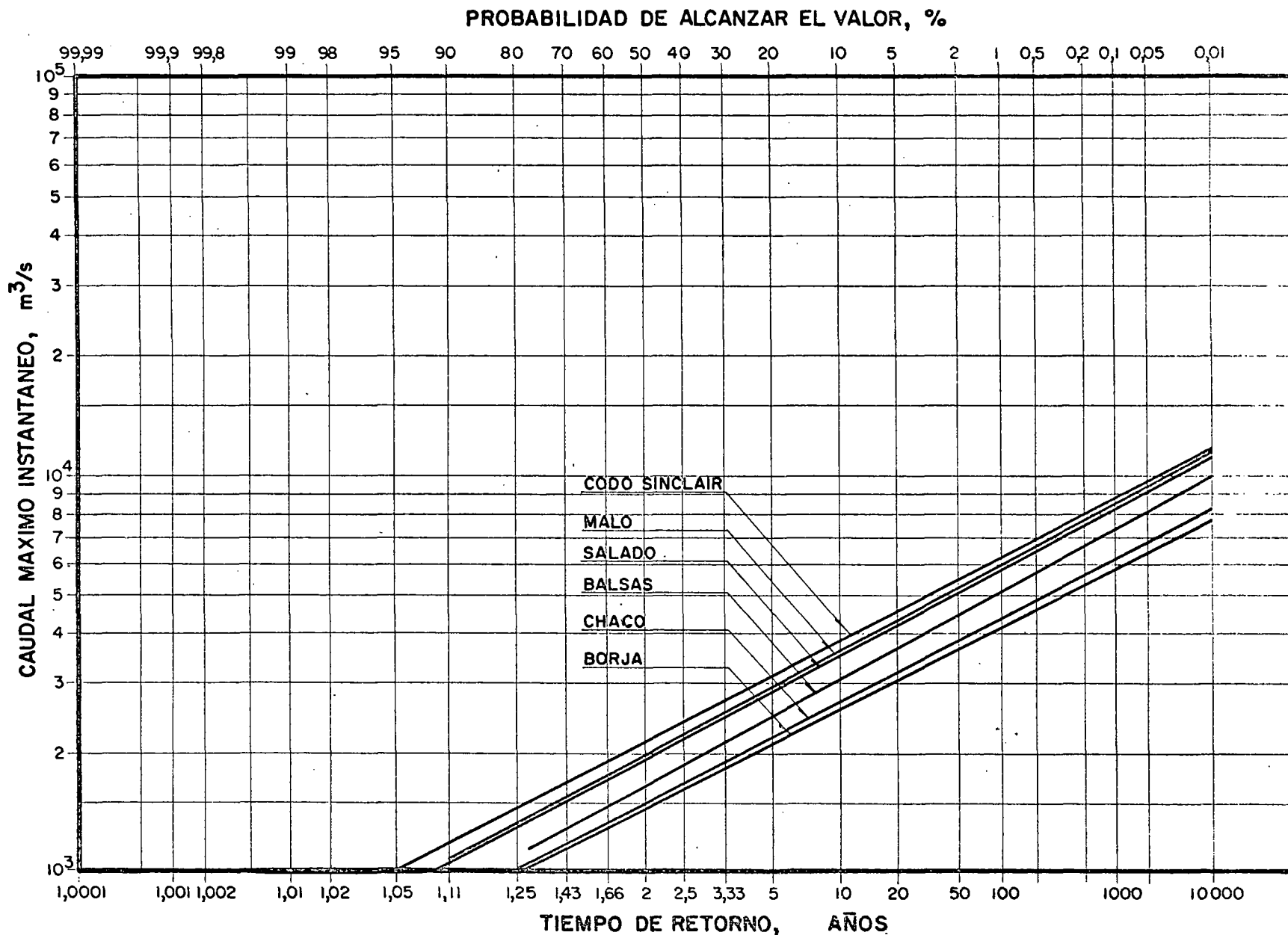
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	

Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROBADO
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						

CONSORCIO HIDROSERVICE/ INTEGRAL - IDCO-ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION	
QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA	
HIDROGRAMAS DE CRECIDAS EN LOS SITIOS DE PRESA	
HOJA DE	ESC.
RESPONSABLE POR EL DISEÑO	RECOMENDADO
ING. EVELIN LINCOLN A. GARCIA CNS 20578 - 87 Reg. - VITZ 2114 87 Reg.	APROBADO
Nº HS/IA-442-HM-062	REF.

