# INDICE GENERAL

TOMO I

Informe Final - Resumen - Conclusiones.

TOMO II

Anexos: Hidrología - Geología - Climatología - Agrología - Tasas de Riego - Estudios Sociológicos - Puesta en Riego.

TOMO III

Anexo de Ingeniería Civil:
Infraestructura - Recursos Hidráulicos - Análisis de Estudios Existentes - Precios de Mercado para Estudios de Soluciones Alternativas - Precios Sociales para Estudio de Soluciones Alternativas - Descripción de Soluciones Alternativas - Alternativa Río Claro en La Orilla - Alternativa Río Claro en Itahue - Alternativa Río Lircay en La Higuera - Conclusiones del Estudio de Alternativas y Elección Solución Adoptada - Descripción Solución Adoptada a Nivel de Anteproyecto - Drenaje del Valle de Pencahue - Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Riego de la Solución Adoptada.

TOMO IV

Anexos: Desarrollo Agropecuario - Asistencia Técnica - Administración y Dirección del Proyecto - Aspectos Financieros - Evaluación Económica - Tarifas.

# T O M O  II

## INDICE


| | | Página |
|---|---|---|
| ANEXO 1 - HIDROLOGIA | | |
| 1. | INTRODUCCION..... | 1 |
| 2. | ESTUDIO PLUVIOMETRICO..... | 4 |
| | 2.1. Alcances y Objetivos..... | 4 |
| | 2.2. Análisis mediante Curvas Doble Acumulación (CDA)..... | 4 |
| | 2.3. Análisis y Extensión de la Estadística Pluviométrica de la Estación Fundo El Peral..... | 9 |
| | 2.4. Análisis y Corrección de la Estadística Pluviométrica de la Estación Constitución..... | 12 |
| | 2.5. Análisis de Precipitaciones Máximas en 24 horas en la Estación Talca..... | 13 |
| 3. | ESTUDIO DE LOS RECURSOS DE AGUA..... | 14 |
| | 3.1. Introducción..... | 14 |
| | 3.2. Información Fluviométrica Disponible en la Zona..... | 15 |
| | 3.3. Recursos de Agua en los Esteros Litú, Tutucura y Los Puercos..... | 15 |
| | 3.4. Recursos de agua Río Claro en Itahue..... | 31 |
| | 3.5. Recursos de agua Río Lircay. Estero Las Chilcas y Estero Pangue..... | 37 |
| 4. | ESTUDIOS DE CRECIDAS..... | 62 |
| | 4.1. Introducción..... | 62 |
| | 4.2. Valle de Pencahue. Estimación de crecidas.... | 63 |
| | 4.3. Estimación de crecidas en el Río Lircay..... | 77 |
| | 4.4. Estimación de crecidas en los Esteros Pangue y Las Chilcas..... | 93 |
| | 4.5. Estimación de crecidas en el Río Claro en Itahue y en el Río Claro antes junta con Río Lircay..... | 97 |

Página

5. AGUA POTABLE DE TALCA Y DERECHOS DE AGUA..... 103
5.1. Agua Potable de Talca..... 103
5.2. Derechos de Agua..... 108
5.3. Calidad de las aguas..... 118
APENDICE I. ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS..... 120
APENDICE II. ANTECEDENTES FLUVIOMETRICOS..... 132
APENDICE III. MODELO DE SIMULACION HIDROLOGICA..... 148
APENDICE IV. CORRIDAS DE AFOROS 1976-1977..... 156

ANEXO 2 - GEOLOGIA

I. ANTECEDENTES DE INTRODUCCION..... 182
Ubicación y caracterización general alternativas de riego..... 182
Objetivos y alcances del informe..... 184
Trabajos anteriores y fuentes de información. 185
Apoyo cartográfico..... 187
II. ANTECEDENTES GEOMORFOLOGICOS..... 188
Marco geomorfológico y relieve..... 188
Red de drenaje..... 191
III ANTECEDENTES DE GEOLOGIA APLICADA..... 195
Rocas fundamentales..... 195
Sedimentos y Suelos..... 198
Tectónica..... 209
Sismicidad..... 211
Aguas Subterráneas..... 211
IV. DISCUSION GEOTECNICA..... 213
Aducción Río Claro-Embalse Litú..... 213
Embalse Litú..... 214
Embalse Las Juntas..... 215

Página

Aducción Lircay-Pencahue..... 215

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 217

ANEXO 3 - CLIMATOLOGIA

CLIMATOLOGIA 224

1. ESTACION GUALLECO..... 225

2. ESTACION EL GUINDO..... 225

3. ESTACION CONSTITUCION..... 225

4. ESTACION CUREPTO..... 225

5. ESTACION LINARES..... 226

6. ESTACION CURICO..... 226

6.1. Pluviometría..... 226

6.2. Evaporación..... 226

6.3. Humedades Relativas Medias..... 228

6.4. Temperatura..... 229

7. ESTACION SAN LUIS..... 230

7.1. Pluviometría..... 230

7.2. Temperaturas..... 230

8. ESTACION TALCA..... 232

8.1. Pluviometría..... 232

8.2. Temperaturas..... 233

8.2.1 Período 1911-1946..... 233

8.2.2 Período 1973-1977..... 233

8.2.3 Comentarios..... 234

8.3. Humedades..... 234

8.3.1 Período 1911-1946..... 234

8.3.2 Período 1973-1977..... 234

8.4. Nubosidad..... 235

8.4.1.Período 1911-1946..... 235

Página

8.4.2 Período 1973-1977..... 235
8.4.3 Comentarios..... 236
8.5. Vientos..... 236
8.5.1 Período 1911-1946..... 236
8.5.2 Período 1973-1977..... 237
8.5.3 Comentarios..... 238
8.6. Horas de Sol..... 238
8.7. Presión Atomosférica..... 238
8.8. Temperatura de rocío..... 239
9. ESTACION EL PERAL..... 239
9.1. Pluviometría..... 240
9.2. Temperaturas..... 240
9.3. Evaporación..... 240
9.4. Humedad..... 241
9.5. Radiación Solar..... 242

ANEXO 4 - AGROLOGIA

1. GENERALIDADES..... 244
1.1. Ubicación y vías de comunicación..... 244
1.2. Superficie Reconocida..... 245
1.3. Clima..... 245
1.4. Biogeografía y formaciones Vegetales..... 248
1.5. Geología y Geomorfología..... 249
1.5.1 Geología..... 249
1.5.2 Geomorfología..... 251
2. SUELOS..... 252
2.1. Antecedentes Cartográficos..... 252
2.2. Método de Trabajo..... 253
2.3. Unidades Cartográficas y de Clasificación.... 253

| | Página |
|---|---|
| 2.3.1 Unidades Cartográficas..... | 254 |
| 2.3.2 Unidades de Clasificación ..... | 255 |
| 2.4. Agrupación de los Suelos..... | 255 |
| 2.4.1 Suelos de las Terrazas Aluviales Recientes..... | 255 |
| 2.4.2 Suelos de las Terrazas Remanentes en Posición Intermedia..... | 257 |
| 2.4.3 Suelos de los Piedmont..... | 258 |
| 2.4.4 Suelos de los Cerros ..... | 259 |
| 2.5. Clasificación de las Series de los Suelos de acuerdo al sistema de Clasificación denominado Taxonomía de Suelos..... | 260 |
| 2.6. Cuadro Resumen de las Superficies por Series de Suelos..... ..... | 262 |
| 2.7. Cuadro Resumen de las Superficies por Agrupaciones de Suelos ..... | 263 |
| 3. CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS..... | 264 |
| 3.1. Generalidades..... | 264 |
| 3.2. Sub-Clases de Capacidad de Uso ..... | 266 |
| 3.3. Cuadro Resumen de las Clases y Sub-Clases de Capacidad de Uso ..... | 267 |
| 3.4. Cuadro resumen de los Suelos por Clases de Capacidad de Uso ..... | 269 |
| 4. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LOS SUELOS ..... | 270 |
| 4.1. Características físicas de los Suelos..... | 270 |
| 4.2. Materia Orgánica de los Suelos..... | 272 |
| 4.3. Propiedades físico-químicas de los Suelos .... | 273 |
| APENDICE I. LEYENDA DESCRIPTIVA Y DE IDENTIFICACION. | 275 |
| APENDICE II. SUELOS..... | 283 |
| 2.1. Serie Modales del Valle de Pencahue y Sector Rauquén..... | 283 |
| 2.1.1 Serie Cabrería ..... | 283 |

Página

2.1.2 Serie Cunculén ..... 289
2.1.3 Serie Las Doscientas ..... 296
2.1.4 Serie Los Puercos ..... 304
2.1.5 Serie Montonera ..... 312
2.1.6 Serie Pencahue ..... 319
2.1.7 Serie Quepo ..... 327
2.1.8 Serie Rauquén ..... 332
2.1.9 Serie Tutucura ..... 339
2.2. Asociación de Suelos que ocupan posición de Cerros ..... 346
2.3. Misceláneos ..... 347
APENDICE III. USO ACTUAL DE SUELOS ..... 348
APENDICE IV. CLASIFICACION DE SUELOS PARA REGADIO .... 349

ANEXO 5 - TASAS DE RIEGO

1. ANALISIS DE DATOS CLIMATOLOGICOS ..... 356
1.1. Precipitaciones ..... 357
1.2. Humedades ..... 357
1.3. Nubosidad ..... 358
1.4. Temperaturas ..... 358
1.5. Intensidad y Dirección de los Vientos ..... 359
1.6. Horas Efectivas de Sol Mensuales ..... 359
1.7. Evaporación ..... 360
1.8. Temperatura de rocío ..... 360
1.9. Radiación Solar ..... 360
1.10 Otros Factores Climáticos ..... 360
1.11 Resumen ..... 361
2. ANALISIS DE FORMULAS EMPIRICAS PARA EL CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION ..... 362
2.1. Blaney-Criddle, según Boletín 24 de F.A.O. ... 363

| | | Página |
|---|---|---|
| | 2.2. Blaney-Criddle según Technical Release N° 21 | 364 |
| | 2.3. Jensen y Heise | 364 |
| | 2.4. Radiación según Boletín 24 de F.A.O | 366 |
| | 2.5. Christiansen y Hergreaves | 367 |
| | 2.6. Penman según Boletín 24 de F.A.O | 368 |
| | 2.6.1. Cálculo de (ea - ed) | 368 |
| | 2.6.2. Cálculo de la función f(u) | 369 |
| | 2.6.3. Cálculo de (1 - W) | 369 |
| | 2.6.4. Cálculo de $R_n$ | 369 |
| | 2.6.5. Cálculo del factor C | 370 |
| 3. | CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL APLICANDO LAS FORMULAS SELECCIONADAS | 370 |
| | 3.1. Blaney-Criddle según Boletín 24 de F.A.O | 370 |
| | 3.2. Blaney-Criddle según Technical Release N° 21 del S.C.S | 371 |
| | 3.3. Jensen y Heise | 371 |
| | 3.4. Radiación según Boletín 24 de F.A.O | 372 |
| | 3.5. Christiansen y Hargreaves | 373 |
| | 3.6. Penman según Boletín 24 de F.A.O | 373 |
| | 3.7. Resumen | 374 |
| 4. | ELECCION DE UN METODO DE CALCULO DEFINITIVO | 375 |
| | 4.1. Blaney-Criddle según Boletín 24 de F.A.O | 376 |
| | 4.2. Jensen y Heise | 376 |
| | 4.3. Penman según Boletín 24 de F.A.O | 377 |
| | 4.4. Christiansen y Hargreaves | 377 |
| | 4.5. Elección Definitiva de la Fórmula de Cálculo | 378 |
| 5. | CALCULO DE $K_c$ | 379 |
| 6. | CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POR CULTIVO | 381 |
| 7. | CALCULO DE LA TASA DE RIEGO NETA DE LOS CULTIVOS | 382 |

Página

ANEXO 6 - ESTUDIO SOCIOLOGICO

1. INTRODUCCION..... 387

2. ALCANCES METODOLOGICOS..... 388

2.1. Características de los estratos originales... 388

2.2. Tipología de los propietarios ..... 390

2.3. Instrumentos de Información..... 392

3. ANALISIS DE LOS PROPIETARIOS AGRICOLAS DE PENCAHUE 394

3.1. Conocimiento del proyecto de riego ..... 394

3.2. Comportamiento, actitudes y motivaciones de los tres grupos de agricultores..... 396

3.2.1 Propietarios medianos a grandes de carácter tradicional..... 396

3.2.2 Propietarios medianos a grandes de carácter moderno..... 403

3.2.3 Pequeños Propietarios..... 412

4. CONCLUSIONES..... 420

4.1. Conocimiento sobre el proyecto de riego ..... 420

4.2. Caracterización de los grupos de agricultores del valle..... 420

4.2.1 Propietarios medianos a grandes de carácter tradicional ..... 420

4.2.2 Propietarios medianos a grandes de carácter moderno ..... 421

4.2.3 Pequeños propietarios..... 422

5. PROPOSICIONES..... 423

5.1. Necesidad de información en torno al proyecto 423

5.2. Necesidad de información sobre política de Reforma Agraria ..... 423

5.3. Necesidad de información sobre el proyecto de desarrollo agropecuario del valle..... 424

5.4. Estrategia del Proyecto..... 424

Página

ANEXO 7 - PUESTA EN RIEGO

1. INTRODUCCION ..... 427

2. NIVELACION ..... 429

2.1. Selección Muestras Topográficas ..... 429

2.2. Cálculo de Movimiento de Tierra ..... 430

2.3. Correlación de Superficie entre Grupos de Manejo y los Estratos ..... 434

2.4. Costo Nivelación ..... 434

2.4.1 Costo Nivelación por Estratos ..... 434

2.4.2 Costo Nivelación por Predios-Tipo ..... 436

3. EMPAREJAMIENTO ..... 437

3.1. Superficie y volumen de Emparejamiento ..... 437

3.2. Costo Emparejamiento por Estrato ..... 439

3.3. Costo Emparejamiento por Predios-Tipo ..... 440

4. DESTRONQUE ..... 441

4.1. Selección Muestras ..... 441

4.1.1 Cubicación de las muestras ..... 442

4.2. Superficie, Densidad Espinal y Costo por Grupos de Manejo ..... 443

4.2.1 Costo de Destronque por Predios-Tipo y Estratos ..... 444

5. CAMINOS INTERIORES ..... 447

5.1. Selección Dimensiones de los Predios-Tipo .... 447

5.2. Características de los caminos ..... 448

5.2.1 Costo de Caminos Interiores por Predios Tipo ..... 449

5.2.2 Costo de Caminos Interiores por Estrato 450

6. CERCOS ..... 451

6.1. Característica de los Cercos y Apotreramiento 451

6.1.1 Costo de Cercos por Predios-Tipo ..... 453

6.1.2 Costo de Cercos por Estratos ..... 453

| | Página |
|---|---|
| 7. CANALES INTERIORES | 454 |
| 7.1. Características de los Canales Interiores | 454 |
| 7.1.1 Cubicación y costo de canales por Predios-Tipo | 457 |
| 7.1.2 Cubicación y costo de canales interiores por Estratos | 459 |
| 8. DESAGUES INTERIORES | 460 |
| 8.1. Características de los Desagües Interiores | 460 |
| 8.1.1 Cubicación y costo de Desagües interiores por Predios-Tipo | 462 |
| 8.1.2 Cubicación y costo de Desagües interiores por Estratos | 463 |
| 9. ESTRUCTURAS | 464 |
| 9.1. Selección y Característica Estructuras | 464 |
| 9.1.1 Costo de Estructura por Predios-Tipo | 466 |
| 9.1.2 Costo de Estructura por Estratos | 467 |
| 10. TRANQUES DE ACUMULACION NOCTURNA | 468 |
| 10.1 Características de la Regulación de Riego con Tranques Prediales | 468 |
| 10.2 Cálculo de la Capacidad de los Tranques Nocturnos | 470 |
| 10.3 Costo de Construcción de Tranques Nocturnos por Predios-Tipo y Estratos | 471 |
| 11. COSTOS TOTALES DE PUESTA EN RIEGO | 472 |
| 11.1 Costos de Puesta en Riego por Predios-Tipo | 472 |
| 11.2 Costos de Puesta en Riego por Estratos | 474 |
| APENDICE 1. LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS PARA NIVELACION | 477 |
| APENDICE 2. CALCULO DE COSTOS PARA NIVELACION Y EMPAREJAMIENTO | 482 |
| APENDICE 3. RECONOCIMIENTO DEL AREA DEL PROYECTO CON MATORRAL Y ESPINOS | 485 |

| | | Página |
|---|---|---|
| APENDICE 4. | CALCULO DE COSTO DE DESTRONQUE..... | 488 |
| APENDICE 5. | CALCULO DE COSTO DE CAMINOS INTERIORES.. | 490 |
| APENDICE 6. | CALCULO DE COSTO DE CIERROS..... | 492 |
| APENDICE 7. | CALCULO DE COSTO DE CANALES INTERIORES.. | 494 |
| APENDICE 8. | CALCULO DE COSTO DE ESTRUCTURAS..... | 497 |
| APENDICE 9. | I. DISTRIBUCION Y COSTO DE ESTRUCTURAS POR PREDIOS TIPO<br>II. DISTRIBUCION Y COSTO DE ESTRUCTURAS POR ESTRATOS..... | 504 |
| APENDICE 10. | CALCULO DE COSTO DE TRANQUES DE ACUMULACION NOCTURNA..... | 508 |
| APENDICE 11. | CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE DESAGUES INTERIORES..... | 513 |

# ANEXO 1

# HIDROLOGIA

## 1. INTRODUCCION

El valle de Pencahue se ubica entre los 35º10' y 35º28' de Latitud Sur y tiene una superficie aproximada de 600 $Km^2$. Su orientación principal es aproximadamente Norte-Sur, y su cauce de drenaje principal, el estero Los Puercos, recorre unos 30 kms. antes de desembocar en el río Maule inmediatamente aguas abajo de la confluencia de este río con el Claro.

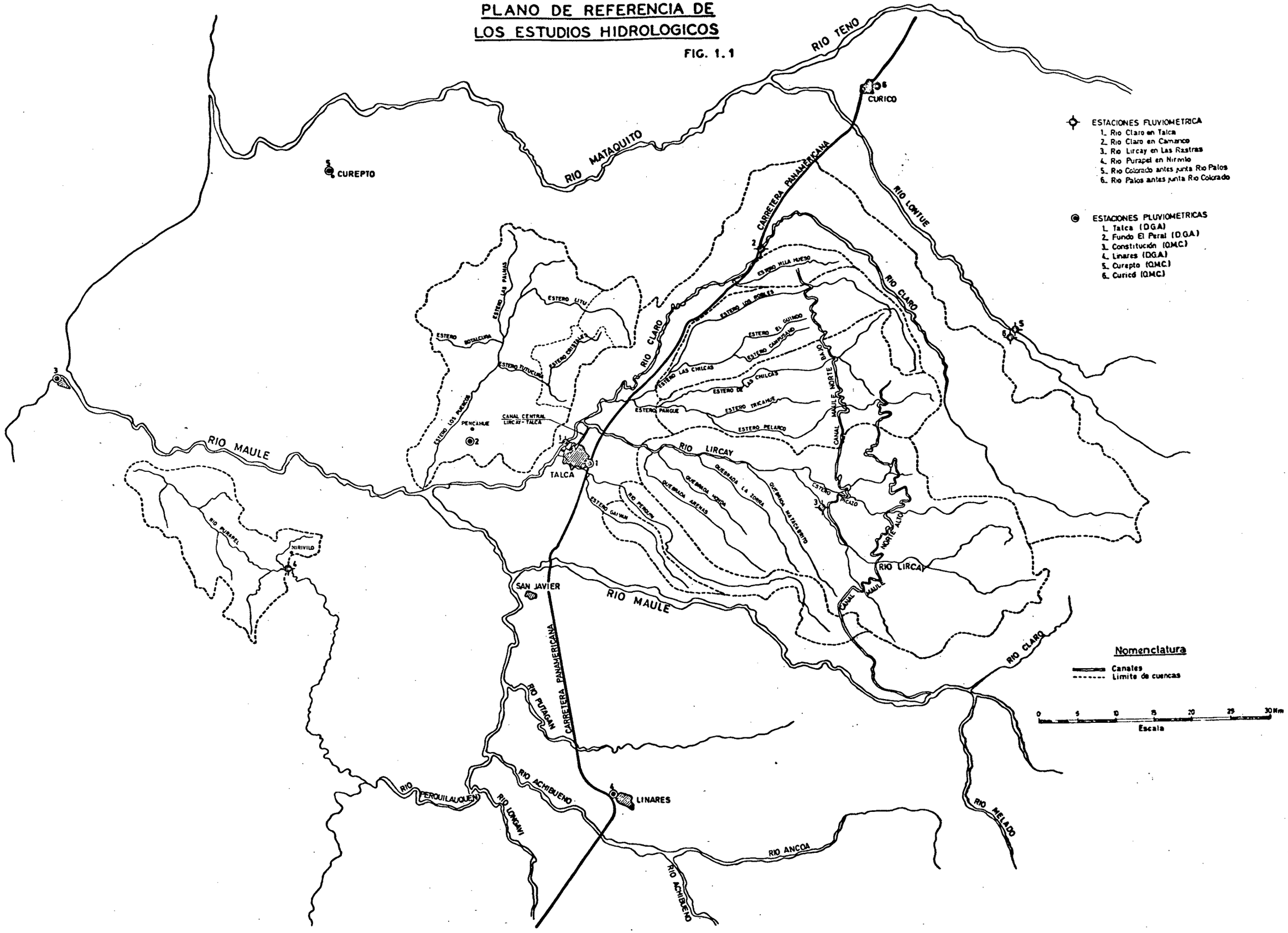
La hoya del estero Los Puercos se ubica dentro del cordón de la Cordillera de la Costa en esa zona, y sus alturas máximas no superan los 700 m.s.n.m. El régimen hidrológico de la cuenca es netamente pluvial, de tal forma que la escorrentía se manifiesta esencialmente como consecuencia de las lluvias de otoño e invierno. Durante primavera-verano la escorrentía superficial disminuye notablemente, especialmente en aquellos años de bajas precipitaciones primaverales. En estas condiciones los recursos superficiales propios de la cuenca durante el estiaje son sumamente escasos y llegan a ser prácticamente nulos hacia fines de esta temporada.

La cuenca del estero Los Puercos tiene una parte importante de su superficie que consiste en lomajes suaves de una pendiente general muy baja; sólo cerca de los límites de la hoya se desarrollan pequeñas quebradas de pendientes medias mucho mayores. En general en toda la zona de lomajes, se ha desarrollado una agricultura de secano en la que destacan las siembras anuales de granos pequeños y algunos viñedos. En las quebradas pequeñas, que constituyen los límites de la cuenca, prácticamente no se ha modificado la vegetación natural consistente fundamentalmente en especies arbustivas que cubren esta parte del área con regular densidad.

El estudio hidrológico que se describe en los siguientes capí-

# PLANO DE REFERENCIA DE LOS ESTUDIOS HIDROLOGICOS

FIG. 1.1



tulos, pretende cuantificar los recursos de agua disponibles para proporcionar riego a la zona del valle de Pencahue. Al respecto existen diversas alternativas posibles, para cada una de las cuales se ha hecho esta cuantificación. Además, el estudio hidrológico ha debido cuantificar eventos hidrológicos extremos con el objeto de diseñar las obras que cada una de las alternativas requiere.

Las alternativas para proveer agua de riego al valle de Pencahue, cuya hidrología se ha estudiado, son las siguientes:

a) Trasvase de agua desde el río Claro en Itahue, con sobrantes de invierno y primavera, para ser almacenados en un embalse de cabecera del valle de Pencahue (Litú).

b) Trasvase de agua con recursos de la zona baja del río Lircay y los esteros Pangue y Chilcas, durante la temporada de riego, sin embalse o eventualmente con un embalse en el estero Tutucura.

c) Trasvase de agua desde el río Claro en La Orilla, con bombeo durante la temporada de riego.

En la figura 1.1 se presenta un plano general de la zona, en el cual se identifican los distintos puntos de interés, con las cuencas afluentes a cada uno de ellos. En dicho plano se han incluído también algunos elementos geográficos tales como centros urbanos, Carretera Panamericana Sur, etc. para fines de ubicación general.

Las alternativas enumeradas anteriormente han implicado la necesidad de realizar los siguientes estudios específicos:

- Estudio de la pluviometría de la zona.
- Evaluación de recursos propios en las cuencas afluentes a los posibles embalses Litú y Tutucura, en términos de volúmenes anuales.

- Evaluación de recursos propios en la cuenca del estero Los Puercos, en términos de gastos medios anuales y mensuales.
- Evaluación de gastos medios mensuales posibles de trasvasar desde el río Claro en Itahue.
- Evaluación de gastos medios mensuales durante la temporada de riego, posibles de trasvasar desde el río Lircay (en La Higuera), estero Pangue y estero Las Chilcas cerca de la confluencia de ambos.
- Evaluación de gastos medios mensuales durante la temporada de riego en el río Claro en La Orilla.
- Estudio de crecidas en la cuenca del estero Litú (para diseño de obras de evacuación del embalse).
- Estudio de crecidas en la cuenca del estero Tutucura (para diseño de obras de evacuación del embalse).
- Estudio de crecidas en el estero Los Puercos (con el objeto de estudiar eventuales problemas de drenaje).
- Estudio de crecidas en el río Claro en Itahue (para el diseño de una bocatoma).
- Estudio de crecidas en el río Lircay y los esteros Pangue y Chilcas (para el diseño de bocatomas en cada caso).
- Estudio de crecidas en el río Claro antes de su confluencia con el río Lircay (para el diseño del cruce de un sifón en este punto).

En la figura 1.1 se ha incluído además la cuenca del río Purapel en Nirivilo, que fue usada en diversas técnicas hidrológicas de transposición de datos. En la misma figura, se indica la ubicación de todas las estaciones fluviométricas y pluviométricas cuyas estadísticas se usaron en diversas etapas del estudio hidrológico.

La organización del informe incluye en el capítulo 2 los estudios pluviométricos realizados, en el capítulo 3 todo lo referente a evaluación de recursos y finalmente en el capítulo 4 los estudios de crecidas en los diferentes puntos de interés.

# 2. ESTUDIO PLUVIOMETRICO

## 2.1 Alcances y Objetivos

El estudio pluviométrico tuvo por objetivo analizar, homogeneizar, corregir y completar las estadísticas pluviométricas en la zona, de tal modo de poder llevar a cabo los estudios hidrológicos mencionados en el capítulo 1.

Para las distintas fases de los estudios hidrológicos, luego de un análisis de la información pluviométrica disponible, se decidió emplear fundamentalmente las estadísticas de las siguientes estaciones:

- Talca
- El Peral
- Constitución

Con el objetivo de comprobar la homogeneidad de las estadísticas a utilizar, se hizo un estudio mediante curvas doble acumuladas (CDA). Una vez realizado este análisis se comprobó la consistencia de las estadísticas mencionadas y a la vez se completaron y corrigieron en los casos en que procedía.. La información procesada fue básicamente la de precipitaciones totales anuales y totales mensuales.

Adicionalmente en este capítulo, se presentan los análisis de precipitaciones máximas en 24 horas para la estación Talca. Este análisis es utilizado más adelante, para los estudios hidrológicos de crecidas que fue necesario realizar.

## 2.2 Análisis mediante Curvas Doble Acumuladas (CDA).

### 2.2.1 Confección de un patrón pluviométrico

Para la confección del patrón pluviométrico representativo de la zona, se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- Elegir estaciones pluviométricas próximas a la zona, con períodos de registros largos y regímenes pluviométricos similares.
- Dado que la zona en estudio abarca sólo zonas del valle central y áreas al poniente del mismo, no se incluyeron en el patrón estaciones pluviométricas ubicadas en los contrafuertes cordilleranos.
- Para elegir las estaciones del patrón, se tuvo en cuenta además las experiencias de estudios anteriores (1).

Según lo anterior, se consideraron las siguientes estaciones para formar el patrón:

- Curicó
- Curepto
- Talca
- Linares

En las tablas I.1 a I.4 del Apéndice I, se presentan las estadísticas originales, mensuales y anuales, para estas estaciones. Estas estadísticas fueron extraídas directamente de las fuentes (D.G.A. y O.M.C.) así como también de la referencia (2).

Según se aprecia de las tablas del Apéndice, fue preciso completar las estadísticas de algunas de las estaciones del patrón, con el objeto de construir C.D.A. para un período común de suficiente longitud. El procedimiento usado en cada caso, se indica a continuación.

---

(1) André, Mario "Pluviometría de las Hoyas Mataquito, Maule e Itata". Memoria para optar al título de Ingeniero Civil U.de Chile, 1970.

(2) Ramírez, Eduardo "Pluviometría de Chile. Anexo I". Departamento Recursos Hidráulicos CORFO, Octubre 1971.

a) Curicó

Esta estación tiene un período de 7 años sin estadísticas (1952 a 1958) en el total del período considerado (1942 a 1976). Para completar esta estadística se construyó una relación gráfica entre las precipitaciones anuales en Talca y Curicó, se trazó gráficamente una recta de relación (fig. 2.1). El ajuste de un modelo lineal por mínimos cuadrados, no se utilizó en este caso, ya que sus resultados no se consideraron satisfactorios.