HIDROSERVICE Nº GEN-HM-001				FECHA		DIBUJO		VERIFICADO		RESPONSABLE POR EL CONSORCIO		INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT				
U.A. PARTIC.	ENC. GRUPO	JEFE U.A.	SUPERV. U.A.	U.A. RESRTAREA		ENC. GRUPO	JEFE U.A.	SUPERV. U.A.		ING. CIVIL LINCOLN A. GUEIROZ CREA 2033/D 4º Reg.-VISTO 32308-6º Reg.		FIRMAS	FECHA		DIBUJO	VERIFICADO
				HM		JS							19-09-77		C. MONGE E.	
				JEFE PROYECTO		DIRECTOR U.A. PART.		DIREC. SUPERV. PROY.					JEFE ADJUNTO PROYECTO		RESP. CONSORCIO NACIONAL	

REV. Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	POR	VENIF.	APROB.



CONSORCIO HIDROSERVICE /
INTEGRAL-IDCO-ADEC-INGECONSULT

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA
FRECUENCIAS DE CRECIENTES
EN LOS SITIOS DE PRESA

HOJA DE RECOMENDADO

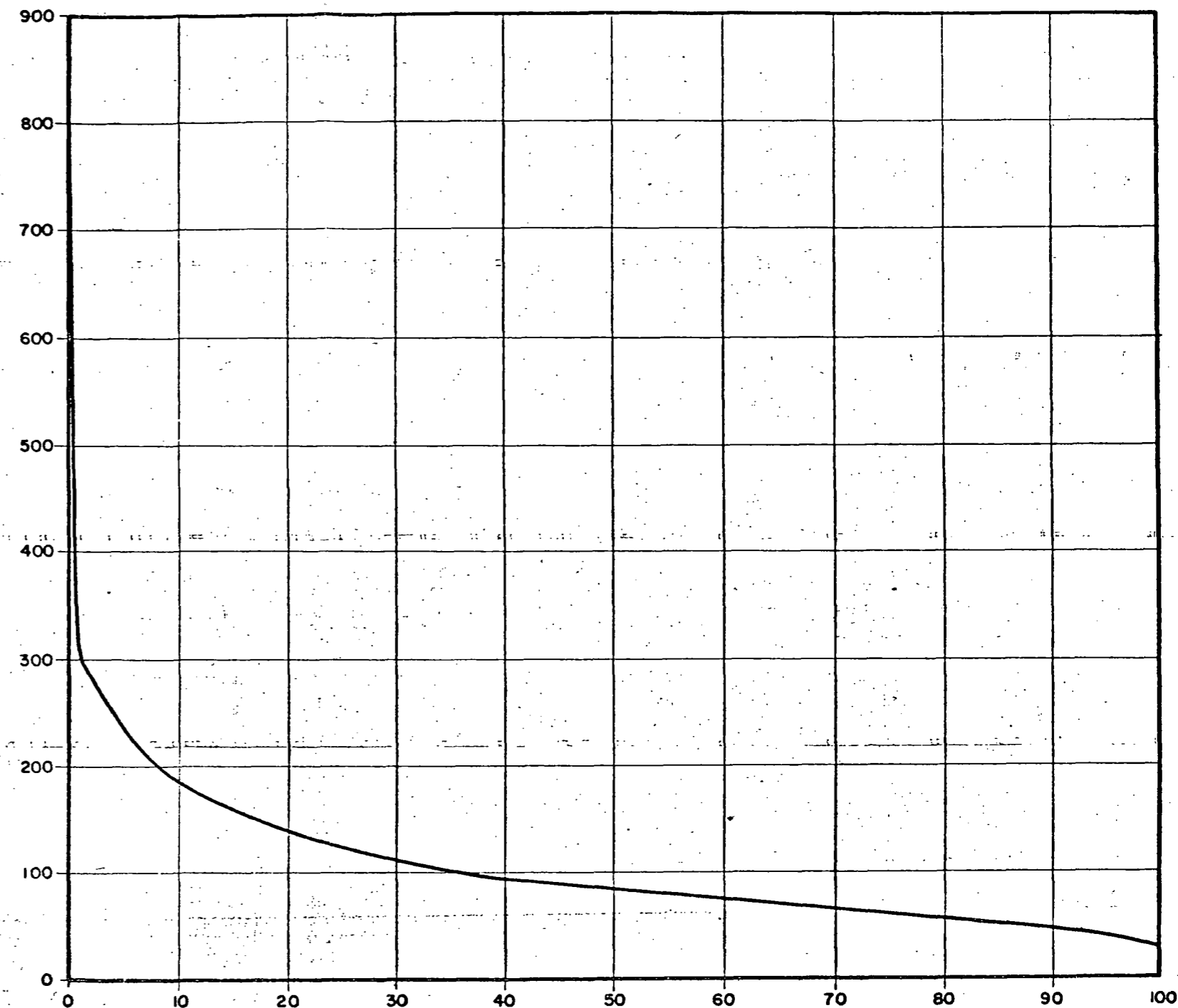
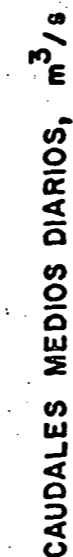
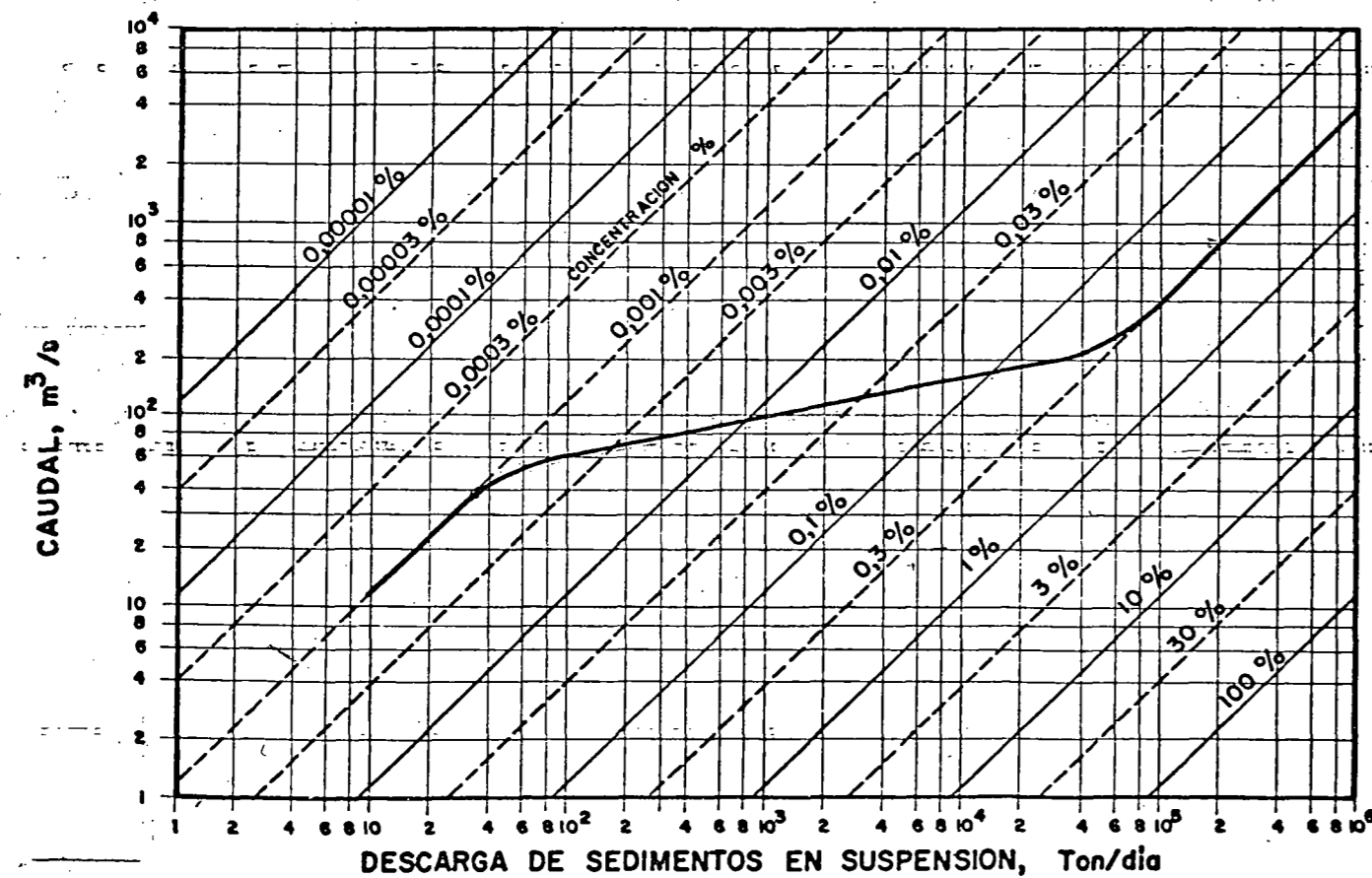
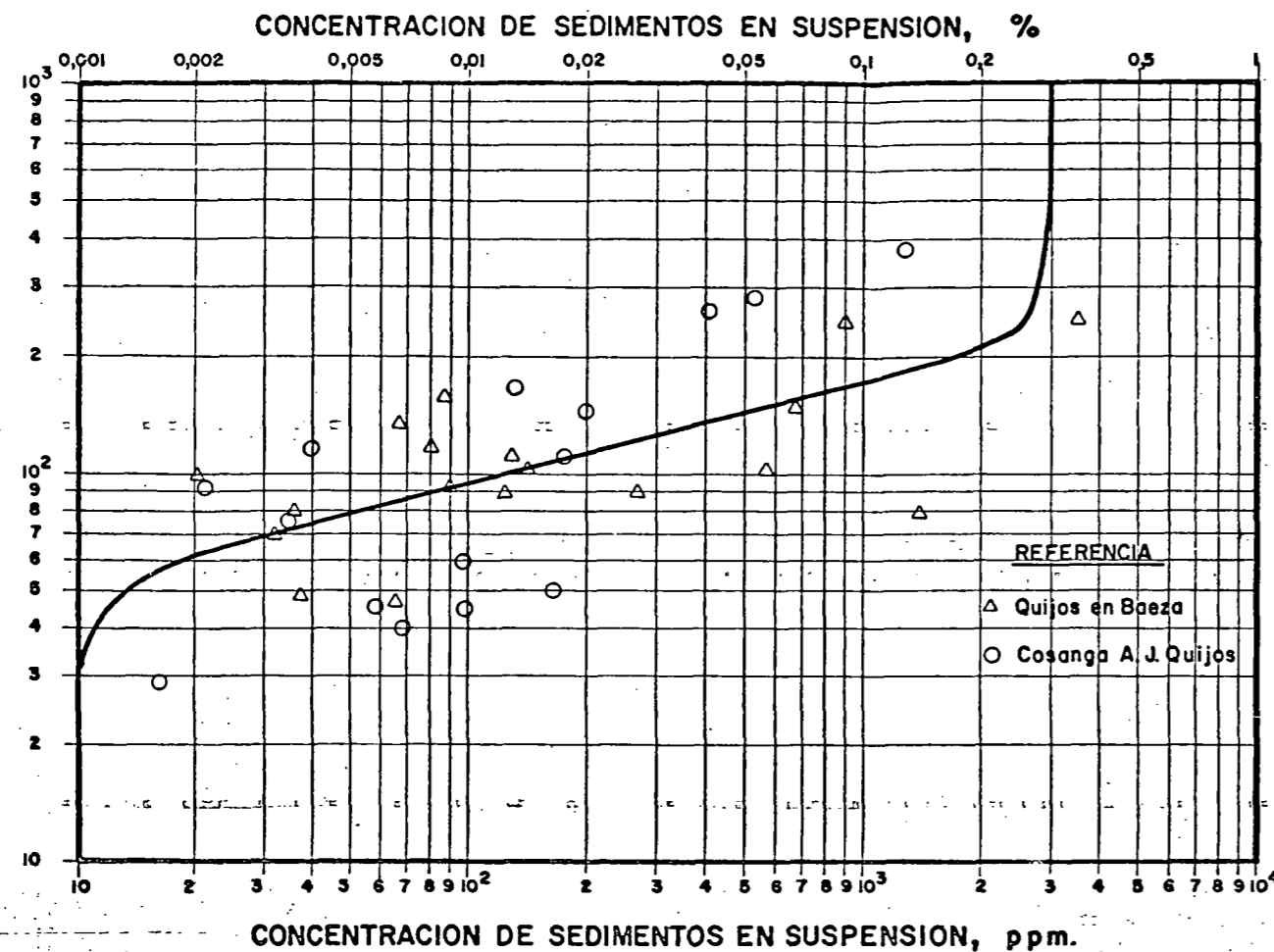
ESCALA DE APROBADO
Nº HS/IA-442-HM-046 REF.