Mediante la recta de relación indicada, se completó la precipitación anual de los años faltantes. Estos valores se indican en la columna total de la Tabla I.1, individualizados convenientemente.

b) Curepto

En el período 1942 a 1976, esta estación tiene 8 años sin observaciones (1942, 43, 45, 55, 56, 57, 58, 66). Además, en algunos meses de otros años no existen mediciones. Para completar los valores anuales se confeccionó gráficamente una relación entre Talca y Curepto (fig. 2.2); a esta relación se ajustó un modelo lineal por mínimos cuadrados, que aparece indicado en la figura en conjunto con el coeficiente de correlación calculado (r). Mediante esta relación, se completaron los valores anuales faltantes en la estadística de Curepto; estos aparecen individualizados convenientemente en la columna Total de la Tabla I.2.

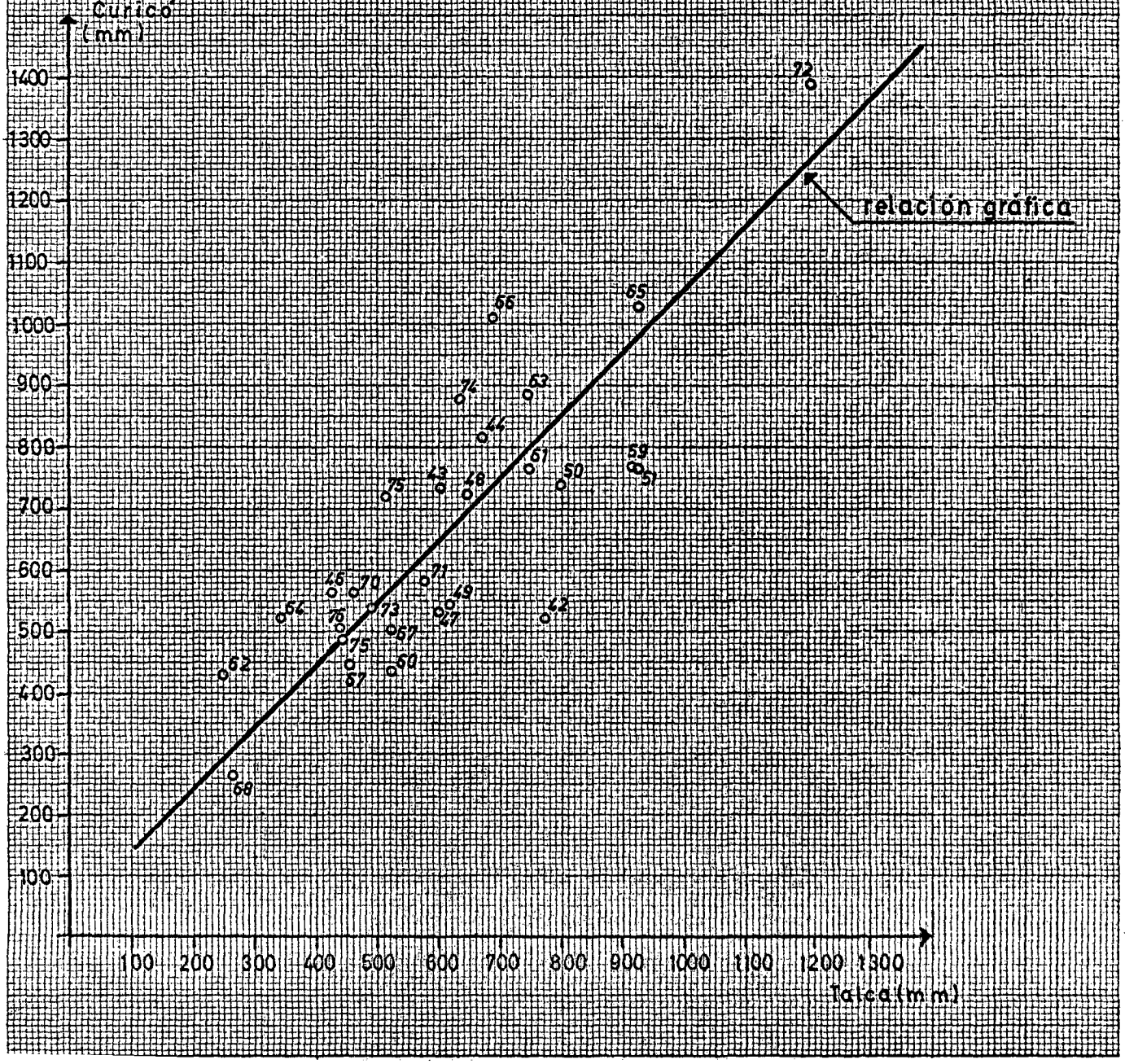
Los valores faltantes mensuales, en los demás años, se completaron utilizando el método de promedios ponderados (3), utilizando las precipitaciones mensuales correspondientes en las estaciones Curicó, Talca y Linares. En la Tabla I.2 se individualizan los valores así completados.

(3) Brown,E. "Verificación,Corrección y Ampliación de Estadísticas Pluviométricas", en 1a.Mesa Redonda de Hidrología, Soc.Chilena de Ingeniería Hidráulica,Junio 74.

# CORRELACION PRECIPITACIONES ANUALES

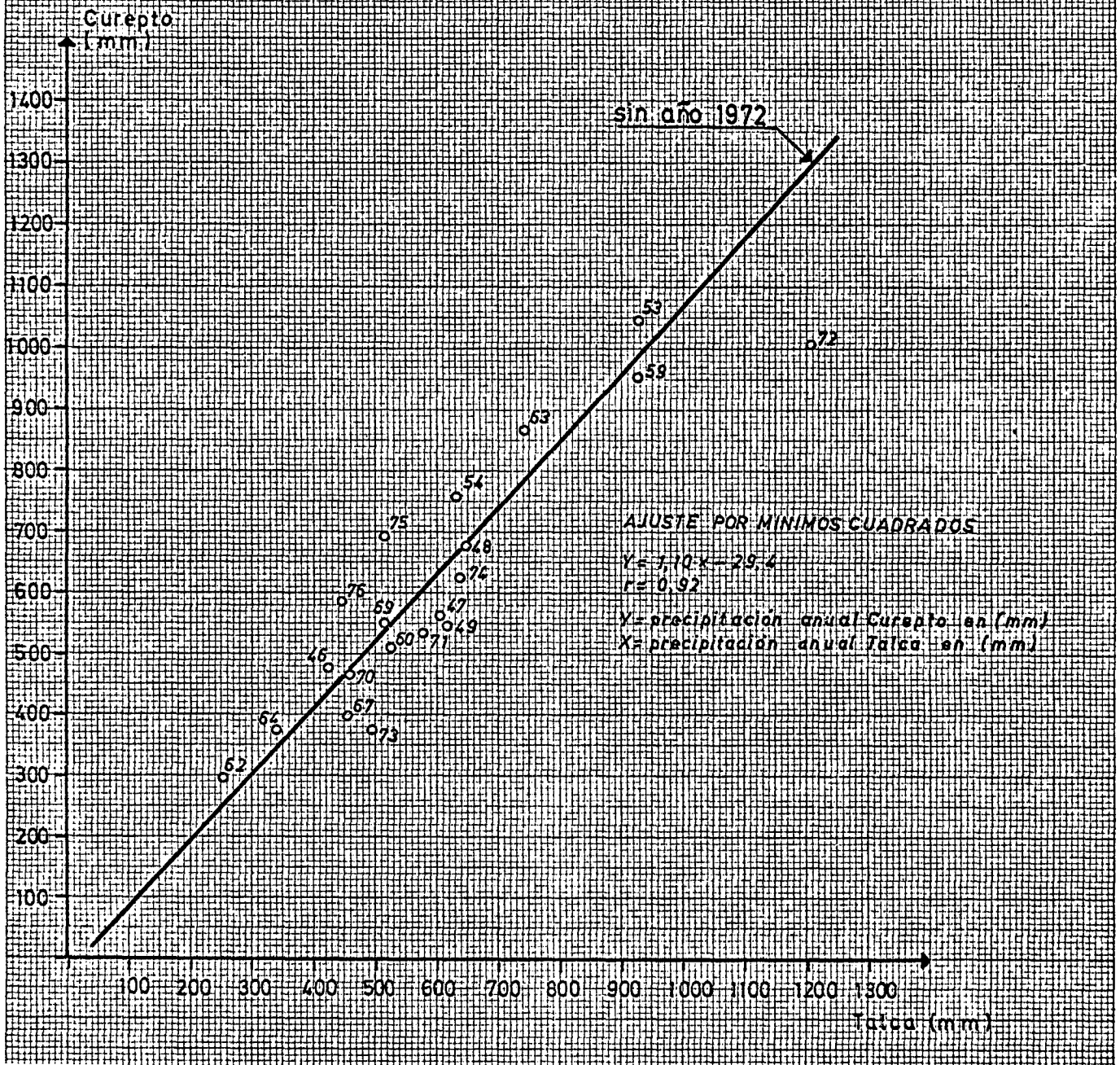
## CURICO - TALCA

Fig. 2-1



# CORRELACION PRECIPITACIONES ANUALES
# TALCA - CUREPTO

Fig. 2·2



c) Linares

En el período 1942 a 1975, esta estación tiene dos años (1972 y 1973) en cada uno de los cuales falta el registro de varios meses. Además en los años 1964 y 1969 existen dos y un mes sin registro respectivamente. Para completar 1972 y 1973 se utilizó una relación anual entre Linares y Embalse Digua; a esta relación se ajustó una recta por mínimos cuadrados, cuya expresión y coeficiente de correlación se indica en la figura 2.3. Con este modelo se completaron los valores anuales de Linares en 1972 y 1973. Para completar los valores mensuales en 1964 y 1969, se usó el método de promedios ponderados, usando las precipitaciones mensuales correspondientes registradas en las estaciones Ancoa en el Morro (*), Embalse Digua (*) y Talca. En la tabla I.4 se individualizan convenientemente los valores rellenados.

2.2.2 Confección y Corrección mediante C.D.A.

En la tabla I.5 se presentan los cálculos de precipitaciones acumuladas en las cuatro estaciones seleccionadas para el patrón (columnas 7, 8, 9 y 10) y la precipitación acumulada del patrón (columna 11). El período utilizado para este análisis fue 1942 a 1975. En las figuras 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7 se han dibujado las C.D.A. utilizando los valores de la tabla I.5.

El análisis de las C.D.A. trazadas, indica lo siguiente:

a) Curicó:

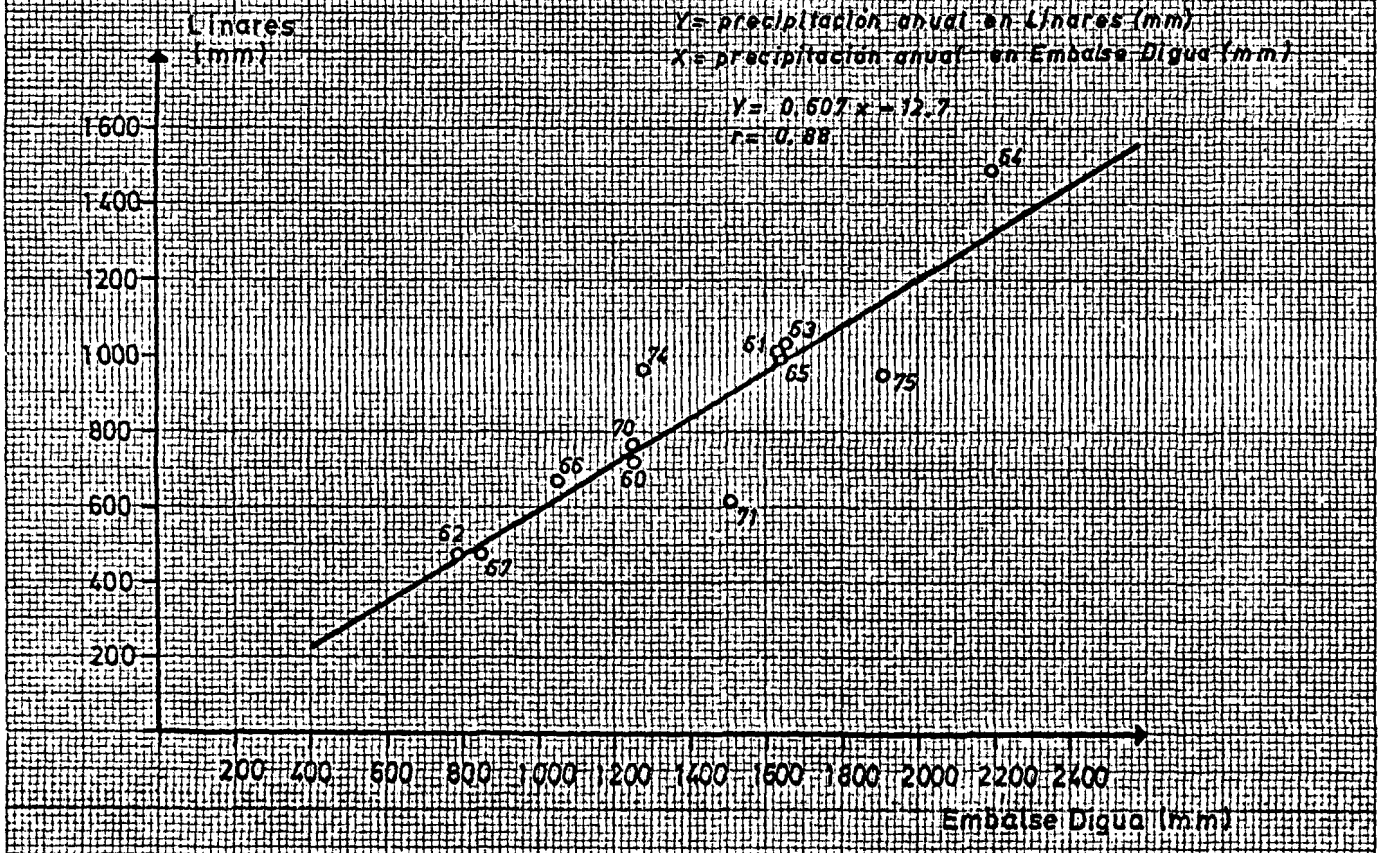
Se observa un quiebre de la C.D.A. en 1962. La tangente de la recta en el período más reciente es $tg \alpha_1 = 1{,}007$, mientras la tangente del período anterior es $tg \alpha_o = 0{,}908$.

---

(*) Nota: En el informe no se han incluído las estadísticas registradas en estas estaciones.

# CORRELACION PRECIPITACIONES ANUALES
# LINARES-EMBALSE DIGUA

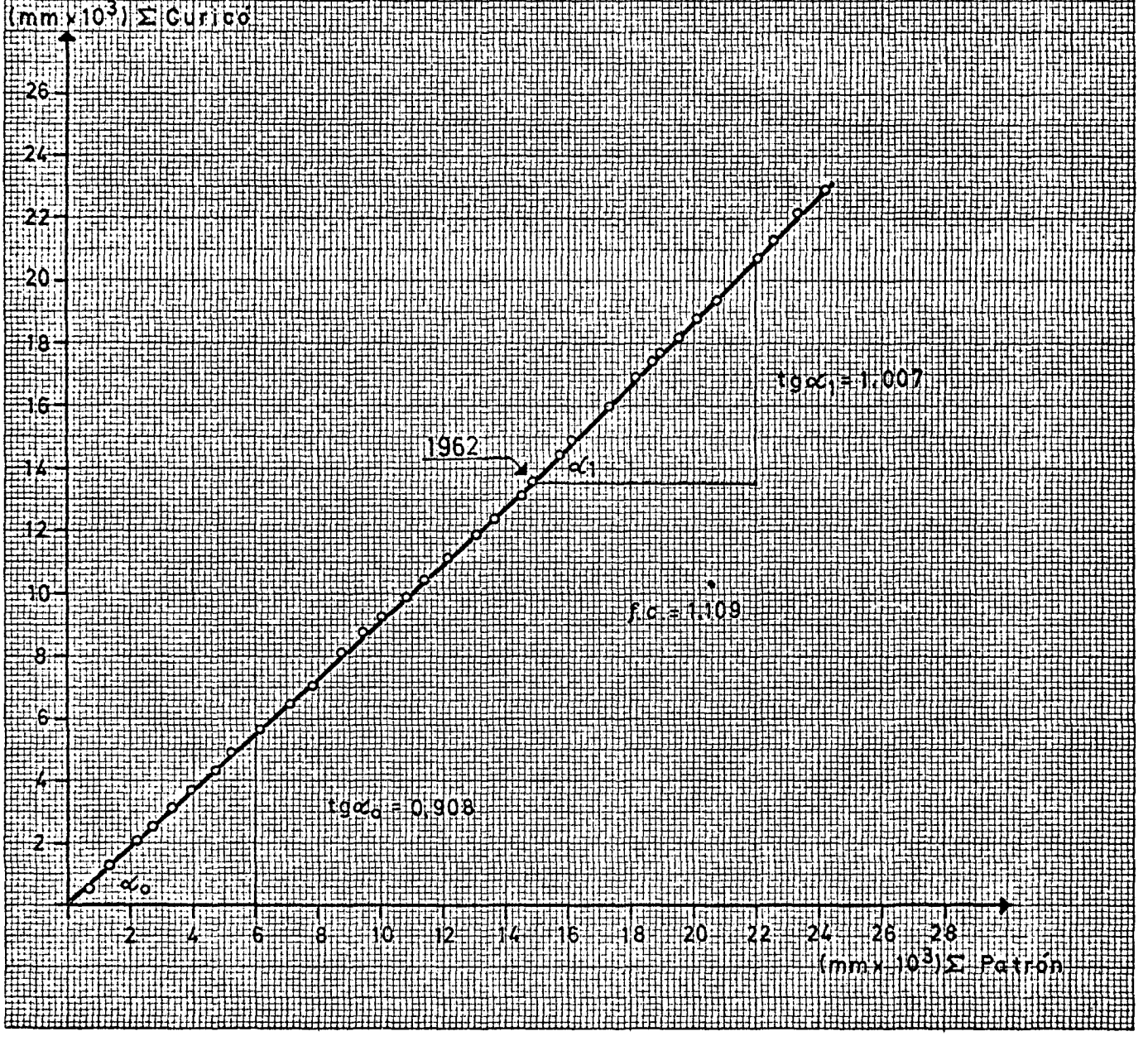
Fig. 2·3



# CURVA DOBLE ACUMULADA

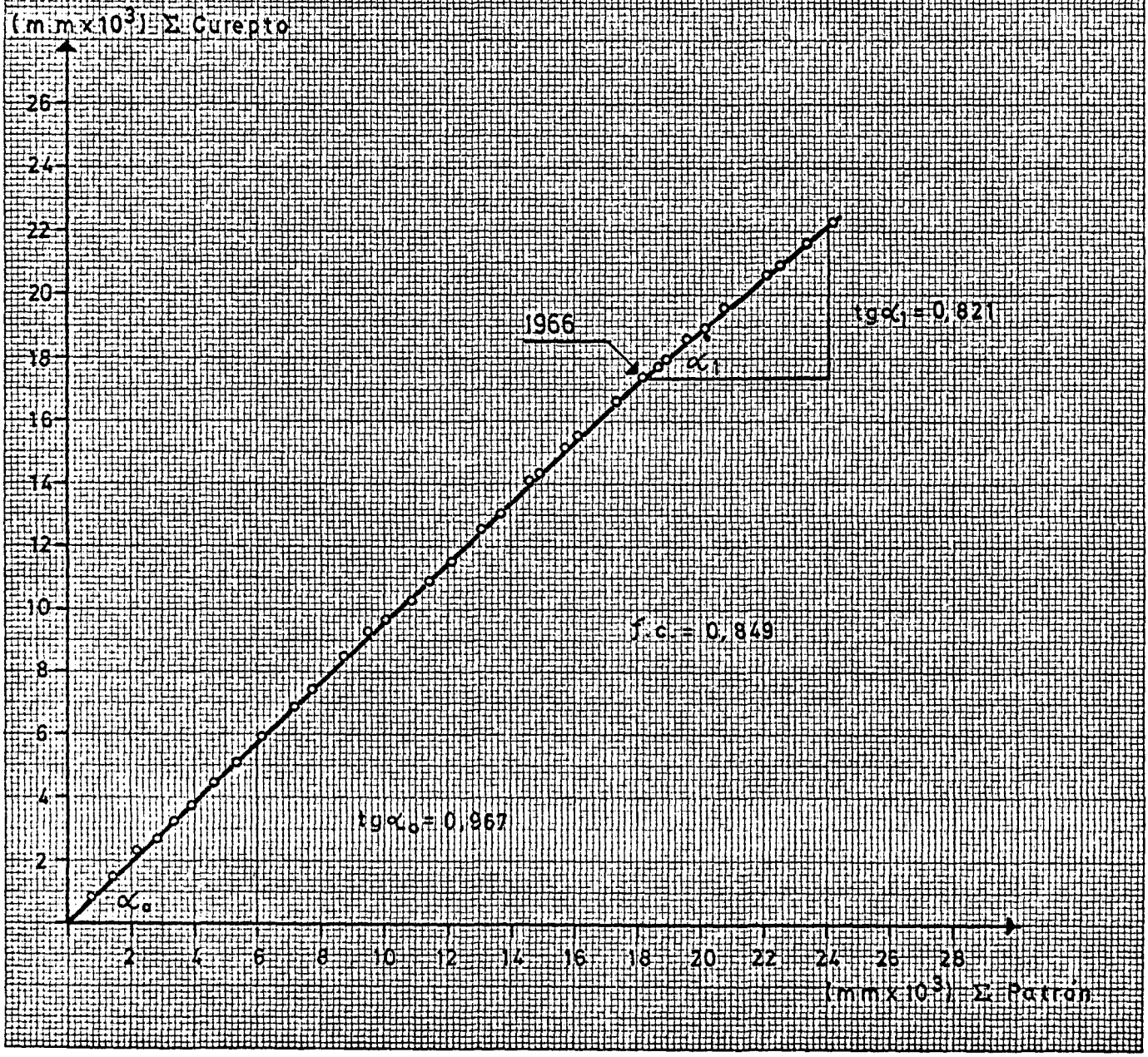
## CURICO

Fig. 2.4



# CURVA DOBLE ACUMULADA
## CUREPTO

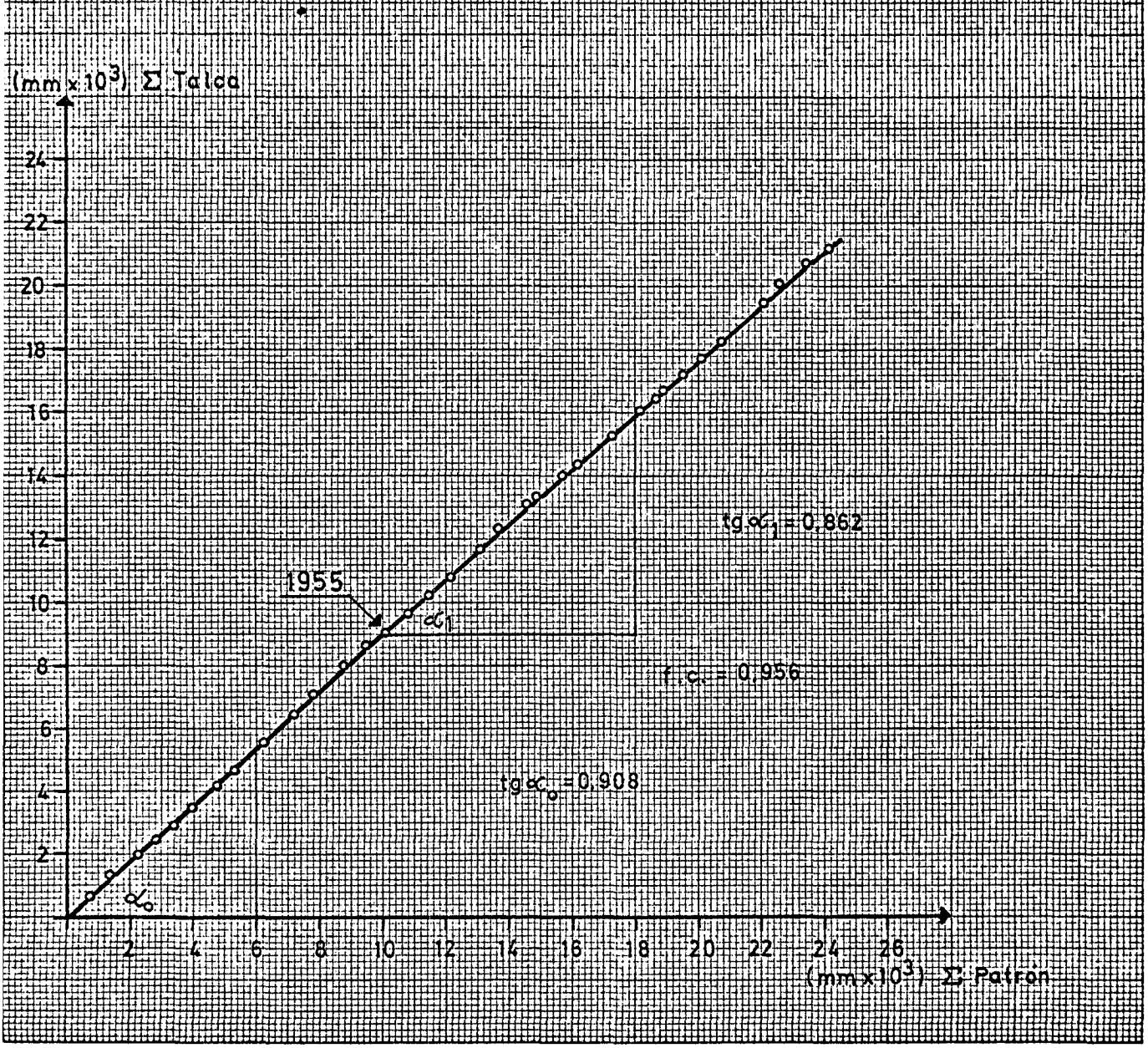
Fig. 2·5



# CURVA DOBLE ACUMULADA

## TALCA

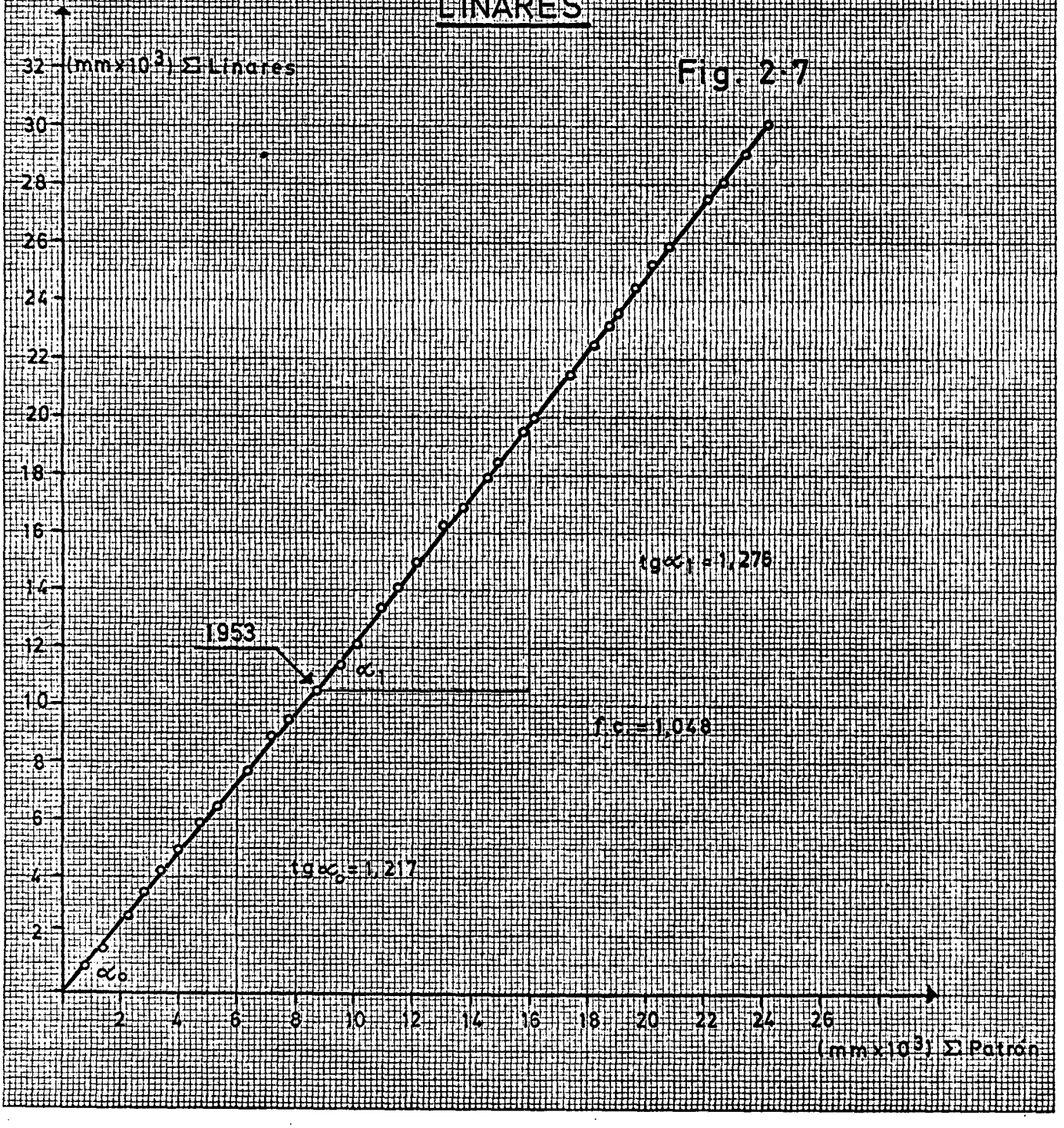
Fig. 2-6



# CURVA DOBLE ACUMULADA

## LINARES

Fig. 2·7



Para estudiar la significancia del quiebre se utilizó el test F (4) con un nivel de significancia del 5%. El valor calculado de F fue 7,41 > 4,2 (valor de la distribución para 5% con $f_1 = 1$ y $f_2 = 34$). Consecuentemente el quiebre detectado hubo de considerarse significativo, procediéndose a corregir los valores anuales de precipitación en Curicó multiplicándolos por la razón de pendientes $tg\alpha_1/tg\alpha_o$ = 1,109, para todo el período anterior a 1962.

En la columna 12 de la tabla I.5 se presentan los valores corregidos de precipitación anual en Curicó.

b) Curepto

En la figura 2.5, se observa un quiebre de la C.D.A. en el año 1966. La tangente en el período más reciente es $tg\alpha_1 = 0,821$, mientras la tangente del período anterior es $tg\alpha_o = 0,967$. Utilizando el test F con un nivel de significancia del 5%, se obtiene F = 6,59 > 4,20. El quiebre en consecuencia debe considerarse significativo. Los valores anuales, anteriores a 1966 fueron corregidos multiplicándolos por la razón de pendientes $tg\alpha_1/tg\alpha_o = 0,849$ (columna 13 de Tabla I.5).

c) Talca

En la figura 2.6 se aprecia que para esta estación es posible concebir un leve quiebre en el año 1955. La pendiente de la C.D.A. en el período más reciente es de $tg\alpha_1 = 0,862$ y la del período anterior es $tg\alpha_o = 0,908$. El valor de F calculado fue F = 2,29 < 4,20. El quiebre, en consecuencia, puede considerarse no significativo a un nivel de significancia del 5%; por lo tanto, se aceptó sin

(4) Searcy, J.K. y C.H. Hardison "Double Mass Curves". U. S. Geological Survey Water-Supply Paper 1541-B, 1960.

modificaciones la estadística de la estación Talca. Cabe hahacer notar en este punto, que dada la subjetividad de un trazado de C.D.A., en el caso específico de Talca un trazado más conservador pudo perfectamente haber considerado una pendiente única para esta estación.

d) Linares

En la figura 2.7 se presenta la C.D.A. de esta estación versus el patrón. En ella se aprecia un quiebre en el año 1953, siendo la pendiente del último período $tg\alpha_1 = 1,276$ y la pendiente anterior $tg\alpha_o = 1,217$. Al igual que en el caso de Talca, visualmente se aprecia que el quiebre es bastante leve. Se realizó el test F, obteniéndose $F = 2,43 < 4,20$. Nuevamente se aprecia que el quiebre es estadísticamente no significativo a un nivel 5% y por lo tanto, se aceptó la estadística pluviométrica de Linares sin modificaciones.

Con las estadísticas corregidas de Curicó y Curepto se confeccionó el nuevo patrón corregido (Tabla I.5, columnas 15, 16 y 17). Con este patrón corregido, se volvieron a trazar las C.D.A. de Curicó y Curepto (corregidas). Estas C.D.A. se presentan en las figuras 2.8 y 2.9.

De las figuras mencionadas se aprecia que las estadísticas corregidas no presentan cambios de tendencias. Por lo tanto, se aceptan las estadísticas corregidas como homogéneas.

## 2.3 Análisis y Extensión de la Estadística Pluviométrica de la Estación Fundo El Peral

La estación pluviométrica El Peral, es la única que se ubica propiamente dentro del área del valle de Pencahue; por esta razón su estadística ampliada fue utilizada para diversos aspectos del estudio hidrológico, tal como se verá en los capítulos siguientes.

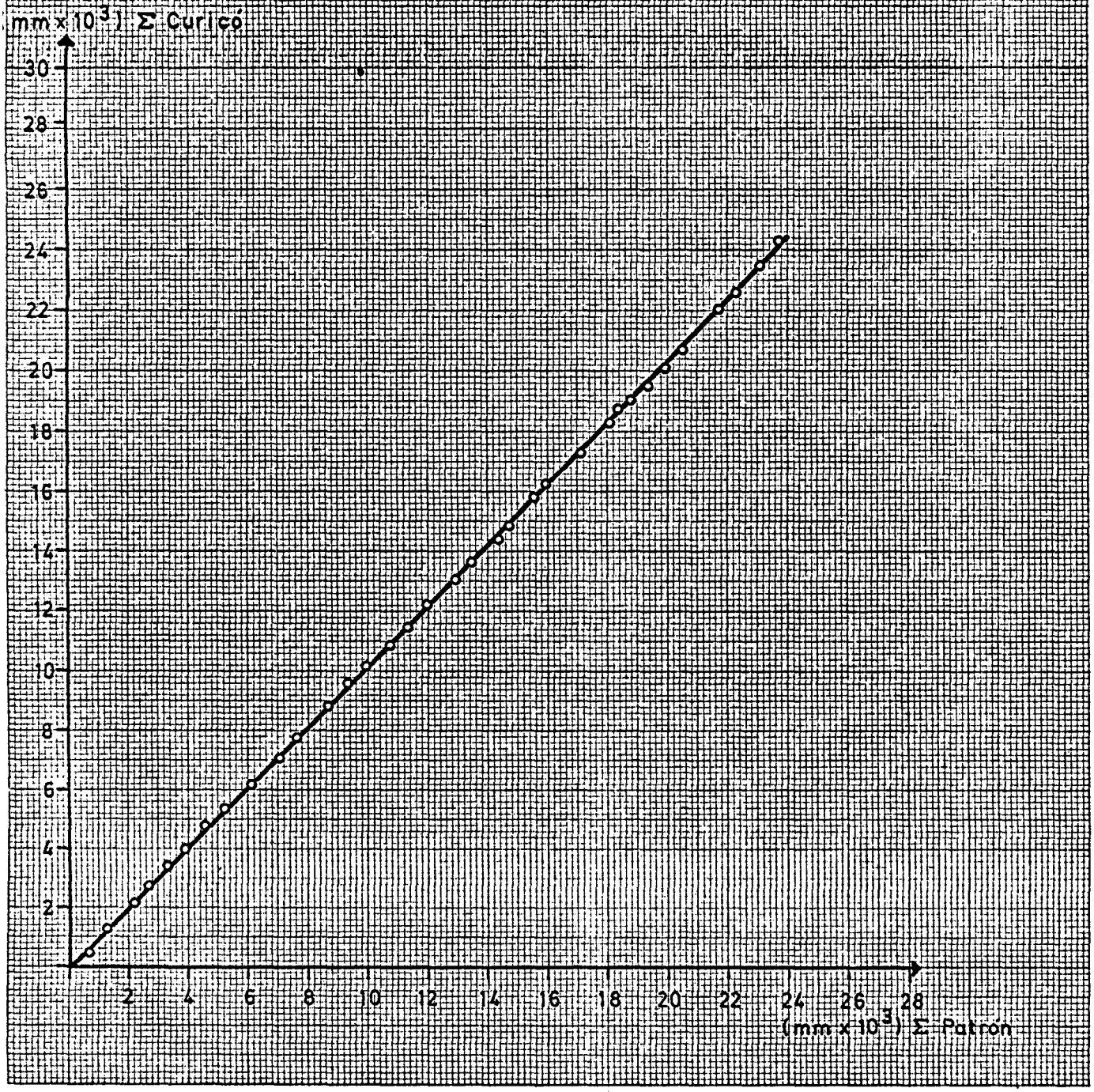
Esta estación tiene estadística desde 1966 a la fecha; en la tabla I.6 se presenta la estadística original de esta estación desde 1967 en adelante. Con la estadística original de Fundo El Peral se construyó una C.D.A. versus el patrón pluviométrico definitivo obtenido en 2.2; al analizar esta C.D.A. se observó una marcada discontinuidad en el primer año (1966). En vista de lo anterior se construyó una C.D.A. sin considerar el año 1966 (esta se presenta en la figura 2.10); en este caso no se aprecia ninguna anomalía. De acuerdo con lo anterior se aceptó la homogeneidad de la estadística pluviométrica de la estación Fundo El Peral, desde 1967 en adelante. El año 1966 se consideró como erróneo, lo que tiene su explicación en el hecho de ser el primer año de medición, en el cual es posible que por falta de experiencia se pueden haber cometido errores de observación.

Con el objeto de tener en la estación Fundo El Peral una estadística de suficiente longitud, se procedió a sintetizar estadística para el período anterior a 1967 (incluyendo 1966). Con este objeto, se construyó una relación gráfica entre las precipitaciones anuales registradas en las estaciones Talca y Fundo El Peral, en el período 1967 a 1975 (fig. 2.11). Además se construyeron relaciones mensuales para el mismo período (fig. 2.12). En todos los casos se ajustaron relaciones lineales gráficamente. Mediante la relación anual (fig. 2.11) se sintetizaron valores anuales de precipitación en Fundo El Peral (última columna de la Tabla I.7); las relaciones mensuales se consideraron aceptables sólo en el período Mayo a Octubre y por lo tanto, se usaron para sintetizar todos los valores mensuales en estos meses (Tabla I.7). En los demás meses se traspusieron los valores registrados en Talca multiplicados por la razón entre las precipitaciones anua-

# CURVA DOBLE ACUMULADA CON ESTADISTICAS CORREGIDAS

## ESTACION CURICO

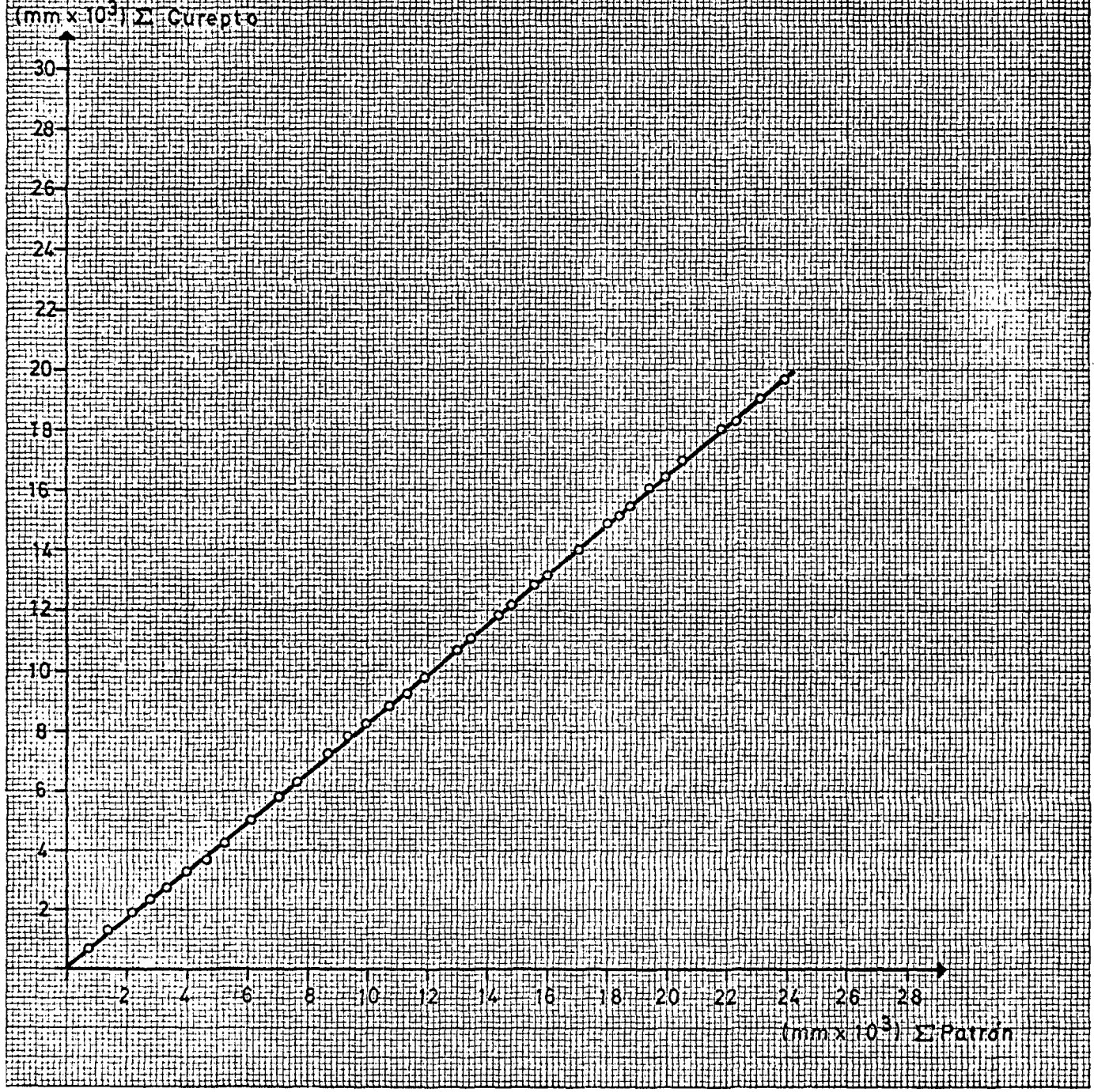
Fig. 2·8



# CURVA DOBLE ACUMULADA CON ESTADISTICAS CORREGIDAS

## ESTACION CUREPTO

Fig. 2.9



# CURVA DOBLE ACUMULADA
# EL PERAL V/S PATRON

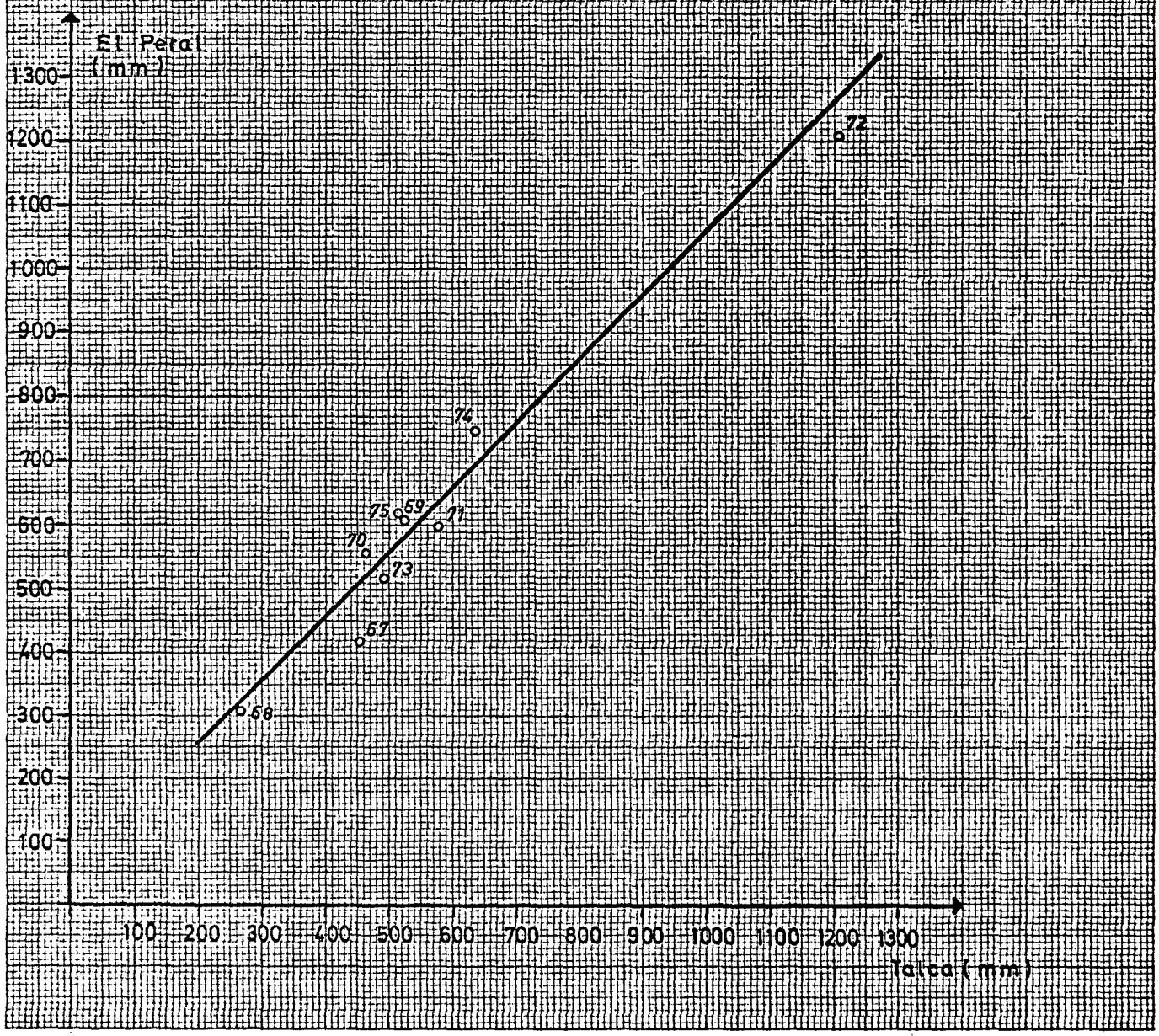
Fig. 2.10



# CORRELACION PRECIPITACIONES ANUALES

## TALCA - EL PERAL

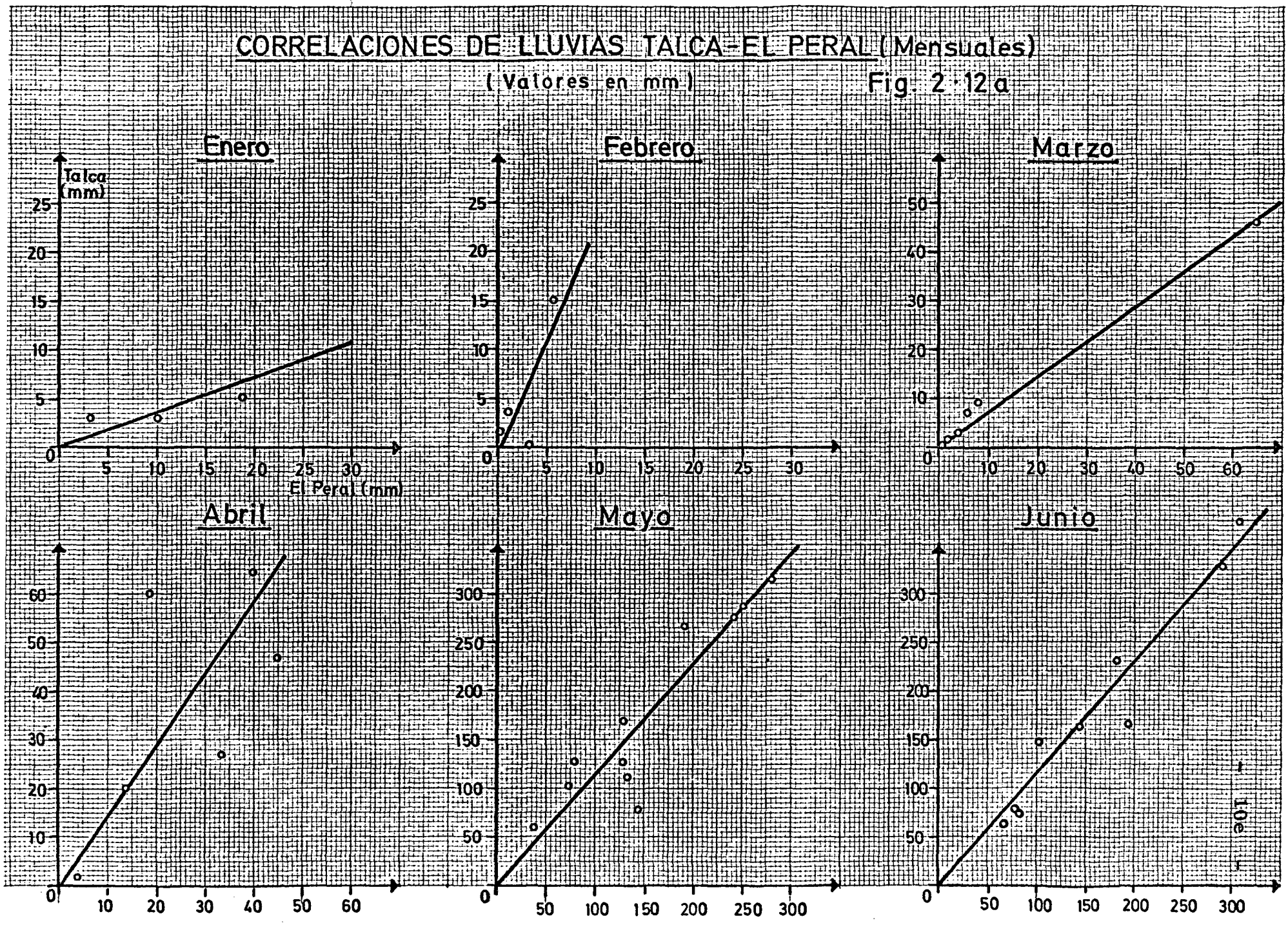
Fig. 2.11



# CORRELACIONES DE LLUVIAS TALCA-EL PERAL (Mensuales)

(Valores en mm)

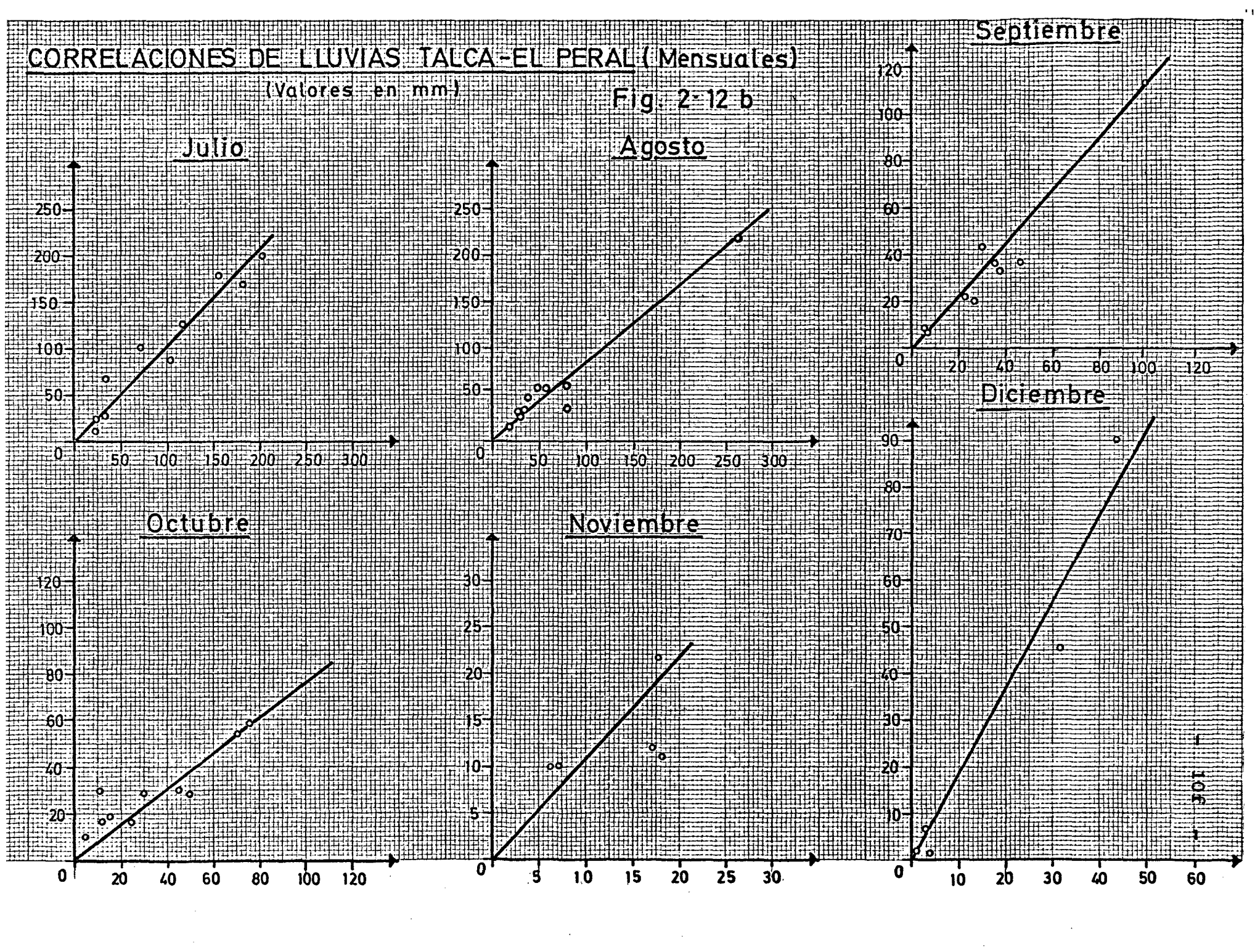
Fig. 2·12a



# CORRELACIONES DE LLUVIAS TALCA-EL PERAL (Mensuales)

(Valores en mm)

Fig. 2-12 b



les promedio en ambas estaciones, durante el período común de estadística. En la penúltima columna de la Tabla I.7, se indica el valor total anual obtenido por la suma de las precipitaciones mensuales sintetizadas. Finalmente las precipitaciones mensuales se corrigieron repartiendo proporcionalmente a sus valores la diferencia entre el total obtenido en la penúltima columna de la Tabla I.7 y el valor sintetizado mediante la relación anual, de tal modo que la suma total fuese igual a este último valor; estos valores que se consideraron como definitivos, son los que aparecen en la Tabla I.6 entre 1942 y 1966.

Con el objeto de caracterizar el régimen pluviométrico de la zona de Pencahue, se realizó un análisis de frecuencia con las precipitaciones anuales en la estación El Peral. Este análisis de frecuencia aparece en la Tabla I.8 del Apéndice I; para calcular las probabilidades de excedencia, se usó la fórmula empírica de Weibull:

$$P\ (\%) = \frac{m}{N + 1} \times 100$$

P : probabilidad de excedencia en %.
m : número de orden de cada valor, según ordenación de mayor a menor
N : número total de valores de la muestra.