INTEGRAL - IDCO · ADEC - INGECONSULT

RESPONSABLE POR EL CONSORCIO

FECHA	DIBUJO	VERIFICADO
-------	--------	------------

HIDROSERVICE Nº BOR-HM-018



PROBABILIDAD DE QUE EL CAUDAL SEA SUPERADO, %
CURVA DE DURACION DE CAUDALES LIQUIDOS

<p align="center">CONSORCIO-HIDROSERVICE / INTEGRAL- IDCO - ADEC - INGECONSULT</p>	
<p align="center">INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR</p>	
<p align="center">PROYECTO HIDROELECTRICO COCA PRODUCCION DE SEDIMENTOS EMBALSE "BORJA"</p>	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
B. Nº HS/IA-442-HM-063	REF.

VERIFICADO

18-08-77

C. MONGE E.

SETE ADJUNTO PROYECTO

RESP. CONSORCIO NACIONAL

INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT

RESPONSABLE POR EL CONSORCIO

ING. CIVIL LINCOLN A. QUEROZ

CREA 2033/0 48mm VISTO 32306-08mm

VERIFICADO

18-08-77

C. MONGE E.

SETE ADJUNTO PROYECTO

RESP. CONSORCIO NACIONAL

INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT

RESPONSABLE POR EL CONSORCIO

ING. CIVIL LINCOLN A. QUEROZ

CREA 2033/0 48mm VISTO 32306-08mm

CAUDAL EN PORCENTAJE, $Q/\bar{Q} \times 100$

CONCENTRACION DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION, ppm.