En la figura 2.13 se han graficado los valores de la Tabla I.8, en un papel logarítmico-probabilidades. Se observa de la figura que la distribución no es perfectamente logarítmica-normal, sin embargo, se hizo un ajuste gráfico de la tendencia media. Con la curva de tendencia media, se obtuvo los siguientes valores característicos, para el régimen pluviométrico de la estación Fundo El Peral:

| Probabilidad de Excedencia (%) | Precipitación Anual (mm) |
|---|---|
| 85 | 450 |
| 50 | 660 |
| 15 | 880 |

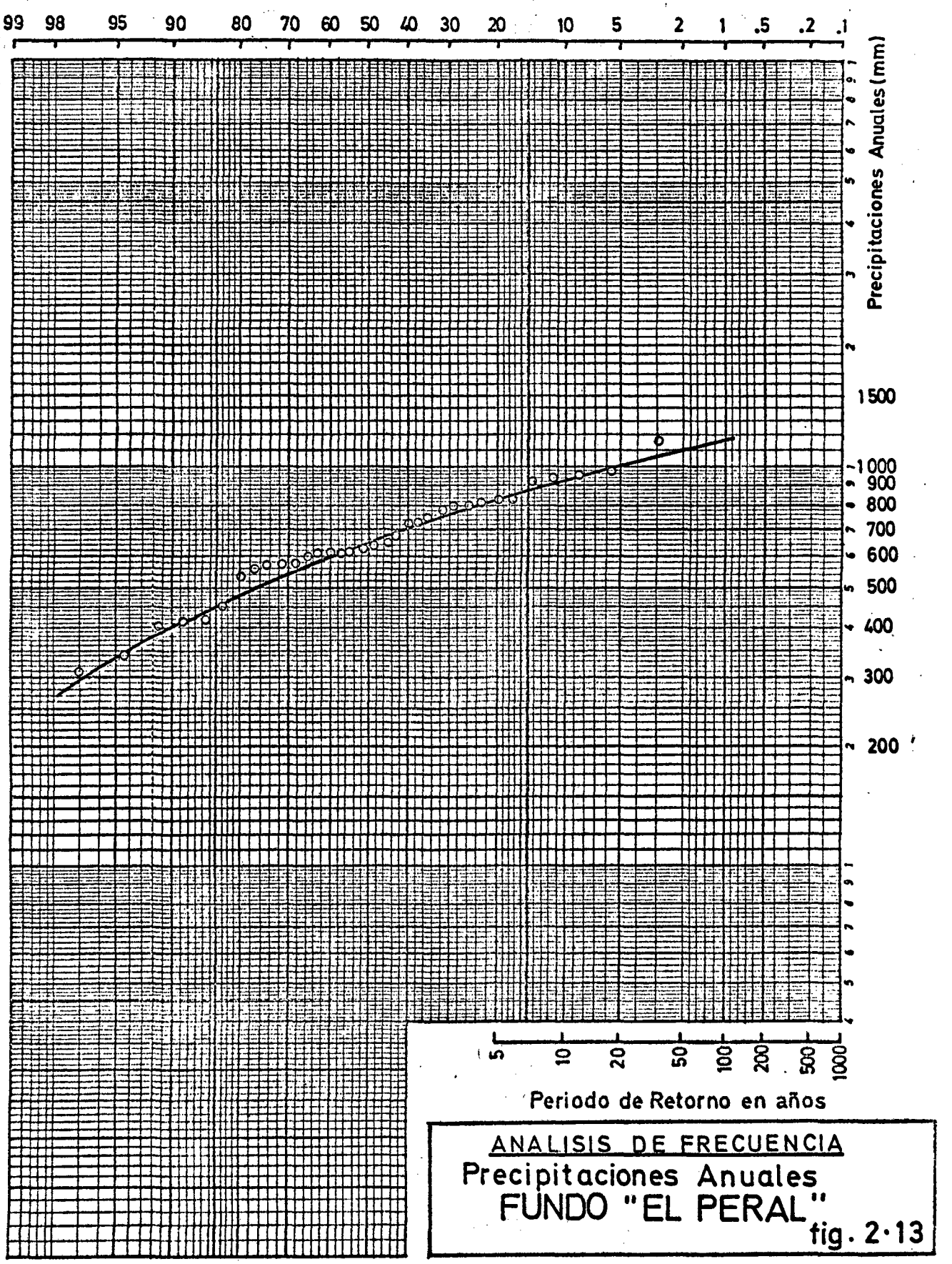
## 2.4 Análisis y Corrección de la Estadística Pluviométrica de la Estación Constitución

En la Tabla I.9 se presenta la estadística original de Constitución. Como se observa en dicha tabla, la estadística tiene algunos huecos; para completar estos valores, se construyó una relación anual entre las precipitaciones de Talca y Constitución (fig. 2.14). Se trazó gráficamente una recta de relación (ver figura) que se utilizó para completar la estadística de Constitución en los años 1957 y 1958. Los valores mensuales en dichos años se completaron utilizando el método de promedios ponderados con las estaciones Talca y Linares; finalmente los valores mensuales se ponderaron adecuadamente para ajustarlos al valor anual sintetizado mediante la relación anual.

En la figura 2.15 se presenta la C.D.A. de la estación Constitución versus el patrón definitivo confeccionado en 2.2. De este gráfico se observan las siguientes anomalías:

- Desplazamiento en el año 1961
- Quiebre en el año 1954
- Quiebre en el año 1948

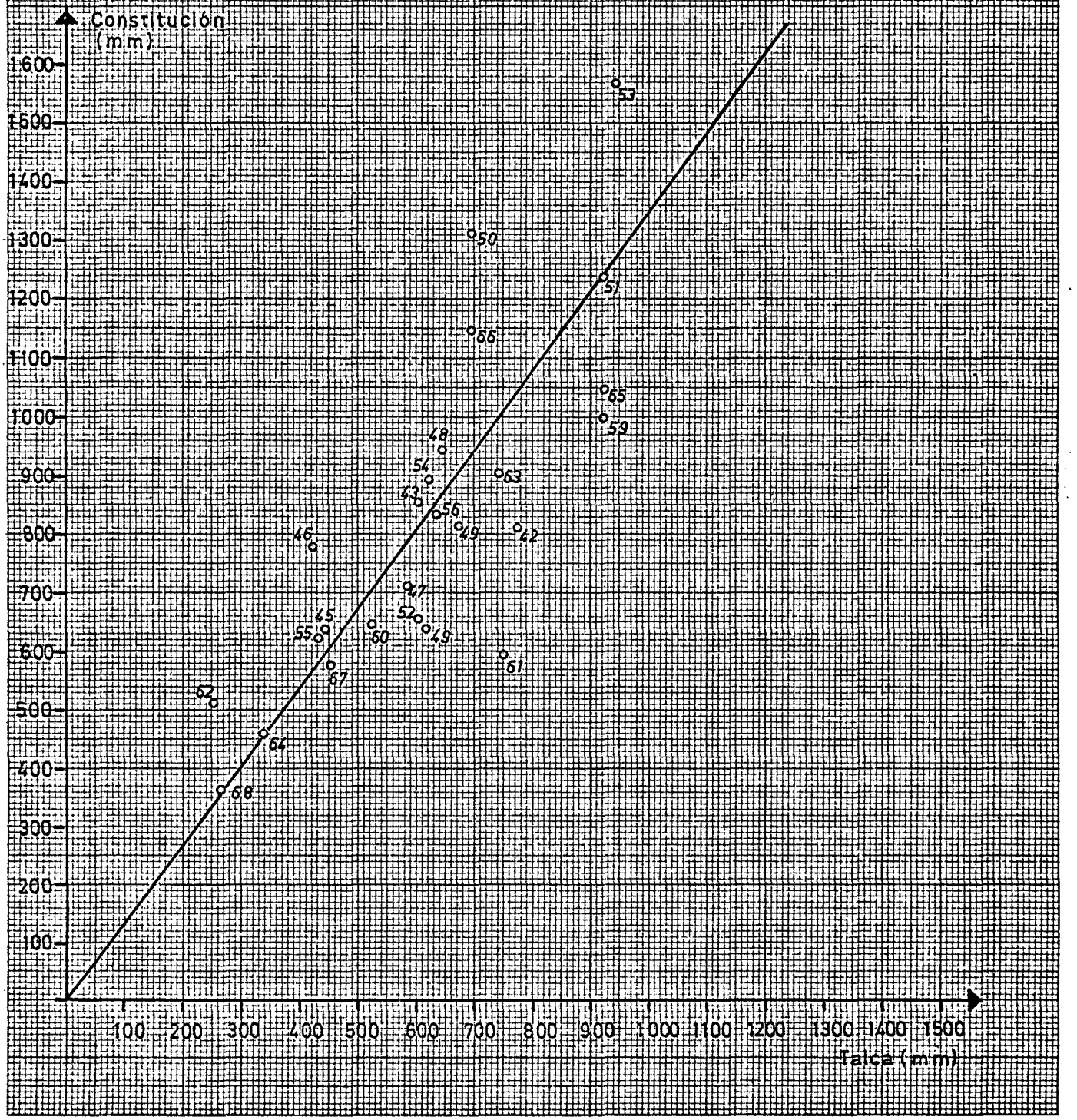
La estadística original (rellenada) en Constitución de acuerdo a este análisis es bastante poco homogénea frente al patrón utilizado. En vista que esta estadística se usará en conjunto con la pluviometría de Purapel en




ANALISIS DE FRECUENCIA
Precipitaciones Anuales
FUNDO "EL PERAL"
fig. 2·13

# CORRELACION PRECIPITACIONES ANUALES
# TALCA-CONSTITUCION

Fig. 2.14



Nirivilo (ver capítulo siguiente), se decidió corregir sólo el período que era estrictamente indispensable. En consecuencia, se corrigió el desplazamiento observado en el año 1961, en + 400 mm. anuales; los valores mensuales para dicho año, se corrigieron porcentualmente, para obtener el total anual corregido. La estadística completada y corregida para la estación Constitución, se incluye en la Tabla I.10, a partir del año 1957.

## 2.5 Análisis de Precipitaciones Máximas en 24 hrs. en la Estación Talca

Con el objeto de realizar los estudios de crecidas que permitan el diseño de las diversas obras hidráulicas contempladas en el sistema, se utilizó la información de precipitaciones máximas en 24 horas en la estación pluviométrica Talca. Se considera que esta es la estación más representativa de la zona, con estadística de suficiente longitud.

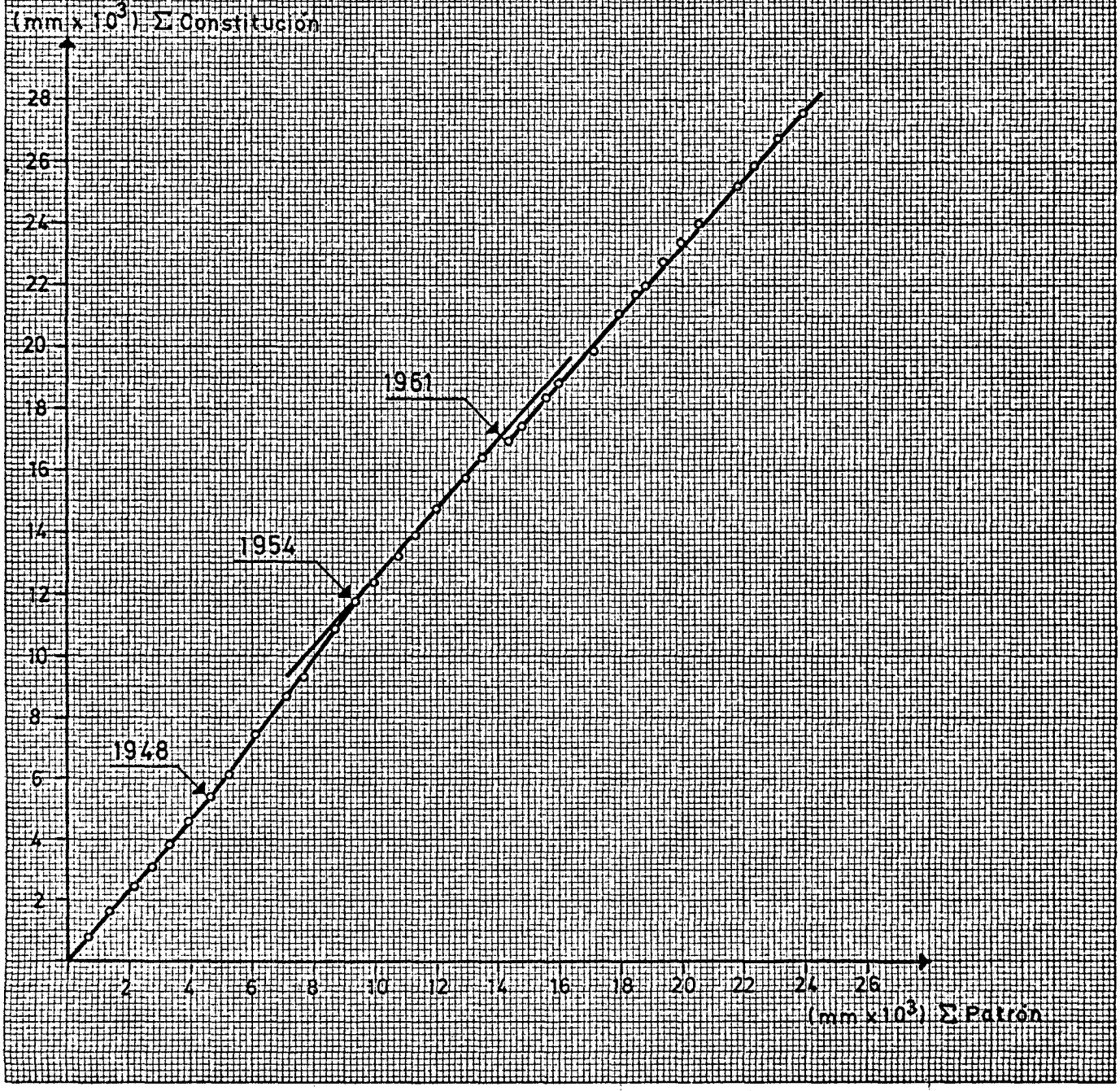
En la Tabla I.11 se incluyen las precipitaciones registradas (máximas en 24 horas) en Talca, entre 1942 y 1975 (columnas 1 y 2). En la misma tabla, se hace el análisis de frecuencia correspondiente (columnas 3, 4 y 5) en que las probabilidades de no excedencia se han calculado por la fórmula de Weibull.

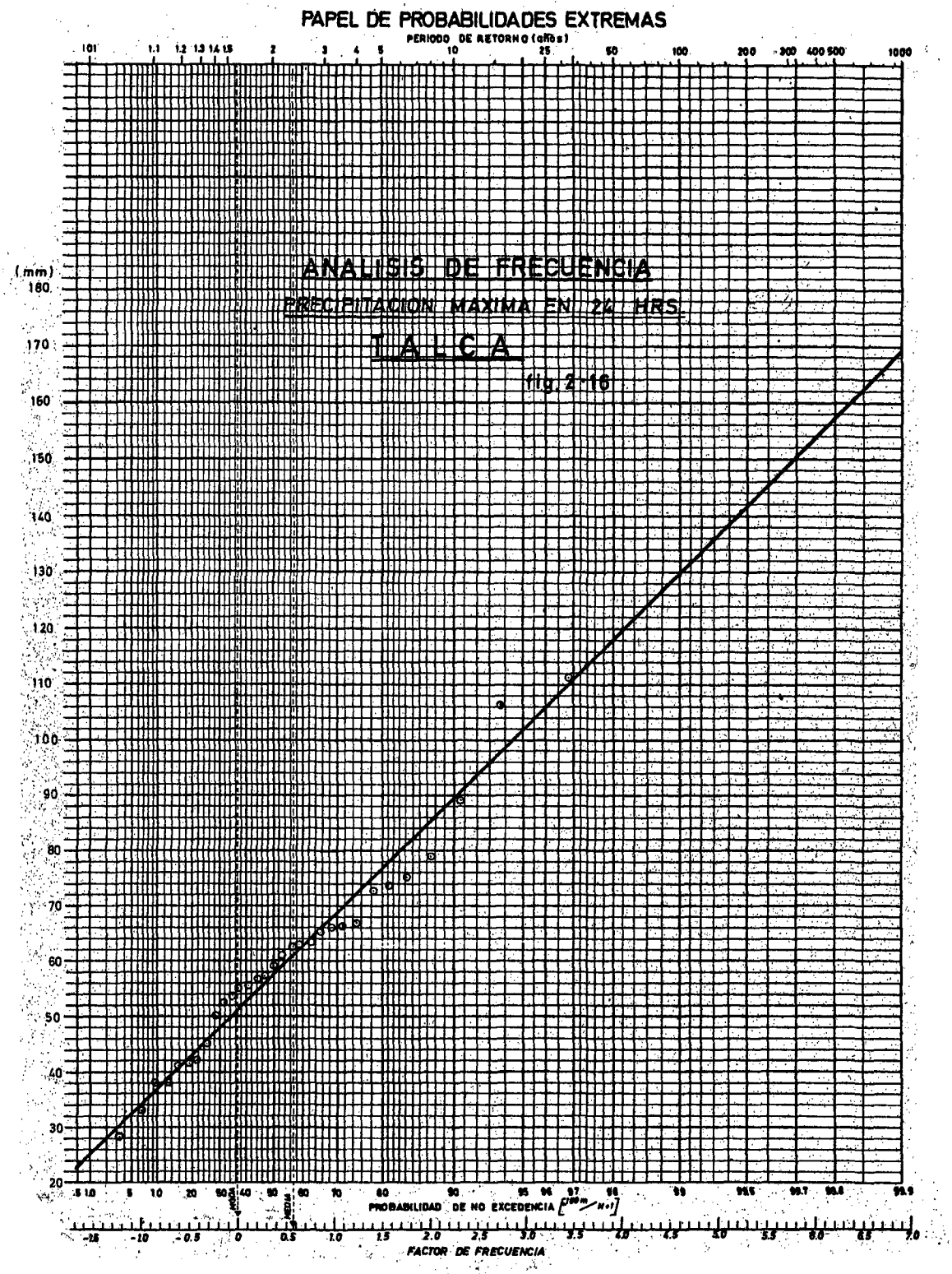
En la figura 2.16 se han graficado los puntos obtenidos de la Tabla I.11, en un papel de probabilidades extremas (Gumbel). En el gráfico se ha ajustado la recta calculada de acuerdo al método propuesto por Gumbel para corrección según la longitud de la muestra (5). Se puede ob-

(5) Varas,E. y P.Ferrer "Métodos Estadísticos en Hidrología". Esc.de Ingeniería,U.Católica de Chile, Publicación 72 - 5, Octubre 1972.

# CURVA DOBLE ACUMULADA
# CONSTITUCION V/S PATRON

Fig, 2·15




PAPEL DE PROBABILIDADES EXTREMAS
PERIODO DE RETORNO (años)
ANALISIS DE FRECUENCIA
PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HRS.
TALCA
fig. 2-16
(mm)
PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA
FACTOR DE FRECUENCIA

servar que el ajuste a los puntos es muy satisfactorio.

Usando la recta ajustada, se obtienen los siguientes valores de precipitación máxima en 24 horas, para distintos períodos de retorno:

| Período Retorno (años) | P.Máx. 24 hrs. (mm) | Intensidad media I (mm/m) |
|---|---|---|
| 2 | 57,5 | 2,4 |
| 5 | 76,5 | 3,2 |
| 10 | 89 | 3,7 |
| 25 | 106 | 4,4 |
| 50 | 118 | 4,9 |
| 100 | 130 | 5,4 |
| 200 | 142 | 5,9 |
| 500 | 157 | 6,5 |
| 1.000 | 169 | 7,0 |

## 3. ESTUDIO DE LOS RECURSOS DE AGUA

### 3.1 Introducción

En este capítulo se analizan los recursos de agua disponibles para las distintas soluciones alternativas que contempla el estudio de prefactibilidad del regadío del valle de Pencahue. El estudio de recursos de agua abarca lo siguiente:

- Escorrentía anual en la cuenca del estero Litú
- Escorrentía anual en el estero Tutucura
- Escorrentía anual y mensual en el estero Los Puercos
- Escorrentía mensual en el río Claro en Itahue
- Escorrentía mensual, durante la temporada de riego en el río Lircay y en los esteros Pangue y Las Chilcas
- Escorrentía mensual en el río Claro en La Orilla.

La información utilizada, metodología, y resultados obtenidos en cada uno de estos casos, se presenta en los puntos siguientes de este capítulo.

## 3.2 Información Fluviométrica Disponible en la Zona

En el plano de la figura 1.1 (capítulo I) se indica la ubicación de las estaciones fluviométricas de la zona, que en una u otra forma fueron usadas para los estudios hidrológicos de este trabajo. Estas estaciones son las siguientes:

- Río Claro en Camarico (Tabla II.1)
- Río Claro en Talca (Tabla II.2)
- Río Lircay en Puente Las Rastras (Tabla II.3)
- Río Purapel en Nirivilo (Tabla II.4)
- Canal Maule Norte (Tabla II.5)
- Río Colorado antes de junta con Palos (Tabla II.6)
- Río Palos antes de junta con Colorado (Tabla II.7)
- Energía generada Central Lircay-Talca (Tabla II.8)

Los valores completados en cada una de ellas, se indican en las mismas tablas, convenientemente individualizadas.

## 3.3 Recursos de Agua en los Esteros Litú, Tutucura y Los Puercos

En la figura 1.1 se individualizan las hoyas hidrográficas de cada uno de estos esteros. Ninguno de ellos dispone de información fluviométrica alguna. En estas condiciones se recurrió a las siguientes metodologías para estimar los recursos de agua en cada una de estas cuencas:

- Fórmulas empíricas basadas en datos de precipitación o precipitación y temperatura.

- Transposición de relaciones precipitación-escorrentía.
- Modelo de Simulación Hidrológica.

3.3.1 Fórmulas empíricas utilizadas:

Las fórmulas empíricas utilizadas fueron las siguientes:

a) Grunsky (1)

Esta fórmula propuesta por el hidrólogo norteamericano del mismo nombre, expresa que:

$$E_s = 0,4\ P^2\ (m)$$

en que:

$E_s$ = escorrentía anual en (m).
$P$ = precipitación total anual en (m)

lo anterior es válido para $P \leq 1,25$ m. El método supone que para $P > 1,25$ m. escurre todo el exceso de precipitación sobre este límite.

b) Peñuelas (Fórmula de A. Quintana) (1):

Esta fórmula fue establecida para la zona central de Chile. Ella indica:

$$E_s = 0,5\ P^2\ (m)$$

en que:

$E_s$ = escorrentía anual en (m)
$P$ = precipitación anual en (m)

El método supone que para $P > 1$ m. escurre todo el exceso de precipitación sobre este límite.

(1) Espíldora,B. y E.Brown "Escorrentía Superficial". Capítulo 7 en "Elementos de Hidrología". Centro de Recursos Hidráulicos, Depto.Obras Civiles, U. de Chile, 1975.

c) Coutagne (1)

La fórmula (propuesta en Francia), establece que el déficit de escorrentía (D) puede estimarse como:

$$D = P - \lambda P^2 \quad (m)$$

En consecuencia:

$$E_s = \lambda P^2 \quad (m)$$

siendo:

$$\lambda = \frac{1}{0,8 + 0,14\ T}$$

$P$ = precipitación anual en (m)
$E_s$ = escorrentía anual en (m)
$T$ = temperatura media anual en (ºC)

Según el autor, la relación anterior es válida para:

$$\frac{1}{2\lambda} > P > \frac{1}{8\lambda}$$

Para valores de $P < \frac{1}{8\lambda}$ se tendría que $D = P$, es decir, no hay escorrentía. Para valores de $P \geq \frac{1}{2\lambda}$, el déficit de escorrentía sería independiente de P, y se calcularía como:

$$D = 0,2 + 0,035\ T \ (m)$$

d) Turc (1):

La fórmula fue propuesta por el hidrólogo francés del mismo nombre, en base a un estudio de 254 cuencas de climas y características diferentes en todo el planeta.

Ella establece que el déficit de escorrentía puede estimarse como:

$$D = \frac{P}{\sqrt{0,9 + (P/L)^2}}$$

en que:

$L = 300 + 25\ T + 0,05\ T^2$

P = precipitación anual en (mm)

D = déficit de escorrentía anual en (mm)

T = temperatura media anual en (ºC)

en consecuencia, la escorrentía anual $E_s$ (mm) quedaría determinada por:

$$E_s = P - D$$

### 3.3.2 Relaciones Precipitación-Escorrentía

Como ninguna de las cuencas hidrográficas de interés dispone de estadística fluviométrica alguna, no resulta posible establecer una relación precipitación-escorrentía directa en ellas. Sin embargo, se estudió la posibilidad de trasponer una relación precipitación-escorrentía que pudiese establecerse para la cuenca del río Purapel en Nirivilo. La cuenca del río Purapel es netamente fluvial y próxima a la zona de interés; en estas condiciones debe esperarse que tenga un régimen fluviométrico similar.

En la figura 3.1 se graficaron las precipitaciones totales anuales (Abril-Marzo) en la estación Constitución, versus la escorrentía total anual correspondiente a Purapel en Nirivilo. Gráficamente se ajustó la curva indicada. En la misma figura 3.1 se graficaron las relaciones dadas por las fórmulas empíricas especificadas en 3.3.1; estas relaciones se obtuvieron usando datos de temperatura (en aquellas fórmulas que

así lo requerían) de la estación Fundo El Peral.(*)

De la figura se observa que la relación gráfica trazada coincide muy bien con las fórmulas empíricas Grunsky y Turc. La fórmula de Peñuelas aparece dando valores mayores de escorrentía en forma consistente, mientras que la fórmula de Coutagne da en general valores más bajos que el resto.

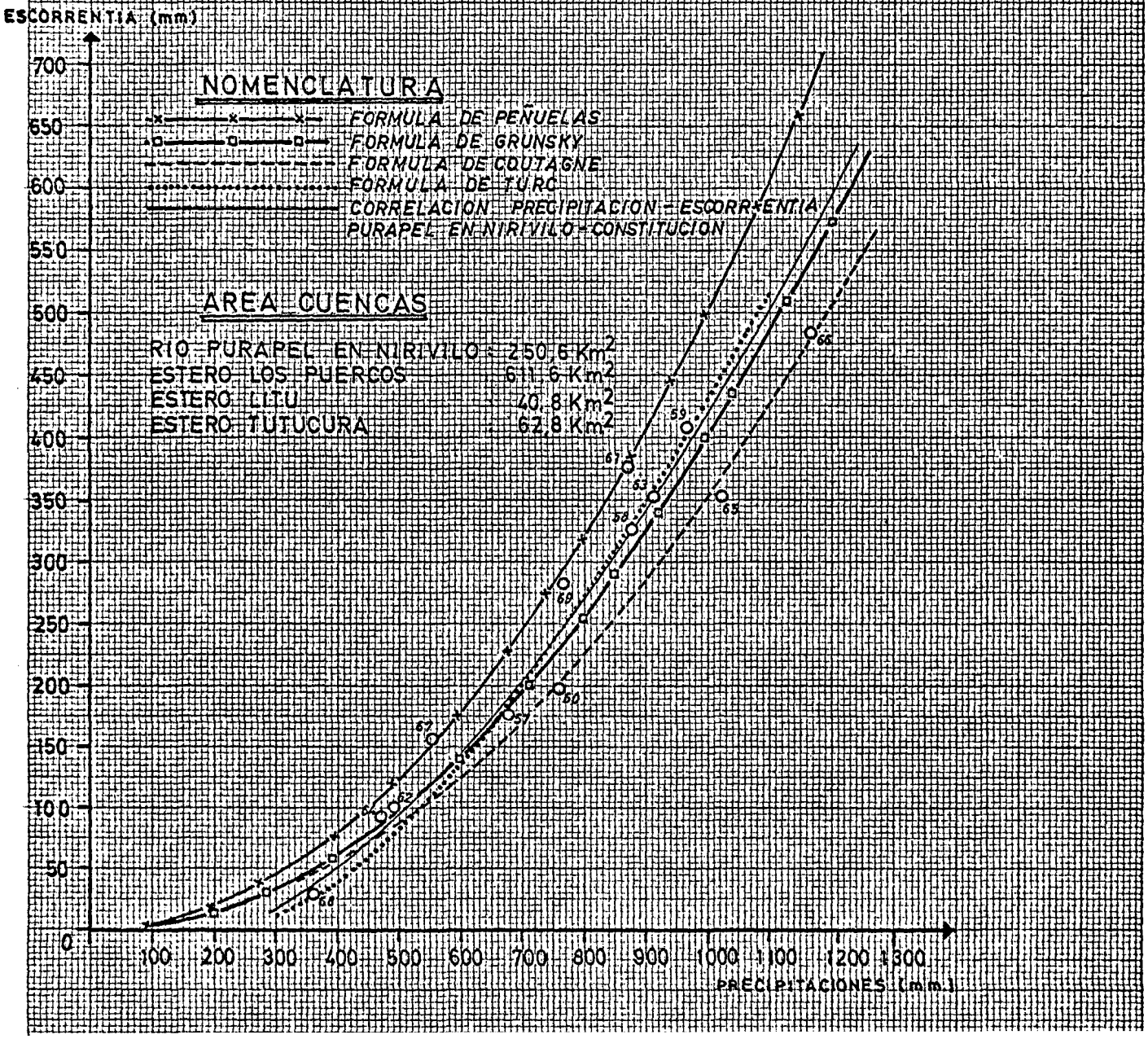
(*) Nota: En Fundo El Peral existen datos de temperatura desde Dic.74 en adelante. Estos se correlacionaron mensualmente con las estadísticas mensuales correspondientes en San Luis; la recta de relación indicó un coeficiente de correlación de T = 0,986 y la siguiente expresión:

$\overline{T}$ El Peral = 0,973 $\overline{T}$ San Luis + 0,10. Con esto se obtuvo los siguientes valores para El Peral:

| Mes | En. | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct. | Nov. | Dic. | Año |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temp. medida mensual (ºC) | 20,5 | 19,8 | 17,2 | 14,7 | 11,4 | 9,4 | 8,5 | 9,5 | 12,3 | 14,3 | 17,2 | 19,8 | 14,55 |

# CORRELACIONES PRECIPITACION-ESCORRENTIA

fig. 3.1



### 3.3.2 Modelo de Simulación Hidrológica

El modelo utilizado (2) simula el comportamiento de una cuenca pluvia. Utiliza como información de entrada un índice de precipitación y un índice de evapotranspiración potencial en la cuenca. El modelo proporciona entre otros resultados, caudales medios mensuales en la sección de salida de la cuenca. La estructura del modelo incorpora un máximo de 9 parámetros, cuyos valores es preciso ajustar mediante una calibración previa. En el Apéndice III se presenta una explicación más detallada de la estructura del modelo, significado de los parámetros y objetivos de la calibración.

En el presente caso, en vista de la carencia de información pluviométrica de las cuencas en estudio, se usó el siguiente procedimiento.

- Se calibró el modelo en la cuenca afluente a Purapel en Nirivilo, utilizando como información de entrada precipitaciones mensuales en Constitución y un índice de evapotranspiración potencial media mensual. Este último se obtuvo de las estadísticas evaporimétricas de la estación Curicó, que era la más cercana al lugar de interés.
- Con los valores de los parámetros obtenidos de dicha calibración, con las estadísticas pluviométricas mensuales de la estación Fundo El Peral y con el mismo índice de evapotranspiración potencial usado en la calibración, se simularon gastos medios mensuales en

(2) Ferrer,P.; E.Brown y L.Ayala "Simulación de Gastos Medios Mensuales en una Cuenca Pluvial". En 2º Coloquio Nacional de Ingeniería Hidráulica, Santiago, Chile, Agosto 1973.

la salida de la cuenca del estero Los Puercos.

A continuación se explica en detalle el proceso de calibración. En cuanto a los resultados de la simulación en la cuenca del estero Los Puercos, éstos aparecen en el punto 3.3.6 del informe.

En la calibración del modelo que se explica en el Apéndice III, se usó una versión levemente simplificada. En efecto, en este caso no se consideró percolación profunda directa, sin pasar por el elemento de embalse superior, y por lo tanto, no se utilizaron los parámetros D y $P_{LIM}$ del modelo. Adicionalmente, los parámetros A y B del modelo se fijaron a priori (no se ajustaron en el proceso de calibración). El valor de A se adoptó 1,00; es decir, se supuso que la precipitación en Constitución es representativa de la precipitación media sobre la cuenca del Purapel. El valor de B se adoptó 0,80, suponiendo que con esto los valores evaporimétricos medidos en Curicó (*) se convertían razonablemente a un índice de evapotranspiración potencial medio mensual para la cuenca de Purapel.

De acuerdo con lo anterior, en el proceso de calibración se ajustaron los valores de los siguientes cinco parámetros: $C_{máx}$; $C_{min}$; $H_{máx}$; PORC; K. El período de calibración utilizado fue Abril de 1959 a Marzo de 1970. El proceso de calibración se consideró terminado una vez que se logró el ajuste que se muestra en la figura 3.2. Para este ajuste, los valores de los parámetros

(*) Los valores de evaporación media mensual según las medidas en Curicó son las siguientes:

| Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct. | Nov. | Dic. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Evap. (mm) | 228,2 | 128,6 | 133,0 | 82,7 | 46,3 | 37,5 | 39,0 | 45,4 | 69,2 | 102,3 | 165,1 | 205,1 |

fueron los siguientes:

$C_{máx}$ = 0,44

$C_{mín}$ = 0,03

$H_{máx}$ = 260 (mm)

PORC = 30,0

K = 0,44

El coeficiente de correlación entre valores mensuales medidos y sintetizados por el modelo, para este ajuste fue de r = 0,937.

### 3.3.4 Estero Litú

La cuenca afluente a la ubicación del posible embalse en el estero Litú es de 40,8 $Km^2$. Para aplicar las fórmulas empíricas así como también la relación precipitación-escorrentía obtenida en Purapel en Nirivilo (fig. 3.1), se adoptó como representativa la precipitación anual registrada (y ampliada) en la estación Fundo El Peral. En la Tabla 3.1 se presenta la síntesis de escorrentía media anual para esta cuenca, por los diversos métodos especificados anteriormente:

Columna 1: Fórmula de Coutagne

Columna 2: Fórmula de Turc

Columna 3: Fórmula de Grunsky

Columna 4: Transposición de relación Precipitación-Escorrentía obtenida en cuenca de Purapel.

TABLA 3.1

SINTESIS DE ESCORRENTIA EN ESTERO LITU (en Embalse)

Caudales Medios Anuales ($m^3$/seg)

| Año | Coutagne | Turc | Grunsky | Trasp.Rel. P = E Purapel Constitución | Caudales Específicos por unidad de precipit. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1942 | 0,29 | 0,35 | 0,33 | 0,35 | |
| 43 | 0,18 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | |
| 44 | 0,28 | 0,34 | 0,32 | 0,33 | |
| 45 | 0,08 | 0,06 | 0,09 | 0,08 | |
| 46 | 0,09 | 0,08 | 0,10 | 0,09 | |
| 47 | 0,17 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | |
| 48 | 0,24 | 0,28 | 0,27 | 0,28 | |
| 49 | 0,18 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | |
| 50 | 0,31 | 0,38 | 0,35 | 0,37 | |
| 51 | 0,40 | 0,49 | 0,45 | 0,48 | |
| 52 | 0,17 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | |
| 53 | 0,39 | 0,48 | 0,45 | 0,47 | |
| 54 | 0,21 | 0,24 | 0,24 | 0,25 | |
| 55 | 0,16 | 0,18 | 0,18 | 0,19 | |
| 56 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | |
| 57 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,19 |
| 58 | 0,29 | 0,36 | 0,33 | 0,35 | 0,38 |
| 59 | 0,42 | 0,52 | 0,48 | 0,50 | 0,53 |
| 60 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,19 |
| 61 | 0,23 | 0,27 | 0,26 | 0,27 | 0,40 |
| 62 | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 0,09 |
| 63 | 0,30 | 0,37 | 0,35 | 0,36 | 0,41 |
| 64 | 0,08 | 0,06 | 0,09 | 0,08 | 0,11 |
| 65 | 0,41 | 0,50 | 0,46 | 0,49 | 0,42 |
| 66 | 0,27 | 0,33 | 0,31 | 0,32 | 0,39 |
| 67 | 0,08 | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,15 |
| 68 | 0,04 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,03 |
| 69 | 0,17 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,29 |

Cont. Tabla 3.1

| Año | Coutagne | Turc | Grunsky | Trasp.Rel. P-E...etc. | Caudales Específ....etc. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1970 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | |
| 71 | 0,19 | 0,21 | 0,21 | 0,22 | |
| 72 | 0,61 | 0,74 | 0,69 | 0,72 | |
| 73 | 0,12 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | |
| 74 | 0,25 | 0,30 | 0,29 | 0,30 | |
| 75 | 0,17 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | |

Columna 5: Transposición de caudales específicos por unidad de precipitación desde la cuenca de Purapel (1).

En todos los casos se ha utilizado como año hidrológico el período Abril a Marzo.

De acuerdo al análisis hecho en 3.3.2, se considera adecuada la transposición de la relación precipitación-escorrentía y, por lo tanto, se han adoptado los valores que este método proporciona, como representativos de la escorrentía en el estero Litú. Con estos valores se realizó un análisis de frecuencia gráfico, usando la fórmula de Weibull para calcular las probabilidades empíricas. Este análisis se presenta en la figura 3.3; con él se han obtenido los valores de la Tabla 3.2.

TABLA 3.2

ESCORRENTIA MEDIA ANUAL; HOYA ESTERO LITU

| Probabilidad de Excedencia (%) | Caudal medio anual en ($m^3$/seg) |
|---|---|
| 10 | 0,49 |
| 20 | 0,39 |

(1) Espíldora, B. y E.Brown: referencia citada en este capítulo.

Cont. Tabla 3.2

| Probabilidad de Excedencia (%) | Caudal medio anual en ($m^3$/seg) |
|---|---|
| 50 | 0,23 |
| 70 | 0,16 |
| 85 | 0,10 |
| 90 | 0,07 |

### 3.3.5 Estero Tutucura

La cuenca afluente a la ubicación del posible embalse en el estero Tutucura es de 62,8 $Km^2$. Los datos y métodos utilizados son enteramente análogos a los aplicados y explicados en 3.3.4 para el estero Litú. Nuevamente se han adoptado como representativos los datos obtenidos de la relación precipitación-escorrentía derivada en la cuenca de Purapel en Nirivilo. En la tabla 3.3 se presentan los valores sintetizados según los distintos métodos. En la figura 3.4 se presenta el análisis de frecuencia gráfico con los valores de la relación precipitación-escorrentía; de la curva ajustada gráficamente se obtienen los valores de la tabla 3.4.

TABLA 3.3

SINTESIS DE ESCORRENTIA. ESTERO TUTUCURA(en Embalse)

Caudales Medios Anuales (m3/seg)

| Año | Coutagne | Turc | Grunsky | Trasp. Del P - E Purapel Constituc. | Caudales Específicos x unidad de Precipitac. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1942 | 0,45 | 0,55 | 0,51 | 0,54 | |
| 43 | 0,28 | 0,32 | 0,32 | 0,33 | |
| 44 | 0,43 | 0,52 | 0,49 | 0,51 | |
| 45 | 0,12 | 0,09 | 0,14 | 0,12 | |
| 46 | 0,14 | 0,12 | 0,16 | 0,14 | |
| 47 | 0,27 | 0,29 | 0,30 | 0,31 | |

Cont. Tabla 3.3

| Año | Coutagne | Turc | Grunsky | Trasp.del P-E...etc. | Caudales Específ...etc. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1948 | 0,37 | 0,43 | 0,42 | 0,44 | |
| 49 | 0,27 | 0,30 | 0,31 | 0,31 | |
| 50 | 0,47 | 0,58 | 0,54 | 0,57 | |
| 51 | 0,61 | 0,75 | 0,69 | 0,73 | |
| 52 | 0,26 | 0,29 | 0,30 | 0,30 | |
| 53 | 0,61 | 0,74 | 0,69 | 0,72 | |
| 54 | 0,32 | 0,37 | 0,37 | 0,38 | |
| 55 | 0,25 | 0,27 | 0,28 | 0,28 | |
| 56 | 0,23 | 0,24 | 0,26 | 0,26 | |
| 57 | 0,23 | 0,24 | 0,26 | 0,25 | 0,30 |
| 58 | 0,45 | 0,55 | 0,51 | 0,54 | 0,59 |
| 59 | 0,65 | 0,80 | 0,74 | 0,77 | 0,81 |
| 60 | 0,23 | 0,25 | 0,26 | 0,27 | 0,30 |
| 61 | 0,36 | 0,42 | 0,40 | 0,42 | 0,61 |
| 62 | 0,08 | 0,05 | 0,09 | 0,06 | 0,14 |
| 63 | 0,47 | 0,57 | 0,53 | 0,56 | 0,63 |
| 64 | 0,12 | 0,10 | 0,14 | 0,12 | 0,17 |
| 65 | 0,63 | 0,77 | 0,71 | 0,75 | 0,65 |
| 66 | 0,42 | 0,50 | 0,47 | 0,50 | 0,60 |
| 67 | 0,12 | 0,09 | 0,13 | 0,11 | 0,23 |
| 68 | 0,06 | 0,03 | 0,07 | 0,03 | 0,05 |
| 69 | 0,26 | 0,29 | 0,30 | 0,31 | 0,45 |
| 70 | 0,21 | 0,22 | 0,24 | 0,23 | |
| 71 | 0,29 | 0,33 | 0,33 | 0,34 | |
| 72 | 0,94 | 1,13 | 1,07 | 1,11 | |
| 73 | 0,19 | 0,19 | 0,22 | 0,21 | |
| 74 | 0,39 | 0,47 | 0,44 | 0,47 | |
| 75 | 0,27 | 0,29 | 0,30 | 0,31 | |

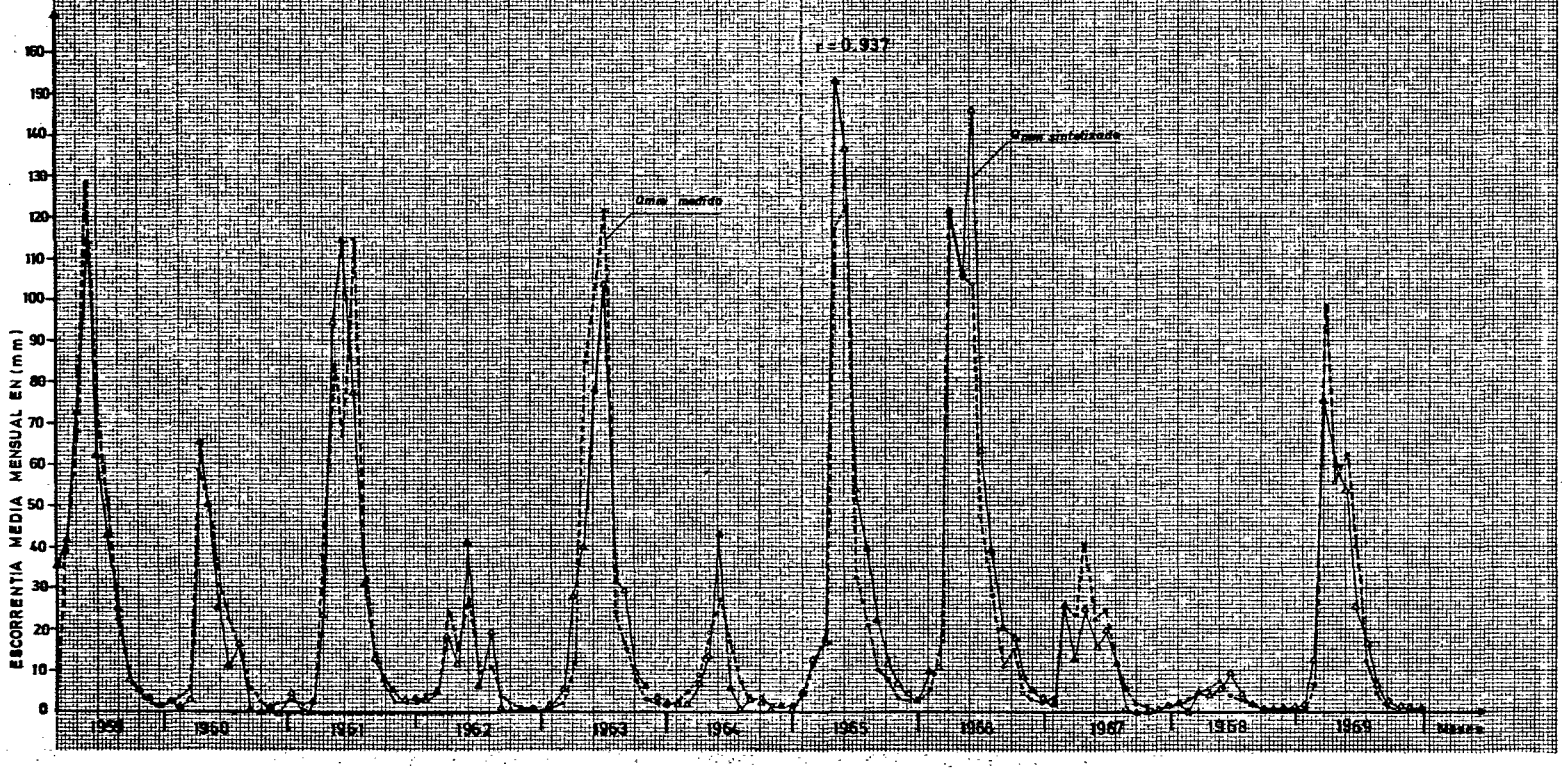
# MODELO HIDROLOGICO

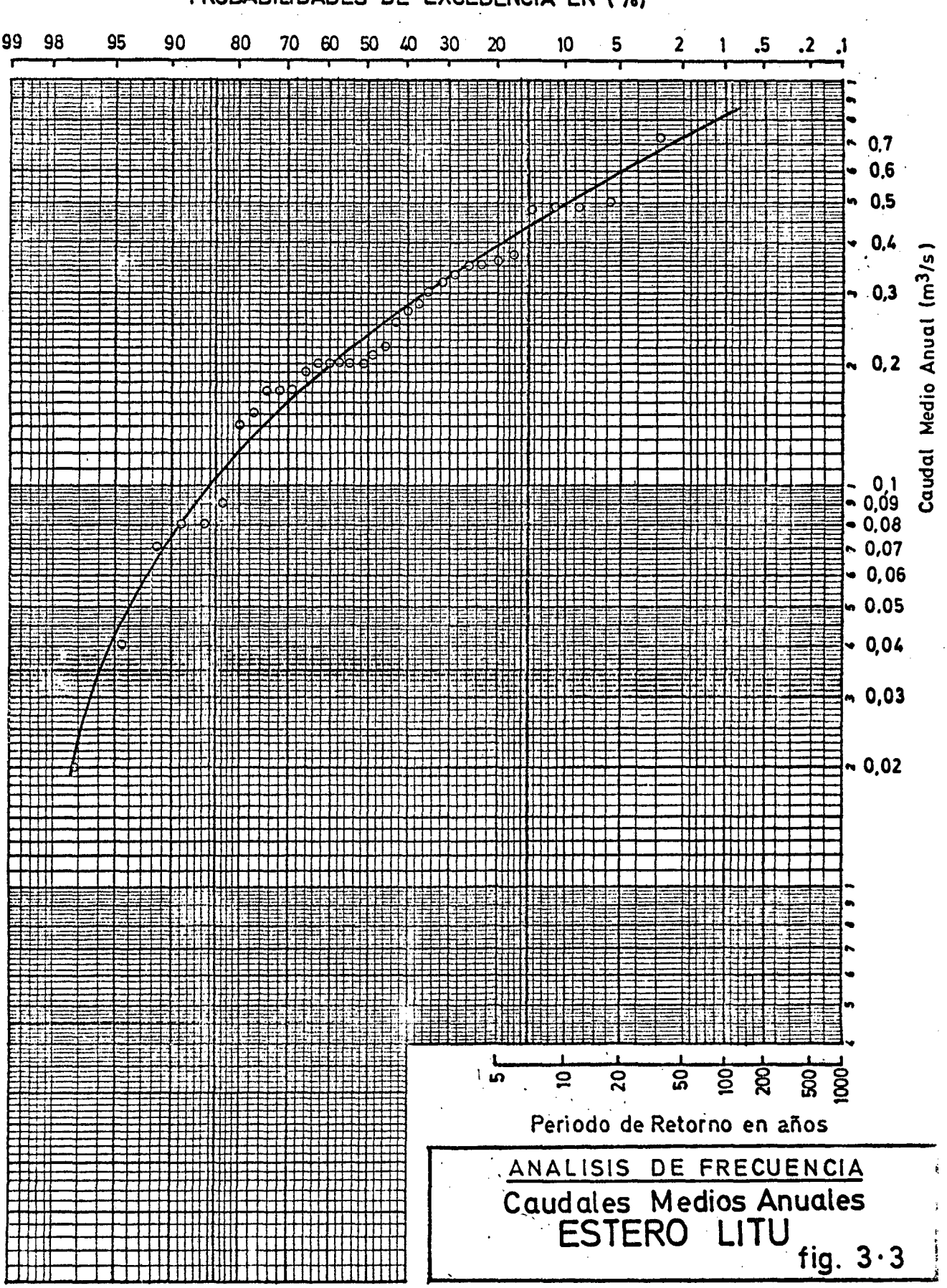
PERIODO DE CALIBRACION CUENCA PURAPEL EN NIRIVILO (Area = 250,6 Km²)

fig. 3.2

Caudales medios mensuales sintetizados por el modelo

Caudales medios mensuales observados en la estación fluviométrica



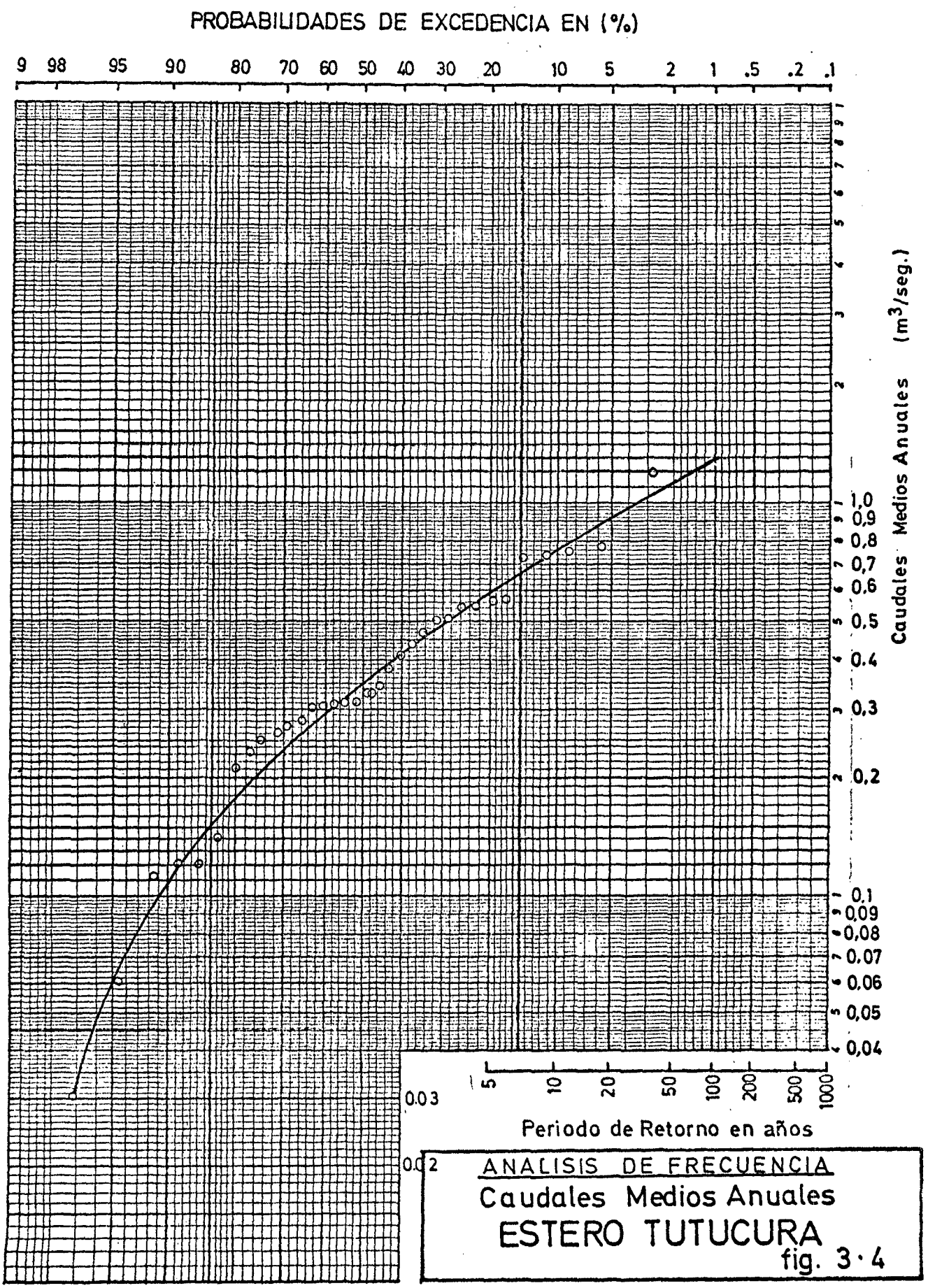



ANALISIS DE FRECUENCIA

Caudales Medios Anuales

ESTERO LITU

fig. 3·3




ANALISIS DE FRECUENCIA

Caudales Medios Anuales

ESTERO TUTUCURA

fig. 3·4

TABLA 3.4

ESCORRENTIA MEDIA ANUAL; HOYA ESTERO TUTUCURA

| Probabilidad de Excedencia (%) | Caudal medio anual en ($m^3$/seg) |
|---|---|
| 10 | 0,76 |
| 20 | 0,59 |
| 50 | 0,34 |
| 70 | 0,23 |
| 85 | 0,14 |
| 90 | 0,11 |

### 3.3.6 Estero Los Puercos

La cuenca afluente del estero Los Puercos en desembocadura es de 611,6 $Km^2$. Para estimar la escorrentía natural de esta cuenca se utilizaron todos los métodos aplicados en los casos de los esteros Litú y Tutucura y adicionalmente se utilizó el modelo de simulación hidrológica calibrado en la cuenca del río Purapel. (Ver. 3.3.3). En este último caso se usó la estadística pluviométrica mensual en la estación Fundo El Peral. En la Tabla 3.5 se presentan los valores de escorrentía media anual sintetizada por los diversos métodos; en la columna 6 de dicha tabla se han incluído los valores que entregó el modelo hidrológico.

En la figura 3.5 se graficaron los valores de caudales medios anuales de Purapel en Nirivilo, observados, estimados por la calibración del modelo y estimados por la relación precipitación-escorrentía. El coeficiente de correlación entre los caudales anuales observados y los sintetizados por el modelo fue r = 0,935; el mismo coeficiente, calculado entre caudales observados y estimados mediante la relación precipitación-escorrentía,

fue r = 0,927. En la figura 3.6 se hizo una relación entre valores estimados según el modelo y valores estimados según la relación precipitación escorrentía, para caudales medios anuales en el estero Los Puercos; se observa una relación con r = 0,923.

Dado que los resultados del modelo son comparables con los obtenidos por la relación precipitación-escorrentía y que el modelo utiliza mayor cantidad de información, se adoptó la estadística de caudales anuales generados por el modelo, para el estero Los Puercos. En la tabla 3.6 se presentan los valores mensuales y anuales generados por el modelo para la cuenca del Estero Los Puercos.

TABLA 3.5

SINTESIS DE ESCORRENTIA. ESTERO LOS PUERCOS

| | Caudales Medios Anuales ($m^3$/seg) | | | Trasp.Rel. P - E | Caudales Especif. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Año | Coutagne | Turc | Grunsky | Purapel Constituc. | x Unidad Precipit. | Modelo Hidrol. |
| 1942 | 4,38 | 5.31 | 4,98 | 5,24 | | 5,49 |
| 43 | 2,73 | 3,08 | 3,10 | 3,22 | | 3,18 |
| 44 | 4,17 | 5,04 | 4,73 | 5,0 | | 4,30 |
| 45 | 1,16 | 0,91 | 1,32 | 1,12 | | 1,10 |
| 46 | 1,36 | 1,18 | 1,55 | 1,38 | | 1,34 |
| 47 | 2,60 | 2,87 | 2,95 | 3,01 | | 2,61 |
| 48 | 3,57 | 4,23 | 4,05 | 4,27 | | 3,23 |
| 49 | 2,66 | 2,97 | 3,03 | 3,06 | | 3,97 |
| 50 | 4,62 | 5,62 | 5,24 | 5,53 | | 4,33 |
| 51 | 5,93 | 7,29 | 6,75 | 7,16 | | 8,81 |
| 52 | 2,58 | 2,85 | 2,93 | 2,97 | | 3,31 |
| 53 | 5,90 | 7,23 | 6,69 | 7,06 | | 7,94 |
| 54 | 3,14 | 3,63 | 3,51 | 3,68 | | 4,33 |
| 55 | 2,42 | 2,66 | 2,75 | 2,77 | | 2,08 |
| 56 | 2,25 | 2,39 | 2,56 | 2,58 | | 2,70 |

Cont.Tabla 3.5

| Año | Coutagne | Turc | Grunsky | Trasp.Rel. P-E...etc. | Caudales Esp...etc. | Modelo Hidrol. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1957 | 2,19 | 2,33 | 2,50 | 2,48 | 2,87 | 2,76 |
| 58 | 4,42 | 5,35 | 5,00 | 5,28 | 5,77 | 3,92 |
| 59 | 6,32 | 7,76 | 7,18 | 7,47 | 7,91 | 7,23 |
| 60 | 2,27 | 2,42 | 2,58 | 2,60 | 2,91 | 2,22 |
| 61 | 3,47 | 4,09 | 3,94 | 4,11 | 5,96 | 4,95 |
| 62 | 0,78 | 0,45 | 0,89 | 0,58 | 1,35 | 0,98 |
| 63 | 4,56 | 5,55 | 5,18 | 5,45 | 6,13 | 5,11 |
| 64 | 1,20 | 0,95 | 1,36 | 1,14 | 1,62 | 1,04 |
| 65 | 6,13 | 7,52 | 6,94 | 7,35 | 6,29 | 8,57 |
| 66 | 4,07 | 4,91 | 4,62 | 4,87 | 5,87 | 4,87 |
| 67 | 1,12 | 0,85 | 1,26 | 1,07 | 2,24 | 1,46 |
| 68 | 0,62 | 0,27 | 0,70 | 0,29 | 0,49 | 0,41 |
| 69 | 2,58 | 2,87 | 2,93 | 2,99 | 4,39 | 2,92 |
| 70 | 2,04 | 2,09 | 2,31 | 2,27 | | 2,10 |
| 71 | 2,83 | 3,22 | 3,22 | 3,34 | | 2,22 |
| 72 | 9,17 | 11,04 | 10,41 | 10,76 | | 13,08 |
| 73 | 1,86 | 1,84 | 2,11 | 2,04 | | 2,51 |
| 74 | 3,80 | 4,54 | 4,32 | 4,56 | | 6,76 |
| 75 | 2,60 | 2,87 | 2,95 | 3,01 | | 3,27 |