CAUDAL, m^3/s

DESCARGA DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION, Ton/día

CAUDALES MEDIOS DIARIOS, m^3/s

PROBABILIDAD DE QUE EL CAUDAL SEA SUPERADO, %
CURVA DE DURACION DE CAUDALES LIQUIDOS

CONSORCIO-HIDROSERVICE /
INTEGRAL- IDCO - ADEC - INGECONSULT

INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
QUITO - ECUADOR

PROYECTO HIDROELECTRICO COCA
PRODUCCION DE SEDIMENTOS
EMBALSE "BALSAS"

HOJA DE

RECOMENDADO

ESCALA

APROBADO

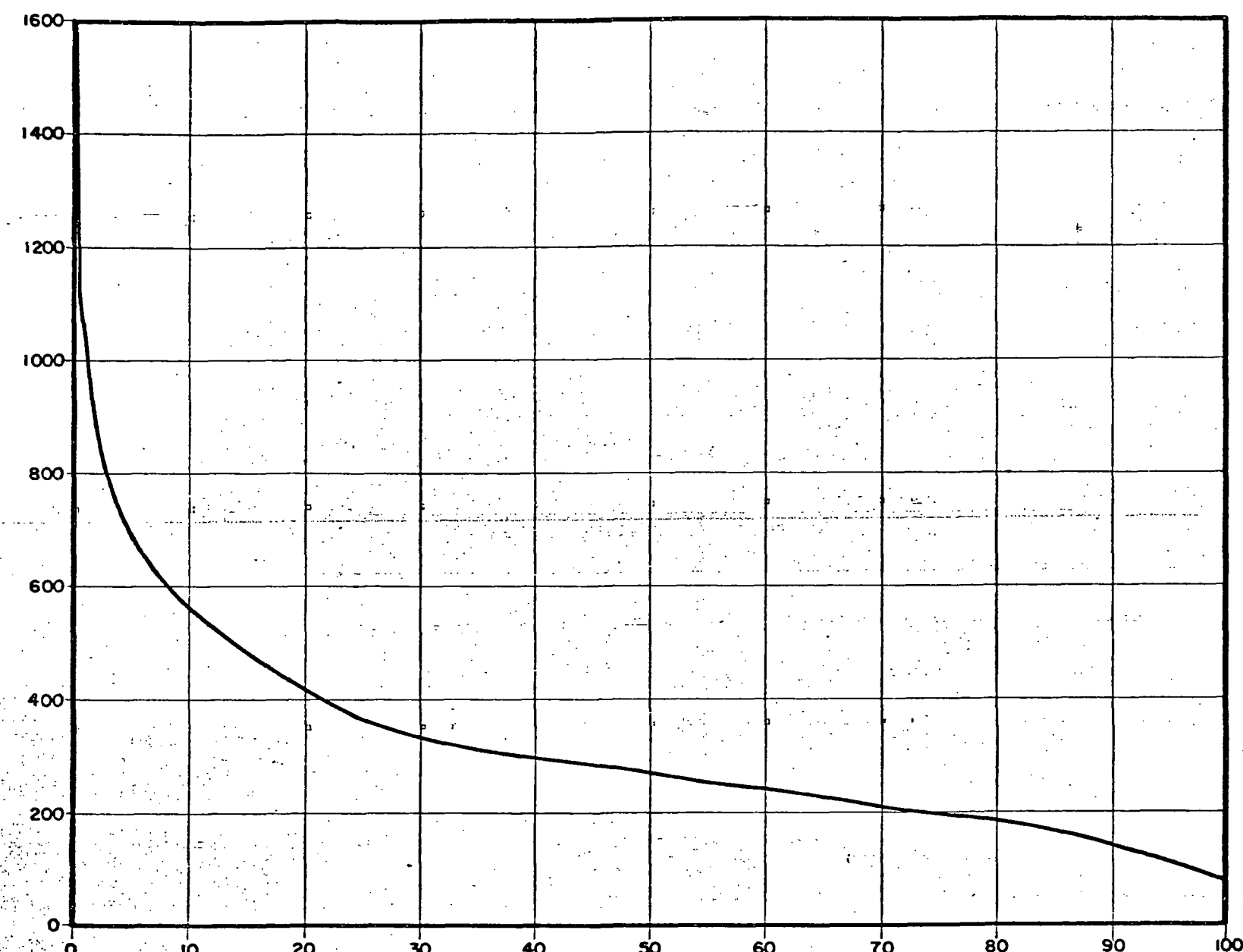
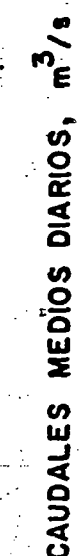
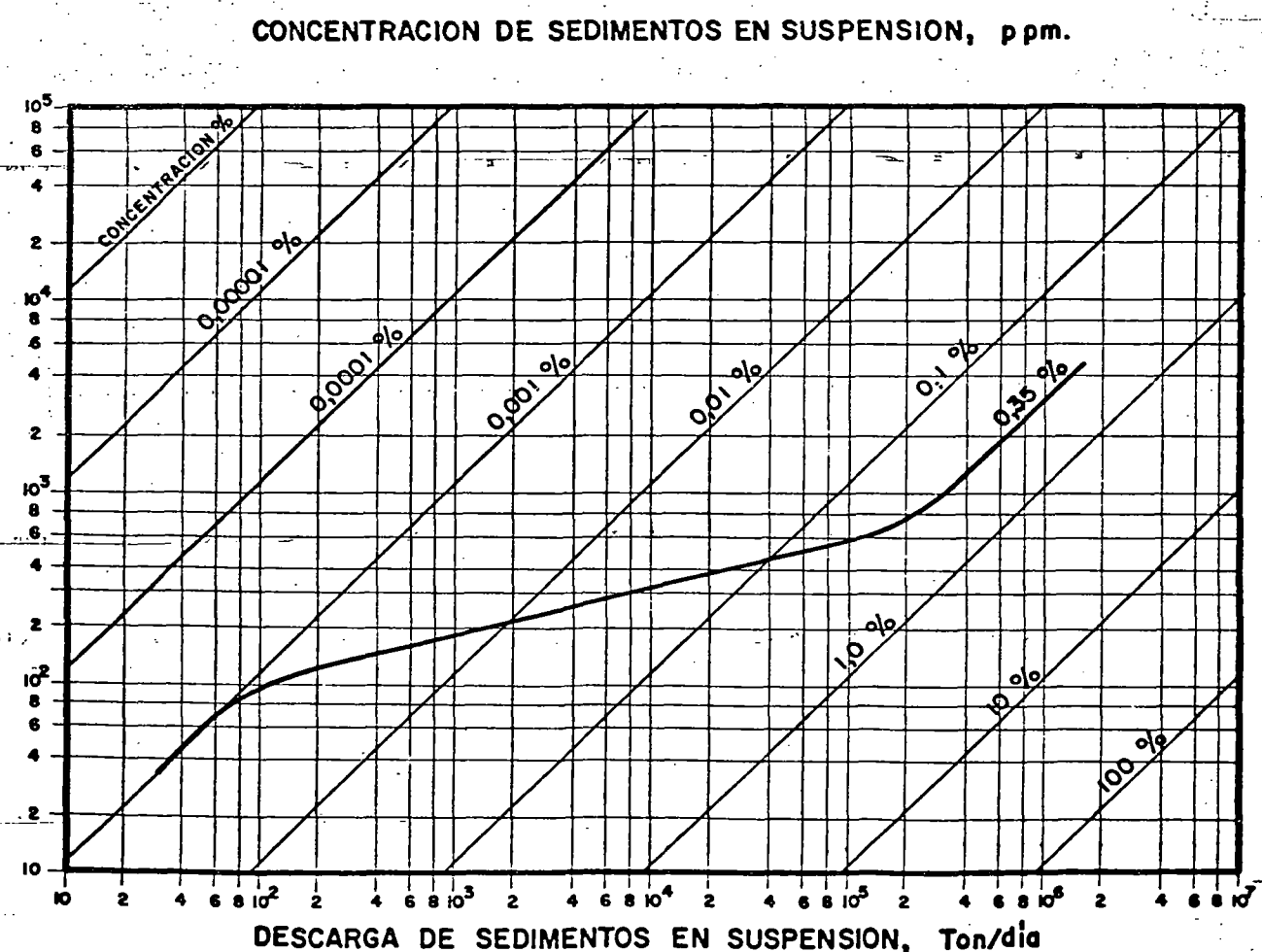
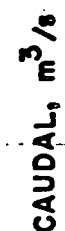
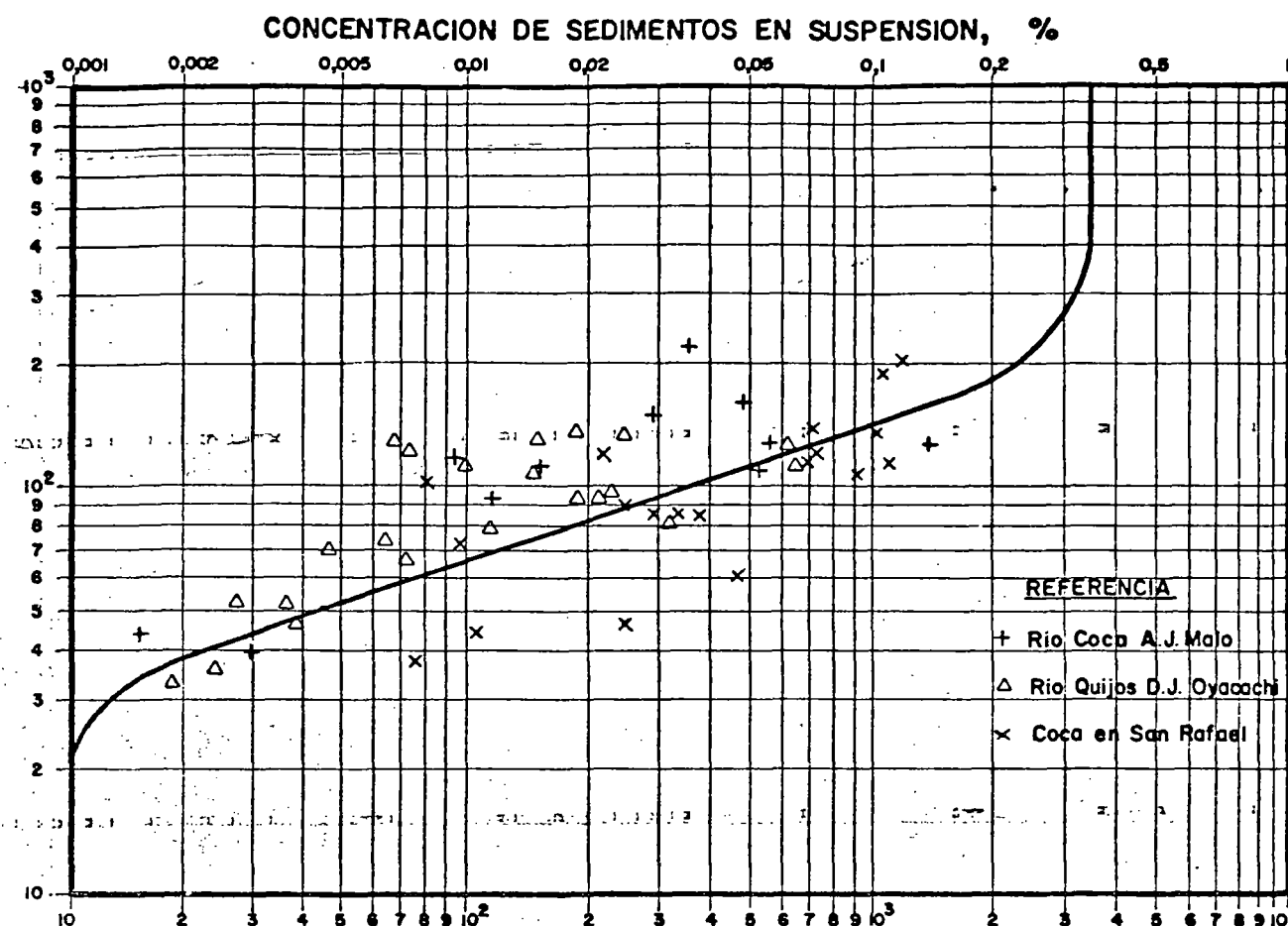
Nº HS/IA-442-HM-065