## TABLA 3.6

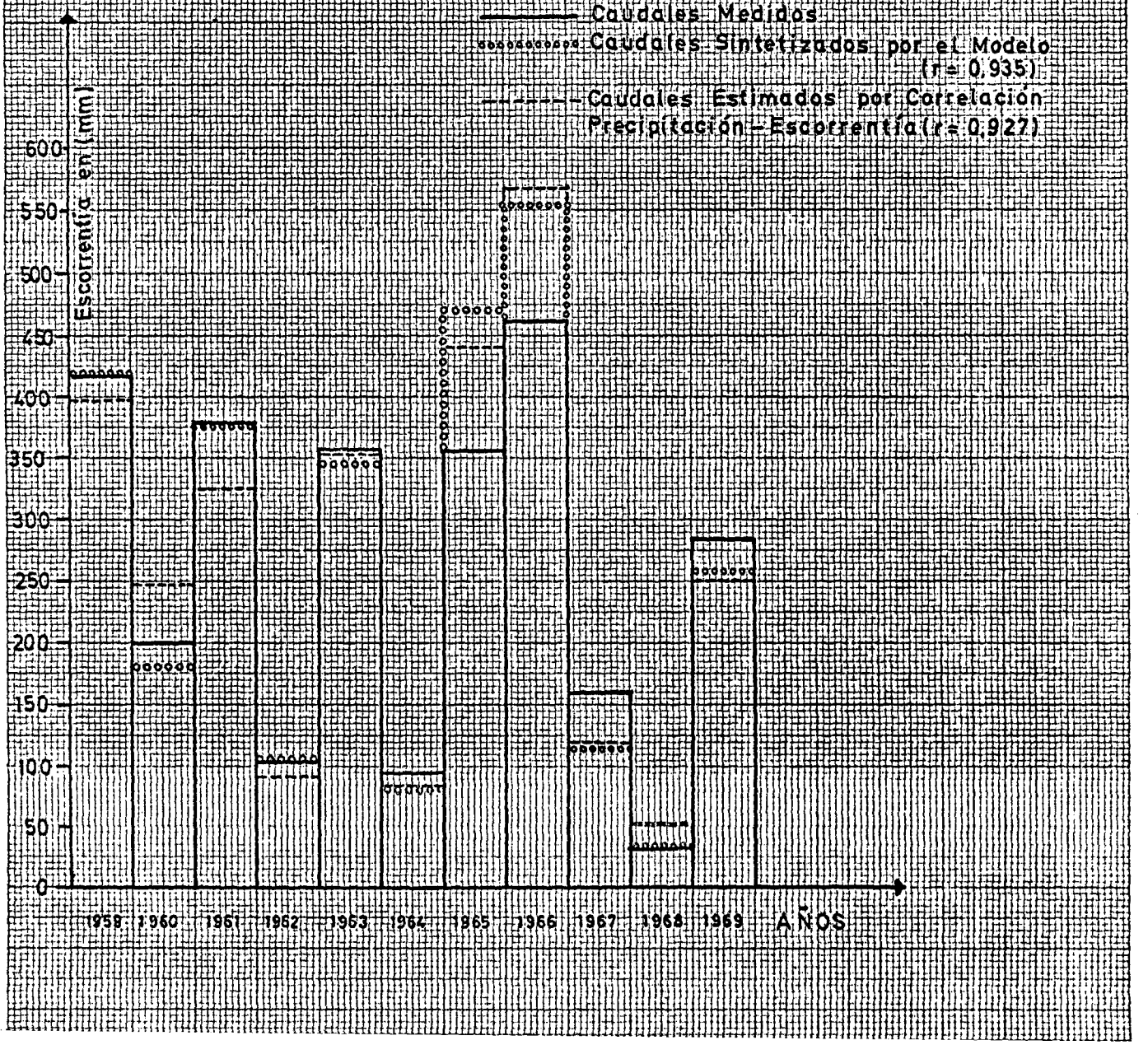
### CAUDALES GENERADOS ESTERO LOS PUERCOS EN M3/SEG

| PERIODO | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | PROM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942-1943 | 0.26 | 4.45 | 6.76 | 19.11 | 18.13 | 5.15 | 3.12 | 4.13 | 1.18 | 0.67 | 0.47 | 0.39 | 5.49 |
| 1943-1944 | 0.36 | 2.44 | 7.13 | 4.56 | 4.31 | 18.68 | 0.13 | 0.38 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 3.18 |
| 1944-1945 | 0.22 | 1.91 | 16.95 | 2.59 | 18.23 | 2.73 | 5.89 | 0.96 | 0.43 | 0.43 | 0.90 | 0.32 | 4.30 |
| 1945-1946 | 0.32 | 1.57 | 0.25 | 4.15 | 3.52 | 2.58 | 0.02 | 0.59 | 0.00 | 0.21 | 0.05 | 0.00 | 1.10 |
| 1946-1947 | 0.21 | 1.08 | 3.02 | 6.68 | 2.61 | 1.37 | 0.65 | 0.28 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 1.34 |
| 1947-1948 | 0.58 | 2.45 | 11.86 | 6.65 | 3.02 | 5.26 | 1.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.61 |
| 1948-1949 | 1.28 | 2.23 | 4.76 | 18.44 | 3.28 | 7.12 | 1.14 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.19 | 0.25 | 3.23 |
| 1949-1950 | 0.06 | 17.71 | 18.38 | 3.24 | 4.63 | 1.58 | 0.55 | 0.36 | 0.58 | 0.14 | 0.12 | 0.26 | 3.97 |
| 1950-1951 | 4.27 | 14.23 | 12.92 | 1.99 | 9.35 | 4.64 | 1.22 | 3.13 | 0.00 | 0.25 | 0.03 | 0.02 | 4.33 |
| 1951-1952 | 0.14 | 2.68 | 27.87 | 36.22 | 11.37 | 14.74 | 4.74 | 3.58 | 1.79 | 1.12 | 0.83 | 0.68 | 8.81 |
| 1952-1953 | 0.30 | 7.64 | 12.21 | 8.83 | 2.32 | 5.72 | 2.43 | 0.01 | 0.01 | 0.23 | 0.00 | 0.01 | 3.31 |
| 1953-1954 | 0.50 | 11.26 | 6.66 | 11.81 | 14.43 | 30.42 | 9.12 | 4.44 | 2.99 | 1.73 | 1.26 | 0.71 | 7.94 |
| 1954-1955 | 1.21 | 2.40 | 16.95 | 18.80 | 5.41 | 4.09 | 1.12 | 0.68 | 0.52 | 0.27 | 0.42 | 0.11 | 4.33 |
| 1955-1956 | 0.20 | 0.56 | 12.62 | 2.45 | 5.72 | 1.59 | 0.30 | 0.03 | 0.23 | 0.43 | 0.00 | 0.82 | 2.09 |
| 1956-1957 | 0.66 | 4.60 | 2.18 | 14.73 | 5.38 | 3.08 | 1.57 | 0.10 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 2.70 |
| 1957-1958 | 0.13 | 9.54 | 3.08 | 8.96 | 7.13 | 2.85 | 1.28 | 0.00 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 2.76 |
| 1958-1959 | 0.19 | 13.60 | 13.66 | 0.56 | 7.40 | 8.99 | 0.00 | 1.24 | 0.17 | 0.77 | 0.00 | 0.47 | 3.92 |
| 1959-1960 | 7.68 | 8.57 | 19.72 | 23.43 | 11.16 | 6.45 | 4.89 | 1.62 | 1.00 | 1.21 | 0.45 | 0.63 | 7.23 |
| 1960-1961 | 0.17 | 0.45 | 8.94 | 5.74 | 4.34 | 4.37 | 1.50 | 0.29 | 0.00 | 0.36 | 0.00 | 0.51 | 2.22 |
| 1961-1962 | 0.00 | 0.43 | 10.24 | 9.47 | 11.36 | 20.04 | 3.60 | 1.73 | 1.07 | 0.68 | 0.48 | 0.29 | 4.95 |
| 1962-1963 | 0.29 | 0.47 | 5.03 | 1.40 | 2.42 | 1.74 | 0.29 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.98 |
| 1963-1964 | 0.12 | 1.47 | 4.14 | 13.02 | 16.03 | 16.39 | 3.99 | 3.78 | 0.89 | 0.73 | 0.40 | 0.33 | 5.11 |
| 1964-1965 | 0.18 | 0.23 | 2.12 | 3.07 | 5.15 | 0.56 | 0.06 | 0.09 | 0.66 | 0.00 | 0.44 | 0.00 | 1.04 |
| 1965-1966 | 2.48 | 4.32 | 3.85 | 31.29 | 32.59 | 10.91 | 6.47 | 4.89 | 2.62 | 1.64 | 1.16 | 0.67 | 8.57 |
| 1966-1967 | 1.02 | 1.04 | 23.05 | 15.88 | 8.63 | 2.83 | 3.15 | 1.05 | 0.87 | 0.41 | 0.39 | 0.15 | 4.87 |
| 1967-1968 | 0.11 | 3.00 | 3.14 | 4.71 | 2.21 | 2.55 | 1.50 | 0.18 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.05 | 1.46 |
| 1968-1969 | 0.26 | 0.03 | 1.04 | 0.54 | 0.92 | 0.87 | 0.54 | 0.28 | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.41 |
| 1969-1970 | 0.70 | 3.16 | 15.96 | 6.16 | 5.40 | 1.94 | 1.34 | 0.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 2.92 |
| 1970-1971 | 0.00 | 0.08 | 5.39 | 12.10 | 2.93 | 3.51 | 1.16 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 2.10 |
| 1971-1972 | 0.77 | 1.80 | 8.37 | 7.25 | 4.46 | 1.66 | 0.91 | 0.00 | 1.00 | 0.04 | 0.00 | 0.41 | 2.22 |
| 1972-1973 | 0.23 | 17.64 | 36.07 | 23.49 | 33.69 | 23.46 | 9.53 | 5.56 | 3.10 | 1.98 | 1.40 | 0.81 | 13.08 |
| 1973-1974 | 0.61 | 5.61 | 4.53 | 12.89 | 1.50 | 0.89 | 4.01 | 0.02 | 0.08 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 2.51 |
| 1974-1975 | 0.00 | 12.62 | 37.99 | 10.81 | 8.11 | 5.03 | 3.13 | 1.39 | 0.86 | 0.55 | 0.42 | 0.23 | 6.76 |
| 1975-1976 | 0.65 | 3.74 | 8.69 | 17.21 | 6.18 | 1.11 | 0.96 | 0.52 | 0.11 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 3.27 |

# CUENCA RIO PURAPEL EN NIRIVILO

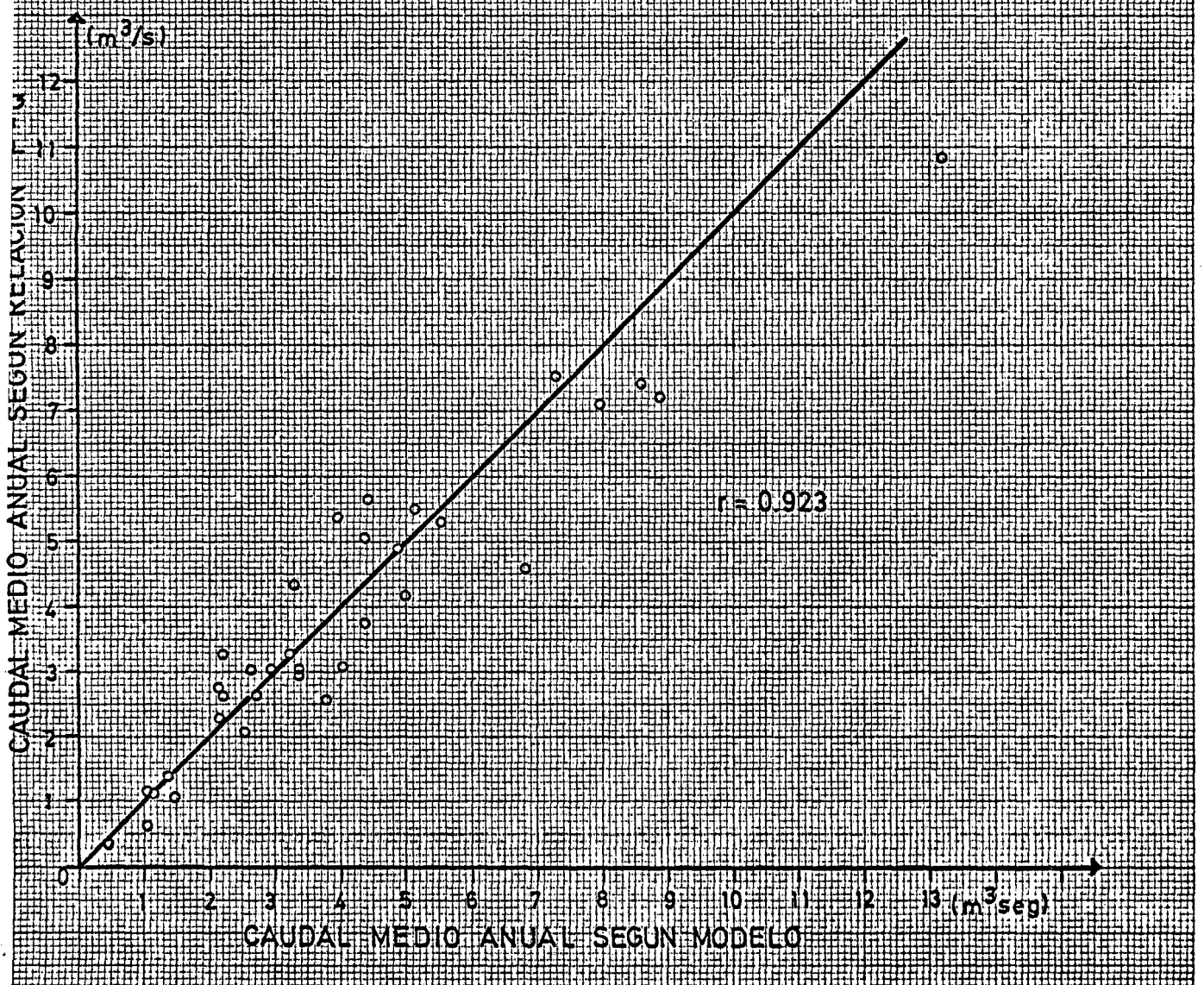
## CAUDALES MEDIOS ANUALES

fig. 3-5



# ESTERO LOS PUERCOS

fig. 3·6



Con los valores mensuales generados, se realizaron análisis de frecuencia gráficos para todos los meses y se construyeron las curvas de variación estacional que aparecen graficadas en la figura 3.7.

Finalmente, con los valores de caudales anuales de la Tabla 3.6 se realizó un análisis de frecuencia gráfico (figura 3.8). De acuerdo con la curva ajustada se obtienen los valores de la tabla 3.7 para los caudales anuales del estero Los Puercos, con distintas probabilidades de excedencia.

TABLA 3.7

ESCORRENTIA MEDIA ANUAL: HOYA ESTERO LOS PUERCOS

| Probabilidad de Excedencia (%) | Caudal medio anual ($m^3$/seg) |
|---|---|
| 10 | 8,0 |
| 20 | 5,9 |
| 50 | 3,3 |
| 70 | 2,3 |
| 85 | 1,4 |
| 90 | 1,1 |

## 3.4 Recursos de agua Río Claro en Itahue

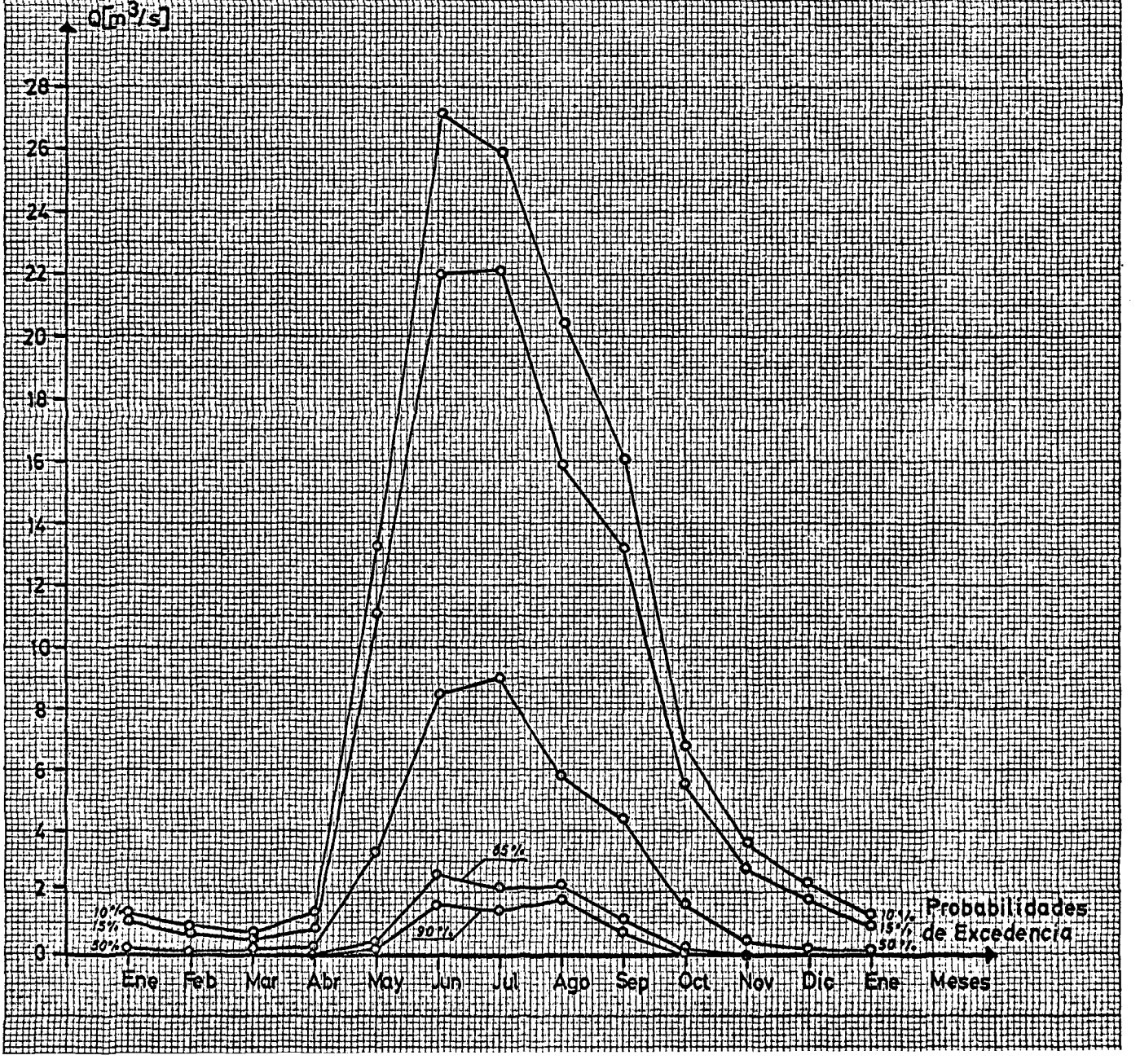
La evaluación de recursos en el Río Claro en Itahue se hizo basándose en la estadística fluviométrica original de Río Claro en Camarico, ya que esta estación se encuentra ubicada a 5 Kms. aguas abajo aproximadamente de la localidad de Itahue, no existiendo en este tramo ningún tributario ni extracción significativa.

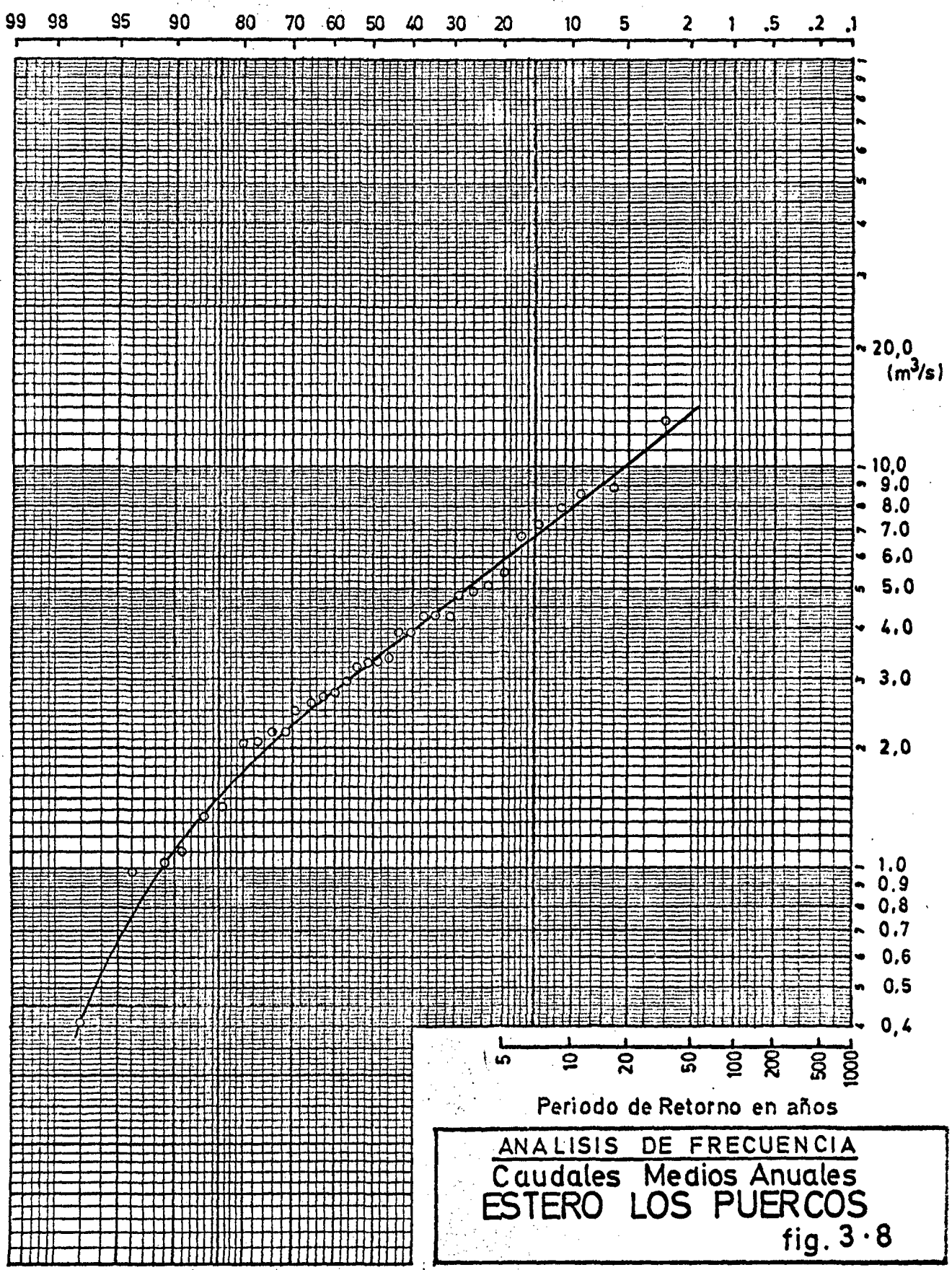
Esta evaluación se hizo con el objetivo de determinar los recursos de agua posibles de trasvasar al Valle de Penca-

# CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL ESTERO LOS PUERCOS

## Caudales Medios Mensuales ($m^3/s$)

Fig. 3.7






ANALISIS DE FRECUENCIA

Caudales Medios Anuales

ESTERO LOS PUERCOS

fig. 3·8

hue durante los meses de Abril a Enero (*) para acumularlas en un embalse ubicado en el Estero Litú al Noreste de dicho valle.

Metodología de evaluación de recursos

La evaluación de recursos en el Río Claro en Itahue se hizo en forma paramétrica considerando diferentes volúmenes a embalsar en el Embalse Litú.

i) Recursos de agua. Como se indicó anteriormente, se usó la estadística de Río Claro en Camarico, modificada por la extracción del Canal San Rafael, única extracción ubicada en el Río Claro entre Camarico y su confluencia con el Río Maule.

El Canal San Rafael tiene una capacidad máxima de 40 $m^3$/seg. Para estimar los recursos necesarios para este canal, se utilizó su capacidad máxima en conjunto con una distribución estacional de la demanda determinada de acuerdo a la tasa de riego considerada para el proyecto Maule Norte. En la tabla 3.7A aparecen las necesidades consideradas para el Canal San Rafael.

TABLA 3.7A

DEMANDAS CANAL SAN RAFAEL ($m^3$/seg)

| | |
|---|---|
| Septiembre | 0,12 |
| Octubre | 2,64 |
| Noviembre | 3,20 |
| Diciembre | 4,0 |
| Enero | 4,0 |
| Febrero | 3,28 |
| Marzo | 2,6 |
| Abril | 1,4 |

(*) Nota: Se consideró sólo el período Abril a Enero de tal forma de dejar dos meses libres para la limpia del canal alimentador. Estos dos meses se hicieron coincidir con aquellos de menor disponibilidad de recursos en el Río Claro.

En la Tabla 3.8 aparecen los caudales medios mensuales históricos disponibles para ser trasvasados al Valle de Pencahue. Dichos caudales se calcularon restando a la estadística original de Río Claro en Camarico, la demanda mensual del Canal Sn. Rafael que aparece en la Tabla 3.7A.

ii) Análisis Paramétrico. El Análisis se hizo considerando, paramétricamente, distintos volúmenes a ser trasvasados hacia el Embalse Litú. El caudal mínimo continuo a captar durante 10 meses, para cada volumen considerado, aparece en la tabla 3.9. Si durante los 10 meses (Abril a Enero) el caudal disponible en el río Claro (tabla 3.8) es suficiente, la capacidad necesaria del canal alimentador estará dada por los caudales mínimos de la tabla 3.9.

Si en alguno de los meses, los recursos del río Claro no alcanzan a suplir los caudales mínimos, se calcula el exceso de caudal que es necesario captar en forma continua en los demás meses, para alcanzar el mismo volumen de trasvase. Con esto se determina en cada año la capacidad necesaria del canal alimentador, o bien se determina que no es posible trasvasar el volumen considerado, lo que indica una falla.

## TABLA 3.8

## RECURSOS DISPONIBLES RIO CLARO EN ITAHUE ($m^3$/seg)

| Año | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942-43 | 9,0 | 19,6 | 29,1 | 24,7 | 87,6 | 27,0 | 27,3 | 29,5 | 16,3 | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | 15,3 | 17,8 | 18,9 | 10,3 | 0,23 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 48 | 3,22 | 10,1 | 15,4 | 66,3 | 23,8 | 35,0 | 24,3 | 17,6 | 6,2 | 1,24 | 0,72 | 4,01 |
| 49 | 2,39 | 46,6 | 53,0 | 16,7 | 13,9 | 9,1 | 4,49 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 50 | 9,3 | 44,0 | 32,2 | 15,6 | 34,6 | 44,1 | 20,0 | 22,5 | 10,1 | 2,18 | 1,71 | 2,99 |
| 51 | 3,09 | 7,59 | 55,1 | 74,7 | 32,8 | 36,3 | 18,8 | 13,3 | 14,3 | 3,45 | 2,23 | 2,05 |
| 52 | 4,07 | 29,5 | 31,7 | | 15,9 | 17,9 | 12,3 | 5,1 | 2,82 | 1,22 | 0,0 | 0,0 |
| 53 | 0,71 | 32,0 | 18,1 | 41,5 | 102,0 | 105,9 | 37,9 | 29,6 | 21,2 | 8,3 | 4,53 | 3,81 |
| 54 | 9,2 | 9,95 | 43,1 | 43,9 | 28,9 | 24,0 | 9,3 | 10,4 | 4,94 | 0,01 | 0,0 | 0,0 |
| 55 | 1,38 | 7,24 | 42,2 | 19,1 | 22,9 | 28,5 | 9,3 | 6,6* | 3,76 | 1,83 | 0,63 | 1,34 |
| 56 | 2,76 | 9,29 | 8,08 | 16,2 | | | 19,4 | | 4,88 | 2,38 | 1,91 | 0,0 |
| 57 | 0,58 | | 16,7 | | | | 12,0 | 13,5 | 5,79 | 0,0 | 0,0 | |
| 58 | | | | | 53,9 | 31,4 | | 16,7 | 2,79 | 5,75 | 2,73 | 2,68 |
| 59 | 41,2 | 32,4 | 39,0 | 61,8 | 39,2 | 48,3 | 15,1 | 12,5 | 3,78 | 3,63 | 3,10 | 3,34 |
| 60 | 4,27 | 5,25 | 19,1 | 22,6 | 19,2 | 18,0 | 15,2 | 10,2 | 3,52 | 1,24 | 0,0 | 9,50 |
| 61 | 3,15 | 3,23 | 14,0 | 30,1 | 29,0 | 82,4 | 44,8 | 17,0 | 7,3 | 1,46 | 2,27 | 2,68 |
| 62 | 3,18 | 4,03 | 17,4 | 13,5 | 16,7 | 8,19 | 15,4 | 8,8 | 4,73 | 0,33 | 0,0 | 1,95 |
| 63 | 3,44 | 5,49 | 8,82 | 44,9 | 22,3 | 61,6 | 36,0 | 46,4 | 22,4 | 7,8 | 3,71 | 6,52 |
| 64 | 6,06 | 6,61 | 11,4 | 16,7 | 20,3 | 19,0 | 7,7 | 6,9 | 14,4 | 1,17 | 0,70 | 0,48 |
| 65 | 10,9 | 46,5 | 37,7 | 98,1 | 108,0 | 29,1 | 30,9 | 21,2 | 16,3 | 7,7 | 6,82 | 7,40 |
| 66 | 11,3 | 13,6 | 73,8 | 59,4 | 30,7 | 28,6 | 12,5 | 14,9 | 17,5 | 3,82 | 2,46 | 3,71 |
| 67 | 3,84 | 8,0 | 10,2 | 12,6 | 12,3 | 14,0 | 14,8 | 9,5 | 3,95 | 0,01 | 0,0 | 0,0 |
| 68 | 1,49 | 3,42 | 3,15 | 2,64 | 3,85 | 3,0 | 0,48 | 0,0 | 0,0 | 0,0* | 0,0 | 0,0 |
| 69 | 0,86 | 11,3 | 56,0 | 27,9 | 26,8 | 12,7 | 0,77 | 4,9 | 2,68 | 0,25 | 0,0 | 0,33 |
| 70 | 1,35 | 5,3 | 15,9 | 29,7 | 21,5 | 15,0 | 10,1* | 7,2 | 2,23 | 0,11 | 0,0 | 0,0 |
| 71 | 1,6 | 10,4 | 36,4 | 35,8 | 31,0 | 17,5 | 9,4 | 4,23 | 2,41 | 0,0 | 0,0 | 1,05 |
| 72 | 2,98 | 88,9 | | | | | | | | 1,24 | 1,76 | 3,5 |
| 73 | 3,79 | 10,5 | 15,1 | 40,6 | 24,0 | | 14,4 | 7,8 | 3,16 | 9,19 | 0,22 | 1,38 |
| 74 | 2,9 | 30,5 | 52,1 | | | 18,7 | 9,2 | 7,6 | 3,99 | 2,73 | 0,19 | 2,0 |
| 75 | 7,25 | 16,3 | 21,5 | 53,9 | 28,2 | 18,6 | 7,4 | 13,0 | 4,98 | 0,96 | 0,89 | 1,35 |

Nota: (*) Valores interpolados

TABLA 3.9

| Volumen a trasvasar a Embalse Litú (millones $m^3$) | Caudal mínimo continuo ($m^3$/seg) |
|---|---|
| 30 | 1,1 |
| 60 | 2,3 |
| 90 | 3,4 |
| 120 | 4,5 |
| 150 | 5,7 |
| 180 | 6,8 |
| 210 | 7,9 |
| 240 | 9,1 |

En la Tabla 3.10 aparecen las capacidades necesarias de canal, en función de los distintos volúmenes totales a trasvasar hacia Litú, para cada año de estadística. En dicha tabla se indican con un punto las posibilidades falladas (no hay suficientes recursos para trasvasar el volumen indicado); los huecos indican que no hay información fluviométrica.

Finalmente, en algunos de los años con información incompleta (1942-43; 1947-48; 1952-53; 1956-57; 1957-58; 1958-59; 1972-73; 1973-74 y 1974-75) el cálculo de la tabla 3.10 se hizo en forma parcial o total, dependiendo de los valores que faltaran y de si se estimaba que éstos constituían o no una limitante, para el caudal continuo que cada volumen de trasvase requería.

TABLA 3.10

CAPACIDAD MAXIMA CANAL ALIMENTADOR EN B.T.($m^3$/seg)

| Año | Volumen embalsado mill $m^3$ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 |
| 1943-44 | 1,1 | 2,3 | 3,4 | 4,5 | 5,7 | 6,8 | | |
| 1944-45 | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | |
| 48 | 1,1 | 2,4 | 3,7 | 5,1 | 6,6 | 8,2 | 9,8 | 11,7 |
| 49 | 1,4 | 3,6 | 5,0 | 7,3 | 9,6 | 12,5 | 15,8 | 21,0 |
| 50 | 1,1 | 2,3 | 3,5 | 4,8 | 6,1 | 7,3 | 8,6 | 9,9 |
| 51 | 1,1 | 2,3 | 3,4 | 4,9 | 6,3 | 7,7 | 9,3 | 11,0 |
| 52 | 1,1 | 2,4 | 3,7 | 5,4 | 7,3 | 9,2 | 11,0 | 13,1 |
| 53 | 1,2 | 2,4 | 3,7 | 5,0 | 6,2 | 7,5 | 8,8 | 10,2 |
| 54 | 1,3 | 2,5 | 3,8 | 5,1 | 6,5 | 7,9 | 9,4 | 11,8 |
| 55 | 1,1 | 2,4 | 3,9 | 5,5 | 7,2 | 9,5 | 12,3 | 15,2 |
| 56 | 1,3 | 2,3 | 3,6 | 5,1 | | | | |
| 57 | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | |
| 59 | 1,1 | 2,3 | 3,4 | 4,8 | 6,2 | 7,6 | 9,0 | 10,44 |
| 60 | 1,1 | 2,4 | 3,7 | 5,2 | 7,1 | 9,0 | 11,0 | 13,29 |
| 61 | 1,1 | 2,4 | 3,8 | 5,4 | 7,0 | 8,8 | 10,7 | 12,63 |
| 62 | 1,2 | 2,5 | 3,8 | 5,5 | 7,4 | 9,7 | 12,6 | 16,31 |
| 63 | 1,1 | 2,3 | 3,4 | 4,7 | 6,0 | 7,4 | 9,0 | 10,86 |
| 64 | 1,1 | 2,4 | 3,7 | 4,9 | 6,2 | 7,9 | 10,2 | 12,74 |
| 65 | 1,1 | 2,3 | 3,4 | 4,5 | 5,7 | 6,8 | 8,0 | 9,23 |
| 66 | 1,1 | 2,3 | 3,4 | 4,6 | 5,9 | 7,2 | 8,4 | 9,67 |
| 67 | 1,3 | 2,5 | 3,8 | 5,4 | 7,0 | 8,7 | 11,0 | • |
| 68 | 1,9 | • | • | • | • | • | • | |
| 69 | 1,4 | 3,0 | 4,9 | 7,2 | 9,5 | 11,9 | 15,4 | 19,12 |
| 70 | 1,3 | 2,7 | 4,3 | 6,1 | 8,1 | 10,5 | 13,3 | 16,84 |
| 71 | 1,3 | 2,7 | 4,3 | 6,2 | 8,1 | 10,3 | 12,9 | 15,69 |
| 72 | 1,1 | | | | | | | |
| 73 | 1,1 | 2,4 | 3,7 | 5,3 | 7,0 | 8,7 | 10,6 | 12,87 |
| 74 | 1,1 | 2,3 | 3,6 | 5,1 | 6,7 | 8,5 | 10,6 | 12,87 |
| 75 | 1,2 | 2,4 | 3,7 | 4,9 | 6,1 | 7,9 | 9,8 | 11,73 |

## 3.5 RECURSOS DE AGUA RIO LIRCAY. ESTERO LAS CHILCAS Y ESTERO PANGUE

### 3.5.1 Introducción

El Río Lircay se extiende de Este a Oeste entre los 71º y 71º40' de longitud Oeste aproximadamente, recorriendo cerca de 70 Kms. desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Río Claro al Norte de la ciudad de Talca. Drena un área de 1.148 $Km^2$ aproximadamente de los cuales un 50% corresponde a terrenos con fuerte pendiente no aptos para la agricultura y ubicados al Oriente del Canal Maule Norte, y el resto corresponde a terrenos más bien planos aptos para la agricultura.

Los Esteros Las Chilcas y Pangue están ubicados inmediatamente al Norte del Río Lircay. Estos esteros se unen formando el Estero Panguilemo que después de recorrer 3 Kms. desemboca en el Río Claro. Estos esteros presentan cuencas bajas siendo su mayor parte terrenos planos aptos para la agricultura. En conjunto drenan un área de 648 $Km^2$.

Tanto el Río Lircay como los esteros Las Chilcas y Pangue tienen un régimen netamente pluvial con crecidas en la temporada de invierno.

Los recursos de agua para el riego de la zona, se obtienen principalmente del Río Maule a través del Canal Maule Norte; desde el Río Lontué a través de los Canales Pelarco, Buena Unión, Cumpeo y Purísima y del Río Claro.

El objetivo de este estudio es evaluar los recursos de agua disponibles en la temporada de riego en la zona baja del Río Lircay y los Esteros Pangue y Chilcas, para captarlos y a través de un sistema de canales trasvasar-

los al Valle de Pencahue. Estos recursos de agua provienen casi en su totalidad de derrames y recuperaciones de la zona de riego.

Los puntos en los cuales se necesita evaluar recursos son los siguientes:

- Río Lircay en La Higuera. Denominaremos así al lugar de ubicación de la B.T. en el Río Lircay, aún cuando la evaluación de recursos se hará en Panamericana. Esto último considerando que las quebradas y afluentes al Río Lircay entre la Higuera y Panamericana se producen por la ribera norte y pueden ser captados por el canal que se desarrollaría desde el Lircay.
- Zona Baja Estero Pangue y Estero Las Chilcas. Estos lugares quedan ubicados antes de la confluencia de estos esteros, pero se evaluarán recursos en su confluencia, ya que al igual que en el caso del canal del Río Lircay, los canales que captan las aguas de estos esteros pueden capten los recursos entre la B.T. y la confluencia de estos afluentes.

### 3.5.2 Metodología de evaluación de recursos de agua

Los recursos de agua de la parte baja del Río Lircay y los Esteros Pangue y Chilcas en desembocadura, en la temporada de primavera-verano provienen fundamentalmente de derrames y recuperaciones de riego; no existen estaciones fluviométricas de control en los puntos de interés mencionados en 3.5.1.

Para la evaluación de los recursos se eligió un sistema compuesto por las cuencas del Río Lircay, los esteros Pangue y Chilcas y la hoya intermedia del Río Claro compren-

dida entre las estaciones fluviométricas de Río Claro en Camarico y Río Claro en Talca. Este sistema se esquematiza en la figura 3.9.

Se estableció una relación entre las salidas del sistema evaluadas de dos maneras diferentes:

i) Salidas evaluadas por diferencias según la siguiente relación:

$$Sm = CT + CHLT - CC$$

en que:

CT : Volumen escurrido en Río Claro en Talca
CHLT : Volumen generado por la Central Hidroeléctrica Lircay-Talca.
CC : Volumen escurrido en Río Claro en Camarico menos la demanda del Canal San Rafael.

ii) Salidas evaluadas mediante un Indice de Salida en función de las entradas al sistema:

$$Is = F(CRC, CRL, CMN, P)$$

en que:

CRC : Canales Río Claro
CRL : Canales Río Lontué
CMN : Canal Maule Norte
P : Precipitación.

La relación entre la salida medida por diferencias y el Indice de Salida es una relación múltiple, lineal o cuadrática.

Al graficar la relación definida con la salida medida en ordenadas y el Indice de Salida en abscisas se debe obtener una recta a 45º.

Es conveniente mencionar que no se usó como entrada a la cuenca del Río Lircay la estadística de gastos medios mensuales de la Estación Río Lircay en Puente Las Rastras, ya que esta estación en el período de regadío no registra el régimen natural del río, sino que está influenciada por las descargas aguas arriba de la estación que hacen los Canales Maule Norte Alto y Bajo 1ra. sección para el Canal Maule Norte Bajo (2da. sección) y otros canales con derechos de agua en el Sistema Maule Norte.

El período considerado para el análisis en cuestión, se eligió entre octubre y marzo. Se excluyeron los meses de septiembre y abril, ya que en ellos se produce una precipitación considerable, lo que dificulta la evaluación del coeficiente que afecta a la precipitación y además en esos meses hay recursos suficientes para el regadío.

### 3.5.3 Aplicación de la metodología al sistema propuesto

#### 3.5.3.1 Información disponible

i) Información de salida del sistema:

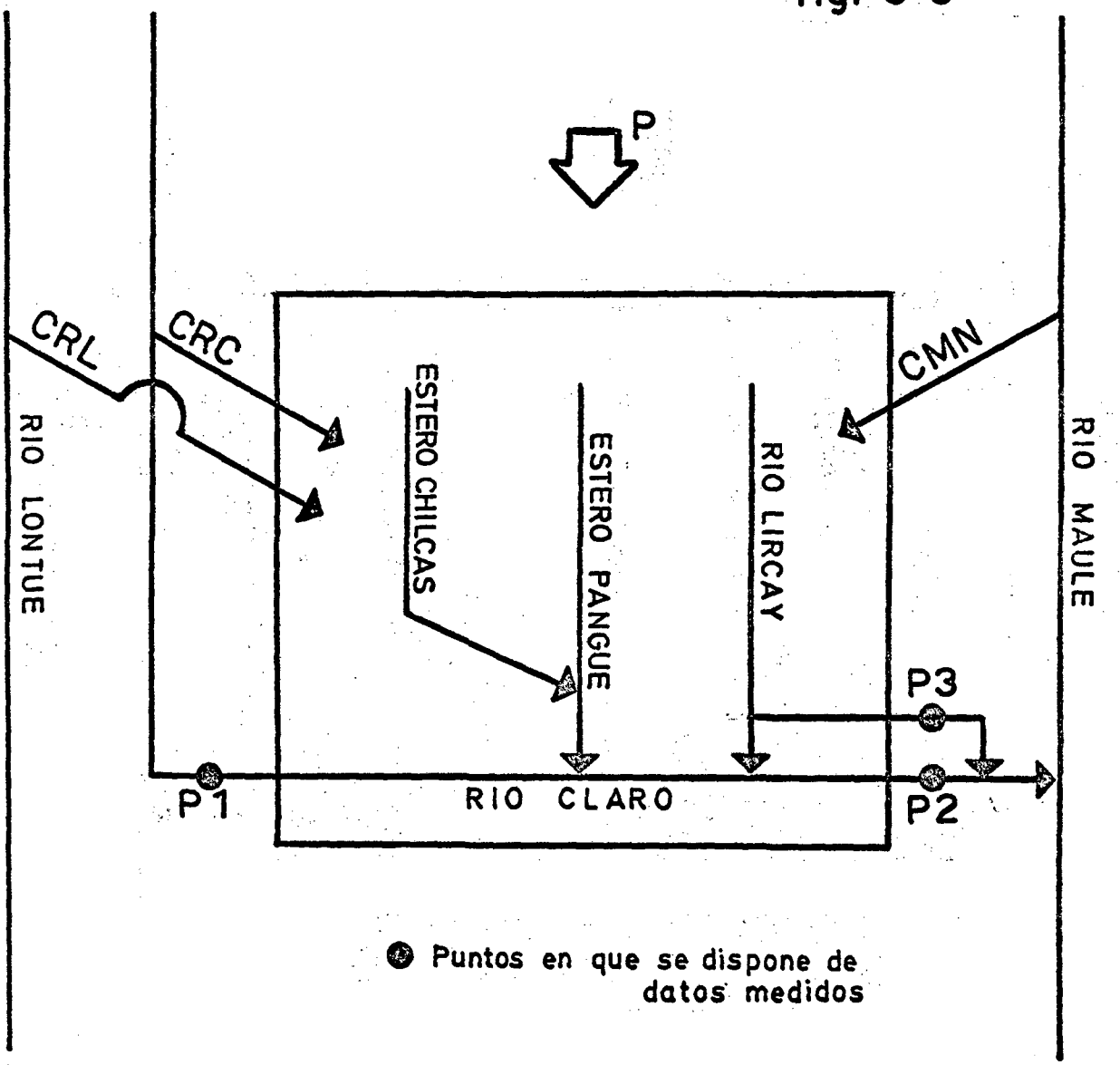
- Estación fluviométrica Río Claro en Talca. Se usó la estadística de gastos medios mensuales proporcionada por la Dirección General de Aguas entre 1958 y 1976 y que aparece en la tabla II.2.

- Estación fluviométrica Río Claro en Camarico. Se usó la estadística de gastos medios mensuales proporcionada por la Dirección General de Aguas entre 1936 y 1976 y que aparecen en la tabla II.1.

- Demanda Canal San Rafael. Se evaluaron en forma similar el punto 3.4 dando un volumen de 51,7 millones de $m^3$ para la temporada octubre-marzo.

# ESQUEMA DEL SISTEMA PARA EVALUACION DE RECURSOS EN EL RIO LIRCAY Y LOS ESTEROS PANGUE Y CHILCAS

fig. 3·9




P = Precipitación
CMN = Canal Maule Norte
CRL = Canales Río Lontué
CRC = Canales Río Claro
P1 = Claro en Camarico menos demanda Canal San Rafael
P2 = Claro en Talca
P3 = Canal Central Hidroeléctrica Lircay-Talca

- Central Hidroeléctrica Lircay-Talca. Se usaron los antecedentes de generación mensual proporcionados por la Compañía General de Electricidad Industrial entre los años 1950 y 1976 y que aparecen en la tabla II.8. Se transformaron estos valores de energía generada a caudal, según la siguiente relación:

$$Q = \frac{E}{8,7\ HT}$$

en que:

Q: Caudal generado en $m^3$/seg.
E: Energía mensual generada en KWH
H: Altura neta de caída en metros
T: Tiempo en horas.

Para el cálculo se usó un valor de H = 10m. Los valores del caudal medio mensual generado aparecen en la Tabla II.9.

ii) Información de entrada al sistema

- Canal Maule Norte. Se usó la estadística de gastos medios mensuales en bocatoma que aparece en la Tabla II.5

- Precipitación. Se usó la estadística de precipitación de la estación pluviométrica de Talca. Estos valores se corrigieron para hacerlos representativos de toda la zona mediante isoyetas con probabilidad de excedencia de 50% (1). En la tabla 3.11 aparecen los coeficientes para las distintas zonas consideradas en el sistema.

Es necesario mencionar que la precipitación se separó en precipitación del período mayo-septiembre y precipitación del período octubre-febrero.

(1) Andre G.,Mario. Pluviometría de las Hoyas Mataquito,Mau-Maule e Itata. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil U. de Chile, 1970.

TABLA 3.11

COEFICIENTES DE CORRECCION. ISOYETAS

Precipitación Talca: 664,7 mm.

| Zona | Isoyetas (mm) | Coef. de corrección |
|---|---|---|
| I | 700 | 1,0 |
| II | 700-800 | 1,128 |
| III | 800-1000 | 1,354 |
| IV | 1000-1200 | 1,655 |
| V | 1200-1600 | 2,106 |
| VI | 1600-2000 | 2,708 |
| VII | 2000-2400 | 3,310 |
| VIII | 2400-1800 | 3,159 |

- Canales desde el Río Lontué. No existen mediciones de caudales captados históricamente en bocatoma por los canales Cumpeo, Purísima y Pelarco-Buena Unión; por lo que fue necesario estimarlos de acuerdo a los derechos de agua que les corresponden, a las disponibilidades de recursos en el Río Lontué y a la demanda del mes de máximo consumo como limitante de capacidad de canales.

a) Derechos de agua. Los derechos de agua de estos canales aparecen en la tabla 3.12.

TABLA 3.12

DERECHOS DE AGUA

| Canales | Acciones |
|---|---|
| Pelarco | 2,20 |
| Cumpeo | 9,68 |
| Purísima | 8,54 |
| TOTAL | 20,42 |

Se consideró que la mitad de la zona regada por el Canal Pelarco-Buena Unión riega parte de la zona ubicada entre los ríos Lontué y Claro. De acuerdo a esto se tomó la mitad de las acciones correspondientes a este canal.

b) Disponibilidad de recursos del Río Lontué. Se constituyó el régimen natural del Río Lontué sumando las estadísticas históricas de las estaciones Palos antes junta con Colorado y Colorado antes junta con Palos. Estas estadísticas aparecen en las Tablas II.6 y II.7.

c) Demanda del mes de máximo consumo. Los Canales del Río Lontué riegan una superficie de 12.990 hás. al sur del Río Claro (2) con una demanda a nivel predial de 1,12 $l/s/m^2$ en el mes de máximo consumo y considerando una pérdida de conducción antes de entrar al sistema de un 20%, se tiene una demanda máxima de 18,19 $m^3/seg.$ en B.T. En la Tabla 3.13 aparece la tasa de riego, la demanda predial y en B.T. de la zona al sur del Río Claro regada por el Río Lontué.

TABLA 3.13

| | Tasa de riego l/s | Demanda Predial $m^3/seg.$ | Demanda en BT $m^3/seg.$ |
|---|---|---|---|
| Octubre | 0,71 | 9,22 | 11,53 |
| Noviembre | 0,71 | 9,22 | 11,53 |
| Diciembre | 1,09 | 14,16 | 17,70 |
| Enero | 1,12 | 14,55 | 18,19 |
| Febrero | 1,02 | 13,25 | 16,56 |
| Marzo | 0,55 | 7,14 | 8,93 |

En la Tabla 3.14 aparecen los caudales captados por los Canales del Río Lontué, que conducen agua a la zona sur del Río Claro.

(2) Mahave, Gastón. Informe Regadío Lontué-Pencahue. Septiembre 1964.

- Canales del Río Claro. Los mismos canales que captan recursos del Río Lontué, tienen derechos eventuales en el Río Claro. No se disponía de antecedentes para evaluar los caudales captados desde el Río Claro; no existe una manera racional de estimarlos tratándose de derechos eventuales; y además estos derechos eventuales no exceden los 5 $m^3$/seg, lo que prácticamente no influye en el total de recursos de entrada al sistema. En definitiva no se consideraron como entrada al sistema.

En las Tablas 3.15 y 3.16 aparecen para los años en que se disponía de información completa los antecedentes en volumen escurrido para el período octubre-marzo de cada uno de los términos que intervienen en la relación planteada, es decir, las salidas medidas y las entradas al sistema respectivamente.

## TABLA 3.14

### CAUDALES CAPTADOS POR CANALES RIO LONTUE EN BOCATOMA
(Pelarco y Buena Unión, Purísima y Cumpeo)

| Año | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. | mill.m$^3$ Vol.Oct-Mar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942-43 | 11,73 | 18,19 | 18,19 | 16,35 | 8,86 | 5,67 | 207,7 |
| 1943-44 | 14,15 | 18,19 | 17,87 | 3,79 | 8,72 | 4,89 | 185,7 |
| 1944-45 | 16,12 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 16,59 | 8,69 | 251,2 |
| 1945-46 | 15,13 | 18,19 | 15,65 | 9,72 | 7,19 | 5,37 | 187,4 |
| 1946-47 | 8,99 | 14,75 | 11,31 | 6,51 | 4,62 | 3,87 | 131,6 |
| 1947-48 | 10,42 | 18,19 | 13,40 | 7,14 | 5,13 | 4,19 | 153,7 |
| 1948-49 | 14,61 | 18,19 | 18,19 | 15,08 | 7,63 | 6,84 | 212,2 |
| 1949-50 | 12,76 | 14,13 | 10,47 | 7,10 | 5,00+ | 4,00+ | 140,7 |
| 1950-51 | 14,78 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 10,91 | 7,19 | 229,8 |
| 1951-52 | 14,31 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 9,42 | 6,53 | 223,2 |
| 1952-53 | 12,13 | 18,19 | 18,19 | 9,34 | 6,47 | 4,92 | 182,2 |
| 1953-54 | 16,40 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 13,0 | 267,3 |
| 1954-55 | 12,91 | 18,19 | 18,19 | 12,48 | 7,56 | 5,41 | 196,7 |
| 1955-56 | 13,09 | 18,19 | 18,19+ | 9,00+ | 6,35 | 4,89 | 183,5 |
| 1956-57 | 16,86 | 18,19 | 17,40 | 9,81 | 7,00+ | 5,00+ | 195,5 |
| 1957-58 | 11,52 | 18,19 | 18,19 | 9,41 | 6,11 | 4,92 | 179,9 |
| 1958-59 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 15,79 | 10,21 | 6,67 | 229,4 |
| 1959-60 | 11,53+ | 11,53+ | 17,70+ | 18,19 | 13,26 | 9,07 | 213,3 |
| 1960-61 | 12,56 | 18,19 | 17,01 | 8,90 | 6,39 | 8,83 | 189,3 |
| 1961-62 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 14,24 | 8,81 | 251,4 |
| 1962-63 | 12,48 | 18,19 | 13,79 | 6,47 | 5,10 | 4,45 | 159,1 |
| 1963-64 | 17,50 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 10,45 | 263,5 |
| 1964-65 | 13,35 | 18,19 | 17,10 | 10,56 | 6,77 | 4,92 | 186,5 |
| 1965-66 | 15,34 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 16,77 | 10,59 | 254,6 |
| 1966-67 | 11,53+ | 11,53+ | 17,70+ | 18,19+ | 16,56 | 8,93+ | 220,9 |
| 1967-68 | 14,33 | 18,19 | 18,19 | 7,56 | 5,43 | 4,75 | 180,4 |
| 1968-69 | 4,75 | 7,63 | 5,22 | 4,59 | 3,80 | 3,44 | 77,2 |
| 1969-70 | 8,11 | 17,33 | 18,19 | 15,0 | 12,0 | 5,53 | 199,4 |
| 1970-71 | 16,32 | 18,03 | 16,96 | 8,79 | 5,81 | 4,55 | 185,7 |
| 1971-72 | 14,03 | 18,19 | 16,46 | 10,21 | 6,56 | 5,65 | 187,2 |
| 1972-73 | 16,3 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 13,05 | 267,2 |
| 1973-74 | 14,0 | 18,19 | 18,19 | 13,93 | 8,85 | 4,5 + | 204,1 |
| 1974-75 | 13,82 | 18,19 | 18,19 | 17,78 | 10,42 | 8,5 + | 228,5 |
| 1975-76 | 12,40 | 18,19 | 18,19 | 16,56+ | 8,93+ | 4,23+ | 206,4 |
| 1976-77 | 16,5 + | 18,19+ | 18,19+ | 14,0 + | 8,0 + | 5,0 + | 213,0 |

(+) Valores estimados

TABLA 3.15

VOLUMENES SALIDAS MEDIDAS EN PERIODO OCTUBRE-MARZO

(millones $m^3$)

| Año | Claro en Talca | Claro en Camarico | Central Lircay Talca | Canal Sn. Rafael | Salida Medida |
|---|---|---|---|---|---|
| 1959-60 | 402,5 | 162,4 | 158,7 | 51,7 | 450,5 |
| 1960-61 | 662,2 | 155,2 | 149,0 | 51,7 | 707,7 |
| 1961-62 | 598,6 | 251,8 | 170,9 | 51,7 | 509,4 |
| 1962-63 | 277,4 | 134,2 | 129,8 | 51,7 | 324,7 |
| 1963-64 | 722,3 | 375,6 | 158,8 | 51,7 | 557,2 |
| 1964-65 | 303,8 | 134,8 | 165,4 | 51,7 | 386,1 |
| 1965-66 | 659,8 | 289,9 | 161,1 | 51,7 | 582,7 |
| 1966-67 | 658,7 | 196,7 | 201,9 | 51,7 | 715,6 |
| 1967-68 | 467,7 | 124,0 | 173,4 | 51,7 | 568,8 |
| 1968-69 | 249,6 | 31,0 | 136,6 | 51,7 | 386,2 |
| 1969-70 | 314,6 | 74,9 | 148,1 | 51,7 | 439,5 |
| 1970-71 | 407,8 | 114,1 | 168,1 | 51,7 | 513,5 |
| 1971-72 | 489,8 | 91,9 | 140,1 | 51,7 | 589,7 |
| 1972-73 | | | | | |
| 1973-74 | | | | | |
| 1974-75 | 633,2 | 119,7 | 9,0 | 51,7 | 574,2 |
| 1975-76 | 590,1 | 126,8 | 0,0 | 51,7 | 515,0 |

TABLA 3.16

ENTRADAS AL SISTEMA EN VOLUMENES

(millones $m^3$)

| Año | P Feb. Oct. | P Sep. May. | Canal Maule Norte | Canales Río Lontué |
|---|---|---|---|---|
| 1959-60 | 325,6 | 1.792,1 | 373,0 | 170,6 |
| 1960-61 | 250,3 | 1.237,8 | 373,1 | 151,4 |
| 1961-62 | 55,4 | 2.035,4 | 376,2 | 201,1 |
| 1962-63 | 41,8 | 737,8 | 478,0 | 127,3 |
| 1963-64 | 310,4 | 2.012,9 | 361,2 | 210,8 |
| 1964-65 | 317,7 | 809,4 | 303,4 | 149,2 |
| 1965-66 | 96,5 | 2.360,3 | 399,1 | 203,7 |
| 1966-67 | 272,1 | 1.781,3 | 456,3 | 176,7 |
| 1967-68 | 158,2 | 1.189,7 | 480,6 | 144,3 |
| 1968-69 | 186,7 | 539,5 | 462,9 | 61,8 |
| 1969-70 | 113,9 | 1.474,4 | 490,0 | 159,5 |
| 1970-71 | 47,5 | 1.385,8 | 512,7 | 148,6 |
| 1971-72 | 204,1 | 1.533,0 | 522,2 | 149,8 |
| 1972-73 | | | | |
| 1973-74 | | | | |
| 1974-75 | 142,4 | 1.858,2 | 558,8 | 182,8 |
| 1975-76 | 82,3 | 1.395,3 | 617,9 | 165,1 |

### 3.5.3.2 Análisis de la relación

Con los antecedentes ya enumerados se realizaron varios ajustes gráficos de los coeficientes de las variables de entrada al sistema. Se usó un sólo coeficiente para afectar a las entradas por canales, tanto del río Lontué como del Río Maule, variándolo entre 0,30 y 0,50. El coeficiente de la precipitación anterior (Mayo-Septiembre) se hizo variar entre 0,05 y 0,15, mientras el coeficiente de la precipitación de temporada se consideró que debía ser similar al coeficiente que afecta las entradas por canales.

Además se hicieron ajustes analíticos por el método de mínimos cuadrados, pero cuidando de analizar el significado físico de los coeficientes de cada variable.

Se intentó separar la precipitación de la temporada octubre-febrero en una precipitación caída en la zona alta y una precipitación caída en la zona baja (de riego). Finalmente se descartó esta idea por la poca influencia que tiene esta variable en la entrada al sistema. También se intentó dar a la precipitación una influencia no lineal obteniéndose valores con mucha dispersión con respecto a la relación buscada.