REF.

NOTAS:

4									
3									
2									
1									
Nº	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROB.	Nº	HS/IA-442-HM-065	REF.

PLANOS DE REFERENCIA	FECHA	NUMERO

[illegible]

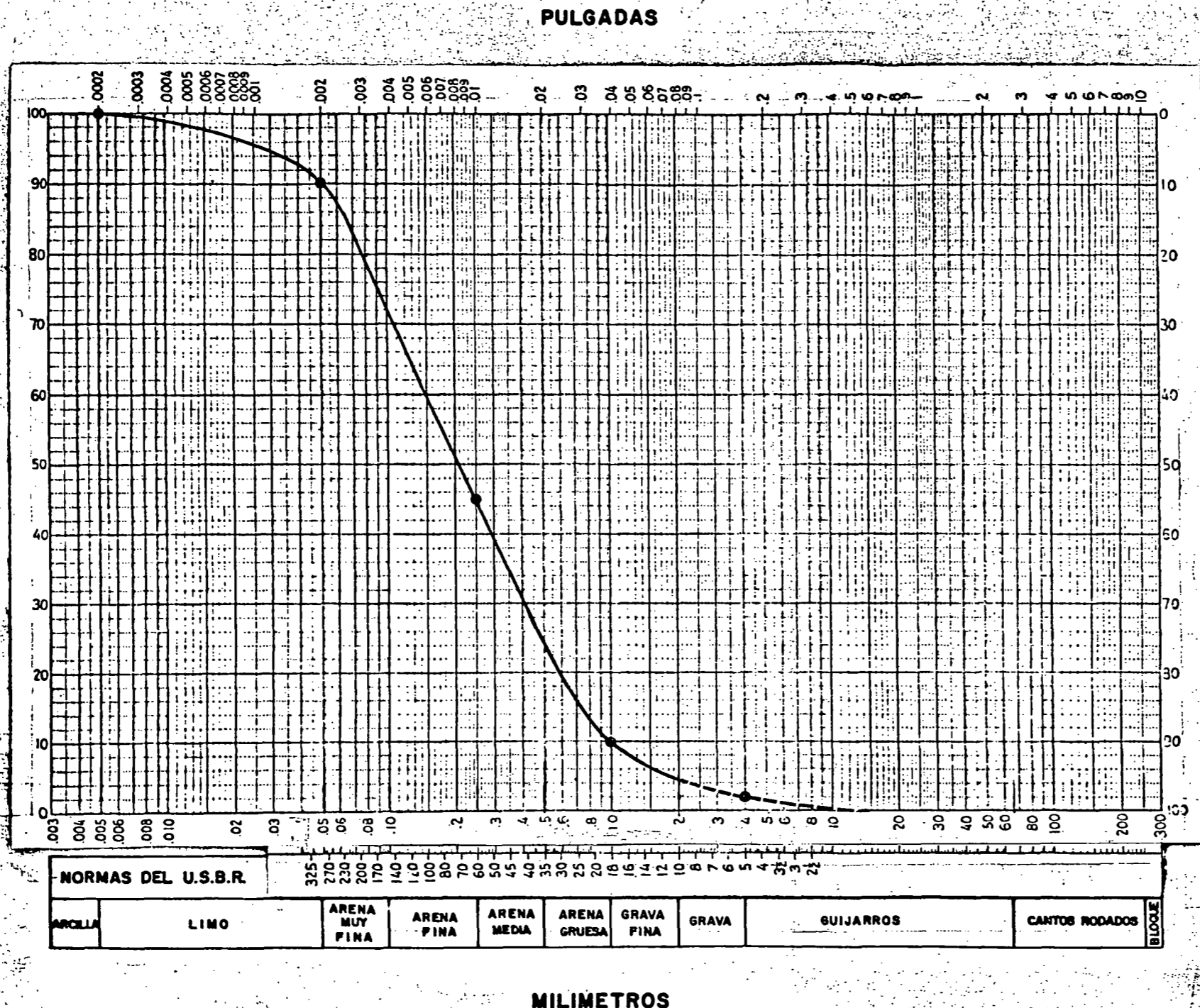
PROBABILIDAD DE QUE EL CAUDAL SEA SUPERADO, %

CURVA DE DURACION DE CAUDALES LIQUIDOS

<p align="center">CONSORCIO-HIDROSERVICE / INTEGRAL- IDCO - ADEC - INGECONSULT</p>	
<p align="center">INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR</p>	
<p align="center">PROYECTO HIDROELECTRICO COCA PRODUCCION DE SEDIMENTOS CONTRAEMBALSE "MALO"</p>	
<p>HOJA DE</p>	<p>RECOMENDADO</p>
<p>ESCALA</p>	<p>APROBADO</p>
<p>03. h² HS/JA-442-HM-067 REF</p>	

HIDROSERVICE N° GEN-HM-023		FECHA	REVISADO	INTEGRAL - IDCO - ADEC - INGECONSULT	
U.A. PARTIC.	ENC. GRUPO	JEFE U.A. SUPERV. U.A.	U.A. REGISTRO	FECHA	REVISADO
		HM		02-08-77	C. MONGE E.
				JEFE ADJUNTO PROYECTO	JEFE ADJUNTO PROYECTO
RESPONSABLE POR EL CONSORCIO			RESPONSABLE POR EL CONSORCIO		
ING. CIVIL LINCOLN A. GUERRA			ING. CIVIL LINCOLN A. GUERRA		
CHIA 1033/73			CHIA 1033/73		
VERIFICADO			VERIFICADO		
U.A. REGISTRO			U.A. REGISTRO		
JEFE PROYECTO			JEFE PROYECTO		
DIRECTOR U.A. INT.			DIRECTOR U.A. INT.		
BARRIO SUPERV. INT.			BARRIO SUPERV. INT.		

PORCENTAJE QUE PASA



PORCENTAJE RETENIDO

NORMAS DEL U.S.B.R.									
ARCILLA	LIMO	ARENA MUY FINA	ARENA FINA	ARENA MEDIA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA	GUIJARROS	CANTOS RODADOS

NOTAS:

SE ADOPTA ESTA CURVA GRANULOMETRICA PARA TODOS LOS SITIOS DE PRESA, DESPUES DE UN ANALISIS DETALLADO DE 13 MUESTRAS EN 8 ESTACIONES DE LA CUENCA

4						
3						
2						
1						
N°	FECHA	NATURALEZA DE LA REVISION	CUADR.	POR	VERIF.	APROB.

CONSORCIO-HIDROSERVICE / INTEGRAL- IDCO - ADEC - INGECONSULT	
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION QUITO - ECUADOR	
PROYECTO HIDROELECTRICO COCA	
CURVA GRANULOMETRICA ADOPTADA DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION PARA EL CALCULO DEL PESO ESPECIFICO	
HOJA DE	RECOMENDADO
ESCALA	APROBADO
N° HS/IA-442-HM-068	REF.