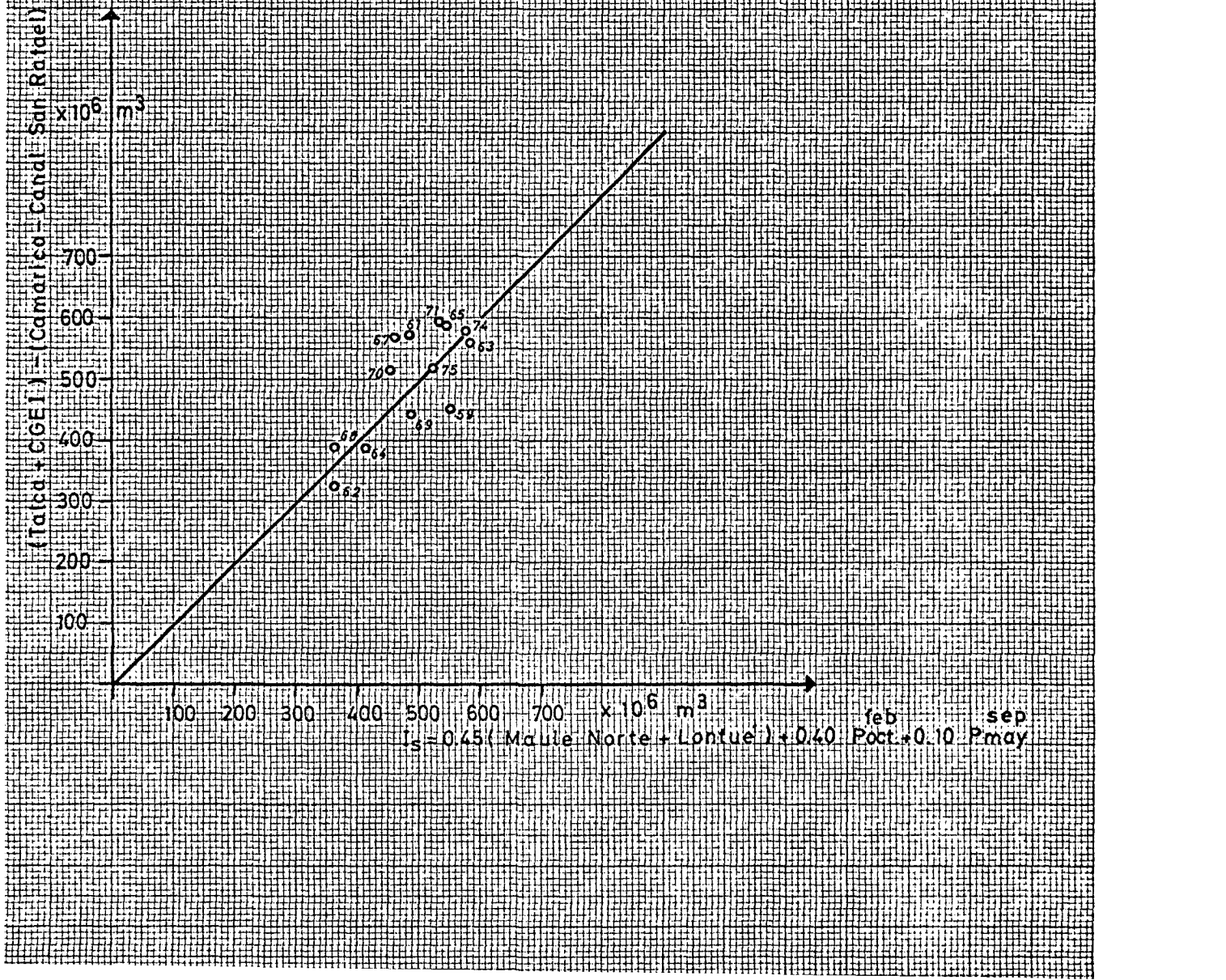
Finalmente se adoptó una relación del tipo:

$$Is = 0,45\ (\text{Maule Norte} + \text{Lontué}) + 0,40\ P_{feb.oct} + 0,10\ P_{sep.may}$$

Esta relación aparece en la figura 3.10 y tiene un coeficiente de correlación de r = 0,73 en torno a la recta a 45º.

# CORRELACION DEFINITIVA ADOPTADA PARA EVALUAR RECURSOS EN EL SISTEMA PROPUESTO

fig. 3·10




$$I_s = 0.45\,(\text{Maule Norte} + \text{Lontué})_{feb} + 0.40\,P_{oct} + 0.10\,P_{may}^{sep}$$

Se eligió esta relación porque los años con escasos recursos de agua, tales como los años 1962-63, 1964-65 y 1968-69 se ubican bien en torno a la recta de relación. Esto es importante ya que se tienen menos errores al evaluar los años con escasos recursos que son los años conflictivos. Es conveniente mencionar que los años 1960-61 y 1966-67 no se incluyeron en la relación, ya que se alejaban mucho de la recta de relación. Esto sucedió en forma sistemática con todas las relaciones que se intentaron. Además, en el año 1966-67 hubo de estimarse todos los aportes desde el Río Lontué por no disponerse de datos de caudal en dicho río, tal como aparece en la tabla 3.14.

En la tabla 3.17 aparecen las dispersiones de los puntos de la relación en porcentaje del valor estimado para los años usados en la relación.

Es conveniente mencionar que en un modelo básico en el cual se está ajustando un índice de salida como función de las entradas al sistema, la suma de los coeficientes que afectan a cada variable del índice debe ser igual a 1. En nuestro caso la suma de los coeficientes es igual a 0,95. Esta diferencia se explica ya que la información para evaluar las variables de entrada era escasa. La precipitación sobre la zona hubo de estimarse según la precipitación de Talca afectada de coeficientes obtenidos de un trazado de isoyetas. No se tenían medidas de caudales conducidos desde el Río Lontué y hubieron de estimarse según necesidades de riego sobre una cierta zona. Además no pudieron evaluarse las eventuales entradas al sistema provenientes del Río Claro. A pesar de las evaluaciones indirectas de las variables de entrada, se obtuvo un coeficiente de 0,95, cercano a 1, lo que indica que en el índice de salida se consideraron prácticamente todas las fuentes de recursos de entrada al sistema.

TABLA 3.17

DISPERSION DE LOS PUNTOS DE LA RELACION

| Año | 1 Valor Estimado | 2 Salida Medida | 1-2 | % |
|---|---|---|---|---|
| 1959-60 | 554,0 | 450,5 | 103,5 | 18,7 |
| 1960-61 | | | | |
| 1961-62 | 485,4 | 569,4 | -84,0 | -17,3 |
| 1962-63 | 362,9 | 324,7 | 38,2 | 10,5 |
| 1963-64 | 582,9 | 557,2 | 25,7 | 4,4 |
| 1964-65 | 411,7 | 386,1 | 25,6 | 6,2 |
| 1965-66 | 545,6 | 582,7 | -37,1 | -6,8 |
| 1966-67 | | | | |
| 1967-68 | 463,5 | 568,8 | -105,3 | -22,7 |
| 1968-69 | 364,7 | 386,2 | -21,5 | -5,9 |
| 1969-70 | 485,3 | 439,5 | 45,8 | 9,4 |
| 1970-71 | 455,2 | 513,5 | -58,3 | -12,8 |
| 1971-72 | 537,3 | 589,7 | -52,4 | -9,8 |
| 1972-73 | | | | |
| 1973-74 | | | | |
| 1974-75 | 576,5 | 574,2 | 2,3 | 0,4 |
| 1975-76 | 524,8 | 515,0 | 8,3 | 1,9 |

Error máximo positivo 18,7
Error máximo negativo -22,7
Error promedio ± 9,8

## TABLA 3.18

## ESTADISTICA SINTETIZADA TEMPORADA OCTUBRE-MARZO

Volumen escurrido = 0,45 (MN + Lontué) + 0,40 $P^{feb}_{oct}$ + 0,1 $P^{sep}_{may}$

| Año | 0,45(MN) | 0,40 Feb P Oct | 0,1 Sep P May | 0,45 Lontué | Salida Estimada | Salida medida |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942-43 | - | 113,9 | 206,9 | 74,8 | - | |
| 1943-44 | 172,0 | 26,6 | 177,5 | 66,9 | 443,0 | |
| 1944-45 | 163,7 | 199,1 | 174,6 | 90,5 | 627,9 | |
| 1945-46 | 147,0 | 83,6 | 93,6 | 67,5 | 391,7 | |
| 1946-47 | 144,5 | 62,5 | 104,4 | 47,4 | 358,8 | |
| 1947-48 | 128,9 | 48,7 | 153,4 | 55,4 | 386,4 | |
| 1948-49 | 118,4 | 61,0 | 155,5 | 76,4 | 422,4 | |
| 1949-50 | 156,5 | 45,8 | 168,2 | 50,7 | 421,2 | |
| 1950-51 | 122,1 | 166,9 | 162,8 | 82,7 | 534,5 | |
| 1951-52 | 127,8 | 40,1 | 266,8 | 80,4 | 515,1 | |
| 1952-53 | 147,8 | 93,2 | 161,5 | 65,6 | 468,1 | |
| 1953-54 | 135,9 | 75,6 | 256,8 | 96,2 | 564,5 | |
| 1954-55 | 173,7 | 42,9 | 174,3 | 70,8 | 461,7 | |
| 1955-56 | - | 90,8 | 117,5 | 66,1 | - | |
| 1956-57 | - | 55,3 | 141,6 | 70,4 | - | |
| 1957-58 | 187,0 | 48,5 | 142,9 | 64,8 | 443,2 | |
| 1958-59 | 156,1 | 145,0 | 174,6 | 82,6 | 558,3 | |
| 1959-60 | 167,9 | 130,2 | 179,2 | 76,8 | | 450,5 |
| 1960-61 | 167,9 | 100,1 | 123,8 | 68,1 | 459,9 | |
| 1961-62 | 169,3 | 22,2 | 203,5 | 90,5 | | 569,4 |
| 1962-63 | 215,1 | 16,7 | 73,8 | 57,3 | | 324,7 |
| 1963-64 | 162,5 | 124,2 | 201,3 | 94,9 | | 557,2 |
| 1964-65 | 136,5 | 127,1 | 80,9 | 67,1 | | 386,1 |
| 1965-66 | 179,6 | 38,6 | 236,0 | 91,7 | | 582,7 |
| 1966-67 | 205,3 | 108,8 | 178,1 | 79,5 | 571,7 | |
| 1967-68 | 216,3 | 63,3 | 119,0 | 64,9 | | 568,8 |
| 1968-69 | 208,3 | 74,7 | 54,0 | 27,8 | | 386,2 |
| 1969-70 | 220,5 | 45,6 | 147,4 | 71,8 | | 439,5 |
| 1970-71 | 230,7 | 19,0 | 138,6 | 66,9 | | 513,5 |
| 1971-72 | 235,0 | 81,6 | 153,3 | 67,4 | | 589,7 |
| 1972-73 | 215,8 | 92,4 | 330,6 | 96,2 | 735,0 | |
| 1973-74 | 230,8 | 102,5 | 130,8 | 73,5 | 537,6 | |
| 1974-75 | 251,5 | 57,0 | 185,8 | 82,3 | | 574,2 |
| 1975-76 | 278,1 | 32,9 | 139,5 | 92,9 | | 515,0 |
| 1976-77 | 279,6 | 200,9 | 91,1 | 76,7 | 648,0 | |

Nota: En los años 1955-56 y 1956-57 no se disponía de antecedentes en el Canal Maule Norte en B.T.

3.5.3.3 Resultados obtenidos

a) Estadística de salida sintetizada total del sistema.

En la tabla 3.18 aparece la estadística sintetizada como salida del sistema según la relación definida en 3.5.3.2 y los valores de cada una de las variables afectadas por los coeficientes respectivos.

La estadística de salida sólo se sintetizó para aquellos años en que no se disponía de valores medidos. Los años 1960-1961 y 1966-67 también se sintetizaron ya que no se usaron los valores medidos según se explicó en 3.5.3.2.

b) Estadística sintetizada total en los puntos de interés.

La estadística sintetizada en el punto a) corresponde a la salida de todo el sistema esquematizado en la figura 3.9. Fue necesario disminuir estos valores considerando que los volúmenes aportantes por la hoya intermedia del Río Claro entre las estaciones fluviométricas de Camarico y Talca no pueden ser captados para conducirlos hacia el Valle de Pencahue. Esta disminución se hizo considerando las corridas de aforo que se realizaron para el período comprendido entre Noviembre de 1976 y Marzo de 1977 y que aparecen en el Anexo IV.

Para ello se tomaron los aforos efectuados en el Río Lircay en Panamericana y en los Esteros Pangue y Chilcas en desembocadura y se consideraron como representativos del caudal mensual escurrido por cada uno de ellos respectivamente. En la tabla 3.19 aparecen estos valores.

TABLA 3.19

AFOROS REALIZADOS EN TEMPORADA NOVIEMBRE 1976-MARZO 1977

| | Oct. | Nov. | Dic. | Ene | Feb | Mar |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Río Lircay en Panamericana | 32,0(1) | 25,0(2) | 17,22 | 10,61 | 9,50 | 15,76 |
| Estero Pangue en Desemboc. | 8,0(1) | 6,04 | 5,2(2) | 4,36 | 7,32 | 7,36 |
| Estero Chilcas en Desemb. | 11,0(1) | 7,81 | 6,2 | 5,10 | 5,87 | 5,70 |
| TOTAL | 51,0 | 38,85 | 28,62 | 20,07 | 22,69 | 28,82 |

Volumen total escurrido 499,8 mill. $m^3$

Volumen sintetizado (Tabla 3.18) 648,0 mill. $m^3$

De acuerdo a la tabla 3.19 el volumen escurrido en los puntos de interés es un 77,1% del volumen escurrido a la salida del sistema. Considerando que no se disponía de aforos en el mes de octubre de 1976 y que podrían ser aún mayores a los estimados, ya que la precipitación en Talca para septiembre-octubre es la más alta en la estadística registrada en la estación (151,5 mm), se adoptó en definitiva una reducción de un 20% para los volúmenes sintetizados como salida del sistema.

c) Distribución de la estadística sintetizada para cada una de las cuencas.

La estadística total sintetizada en los puntos de interés, tomando como base los aforos del pe-

Nota: (1): Valores estimados

(2): Valores estimados por interpretación

ríodo noviembre 1976-marzo 1977, se distribuyó en forma proporcional al volumen escurrido en cada cuenca.

En la tabla 3.20 aparece el volumen total escurrido en cada cuenca y los porcentajes correspondientes.

TABLA 3.20

VOLUMEN ESCURRIDO EN CADA CUENCA (OCT.76-NOV.77)
(calculado seg.los aforos de la temporada)

| | Volumen escurrido mill.$m^3$ | Porcentaje % |
|---|---|---|
| Lircay en Panamericana | 209,3 | 58,1 |
| Estero Pangue en Desembocadura | 100,1 | 20 |
| Estero Chilcas en Desembocadura | 109,4 | 21,9 |
| TOTAL | 499,8 | 100 |

En la Tabla 3.21 aparece la estadística de volúmenes escurridos para la temporada octubre-marzo en cada una de las cuencas. Los valores de la columna total de esta tabla, son los totales de la tabla 4.9 disminuídos en un 20%, conforme a lo explicado en el acápite b).

d) Distribución mensual de los volúmenes de la temporada octubre-marzo para cada cuenca.

i) Río Lircay en la Higuera. La distribución mensual se hizo en forma porcentual según los valores obtenidos en las corridas de aforos. En la tabla 3.22 aparecen los aforos realizados en la temporada nov.76-mar.77 en el Río Lircay en Panamericana (columna 1), los volúmenes mensuales escurridos (columna 2), los porcentajes de cada mes con respecto al total (columna 3) y los porcentajes adoptados (columna 4).

TABLA 3.21

ESTADISTICA DE VOLUMENES ESCURRIDOS EN CADA CUENCA EN MILL $m^3$

| Año | Lincoyen Panameri-cana | Pangue en Desembocadura | Chilcas en Desembocadura | Total |
|---|---|---|---|---|
| 1942-43 | - | - | - | - |
| 1943-44 | 205,9 | 70,9 | 77,6 | 354,4 |
| 1944-45 | 291,8 | 100,5 | 110,0 | 502,3 |
| 1945-46 | 182,1 | 62,7 | 68,6 | 313,4 |
| 1946-47 | 166,8 | 57,4 | 62,9 | 287,0 |
| 1947-48 | 179,6 | 61,8 | 67,7 | 309,1 |
| 1948-49 | 196,3 | 67,6 | 74,0 | 337,9 |
| 1949-50 | 195,8 | 67,4 | 73,8 | 337,0 |
| 1950-51 | 248,4 | 85,5 | 93,6 | 427,6 |
| 1951-52 | 239,4 | 82,4 | 90,2 | 412,1 |
| 1952-53 | 217,6 | 74,9 | 82,0 | 374,5 |
| 1953-54 | 262,4 | 90,3 | 98,9 | 451,6 |
| 1954-55 | 214,6 | 73,9 | 80,9 | 369,4 |
| 1955-56 | - | - | - | - |
| 1956-57 | - | - | - | - |
| 1957-58 | 206,0 | 70,9 | 77,6 | 354,6 |
| 1958-59 | 259,5 | 89,3 | 97,8 | 446,6 |
| 1959-60 | 209,4 | 72,1 | 78,9 | 360,4 |
| 1960-61 | 213,8 | 73,6 | 80,6 | 367,9 |
| 1961-62 | 264,7 | 91,1 | 99,8 | 455,5 |
| 1962-63 | 150,9 | 52,0 | 56,9 | 259,8 |
| 1963-64 | 259,0 | 89,2 | 97,6 | 445,8 |
| 1964-65 | 179,5 | 61,8 | 67,6 | 308,9 |
| 1965-66 | 270,8 | 93,2 | 102,1 | 466,2 |
| 1966-67 | 265,7 | 91,5 | 100,2 | 457,4 |
| 1967-68 | 264,7 | 91,0 | 99,7 | 455,0 |
| 1968-69 | 179,5 | 61,8 | 67,7 | 309,0 |
| 1969-70 | 204,3 | 70,3 | 77,0 | 351,6 |
| 1970-71 | 238,7 | 82,2 | 90,0 | 410,8 |
| 1971-72 | 274,1 | 94,4 | 103,3 | 471,8 |
| 1972-73 | 341,6 | 117,6 | 128,8 | 588,0 |
| 1973-74 | 249,9 | 86,0 | 94,2 | 430,1 |
| 1974-75 | 266,9 | 91,9 | 100,6 | 459,4 |
| 1975-76 | 239,4 | 82,4 | 90,2 | 412,0 |
| 1976-77 | 301,2 | 103,7 | 113,5 | 518,4 |

TABLA 3.22

| | Columna 1 Lircay en Panameric. m3/seg | Columna 2 Volúmenes Mensuales mill m3 | Columna 3 % mensual | Columna 4 % mensual adoptado |
|---|---|---|---|---|
| Octubre | 32,0 (º) | 85,7 | 29,5 | 23,0 |
| Noviembre | 25,0 (º) | 64,8 | 22,3 | 20,0 |
| Diciembre | 17,22 | 46,1 | 15,9 | 17,0 |
| Enero | 10,61 | 28,4 | 9,8 | 12,5 |
| Febrero | 9,50 | 23,0 | 7,9 | 10,5 |
| Marzo | 15,76 | 42,2 | 14,6 | 17,0 |
| Total | | 290,2 | | |

(º) Valores estimados

Para adoptar los valores de la columna 4, se procedió como sigue: se disminuyó el porcentaje del mes de octubre, ya la precipitación de septiembre-octubre de 1976 es la más alta en la estadística de Talca constituyendo una situación extrema. Se aumentaron los porcentajes de enero y febrero de modo que los caudales escurridos en dichos meses fueran iguales o mayores que los caudales generados por la Central Hidroeléctrica Lircay-Talca (Apéndice II, Tabla II.9) que representan los mínimos históricos escurridos por el Río Lircay.

En la tabla 3.23 aparecen los caudales sintetizados en el Río Lircay para la temporada octubre-marzo. Se consideró como límite inferior el caudal generado por la Central Hidroeléctrica Lircay-Talca más un 5%.

## TABLA 3.23

## RIO LIRCAY EN LA HIGUERA
Caudales Medios Mensuales
($m^3$/seg)

| Año | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942-43 | - | - | - | - | - | - |
| 1943-44 | 17,7 | 15,9 | 13,1 | 9,6 | 8,9 | 13,1 |
| 1944-45 | 25,1 | 22,5 | 18,5 | 13,6 | 12,7 | 18,5 |
| 1945-46 | 15,6 | 14,1 | 11,6 | 8,5 | 7,9 | 11,6 |
| 1946-47 | 14,3 | 12,9 | 10,6 | 7,8 | 7,2 | 10,6 |
| 1947-48 | 15,4 | 13,9 | 11,4 | 8,4 | 7,8 | 11,4 |
| 1948-49 | 16,9 | 15,1 | 12,5 | 9,2 | 8,5 | 12,5 |
| 1949-50 | 16,8 | 15,1 | 12,4 | 9,1 | 8,5 | 12,4 |
| 1950-51 | 21,3 | 19,2 | 15,8 | 11,6 | 10,8 | 15,8 |
| 1951-52 | 20,6 | 18,5 | 15,2 | 11,2 | 10,4 | 15,2 |
| 1952-53 | 18,7 | 16,8 | 13,8 | 10,2 | 9,4 | 13,8 |
| 1953-54 | 22,5 | 20,2 | 16,7 | 12,2 | 11,4 | 16,7 |
| 1954-55 | 18,4 | 16,6 | 13,6 | 10,0 | 9,3 | 13,6 |
| 1955-56 | - | - | - | - | - | - |
| 1956-57 | - | - | - | - | - | - |
| 1957-58 | 17,7 | 15,9 | 13,1 | 9,6 | 8,9 | 13,1 |
| 1958-59 | 22,3 | 20,0 | 16,5 | 12,1 | 11,3 | 16,5 |
| 1959-60 | 18,0 | 16,2 | 13,3 | 9,8 | 9,1 | 13,3 |
| 1960-61 | 18,4 | 16,5 | 13,6 | 10,0 | 9,3 | 13,6 |
| 1961-62 | 22,7 | 20,4 | 16,8 | 12,4 | 11,5 | 16,8 |
| 1962-63 | 14,0º | 12,3º | 9,1 | 6,6 | 6,4 | 8,9 |
| 1963-64 | 22,2 | 20,0 | 16,4 | 12,1 | 11,2 | 16,4 |
| 1964-65 | 13,6 | 13,3 | 13,1 | 8,2 | 9,5º | 10,6 |
| 1965-66 | 23,3 | 20,9 | 17,2 | 12,6 | 11,8 | 17,2 |
| 1966-67 | 22,1 | 19,8 | 16,2 | 13,4º | 13,3º | 16,2 |
| 1967-68 | 22,7 | 20,4 | 16,8 | 12,3 | 11,5 | 16,8 |
| 1968-69 | 15,4 | 13,8 | 11,3 | 8,5º | 7,8 | 11,3 |
| 1969-70 | 17,5 | 15,8 | 12,9 | 9,7º | 8,8 | 12,9 |
| 1970-71 | 20,5 | 18,4 | 15,2 | 11,1 | 10,4 | 15,2 |
| 1971-72 | 23,5 | 21,1 | 17,4 | 12,8 | 11,9 | 17,4 |
| 1972-73 | 29,3 | 26,4 | 21,7 | 15,9 | 14,8 | 21,7 |
| 1973-74 | 21,5 | 19,3 | 15,9 | 11,7 | 10,8 | 15,9 |
| 1974-75 | 22,9 | 20,6 | 16,9 | 12,5 | 11,6 | 16,9 |
| 1975-76 | 20,6 | 18,5 | 15,2 | 11,2 | 10,4 | 15,2 |
| 1976-77 | 25,9 | 23,2 | 19,1 | 14,1 | 13,1 | 19,1 |

(º) Valores modificados considerando el límite inferior dado por la Central Hidroeléctrica Lircay-Talca.

ii) Estero Pangue y Estero Las Chilcas.

Para estos esteros se consideró la distribución mensual dada por las corridas de aforo que aparecen en la tabla 3.19.

Los porcentajes de distribución mensual aparecen en la tabla 3.24.

TABLA 3.24

DISTRIBUCION MENSUAL DEL VOLUMEN ESCURRIDO TEMPORADA OCTUBRE-MARZO

(En tanto por ciento)

| | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Est.Pangue | 21,3 | 15,7 | 13,9 | 11,7 | 17,7 | 19,7 |
| Est.Las Chilcas | 26,9 | 18,4 | 15,2 | 12,5 | 13,0 | 14,0 |

En las tablas 3.25 y 3.26 aparecen caudales disponibles en el Estero Pangue y el Estero Las Chilcas en desembocadura respectivamente.

e) Curvas de Variación Estacional.

Se trazaron las curvas de variación estacional para el período Octubre-Marzo.

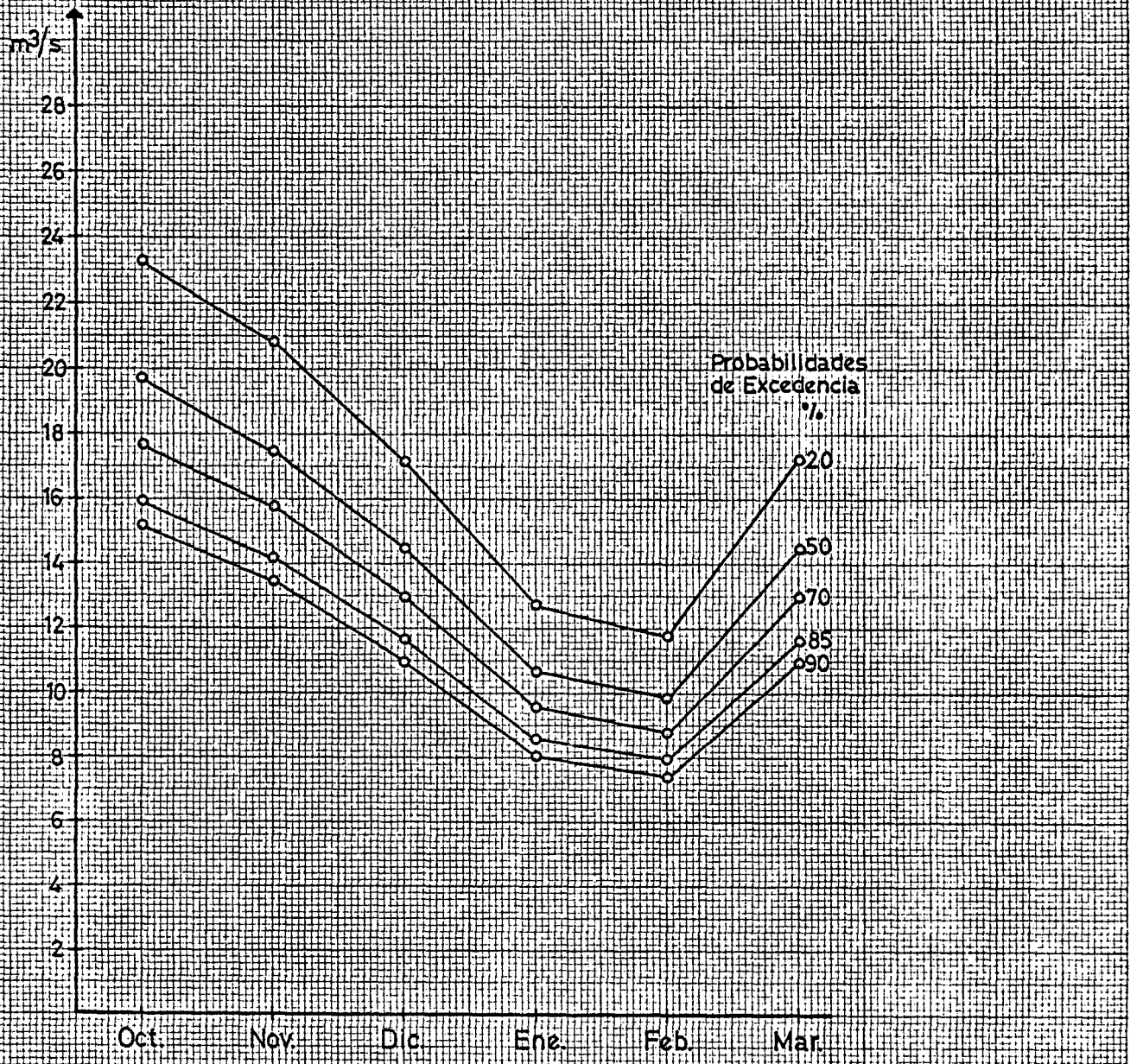
i) Río Lircay en La Higuera. En la figura 3.11 aparecen las curvas de variación estacional para un 90, 85, 70, 50 y 20% de probabilidad de excedencia. Estas curvas se obtuvieron de la estadística sintetizada que aparece en la tabla 3.23.

En la figura 3.12 aparecen graficados los caudales generados por la Central Hidroeléctrica Lircay-Talca para el período 1950-1975 y los caudales disponibles en el Río Lircay en la Higuera sintetizados para los meses de octubre a marzo.

# CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

Rio Lircay en La Higuera

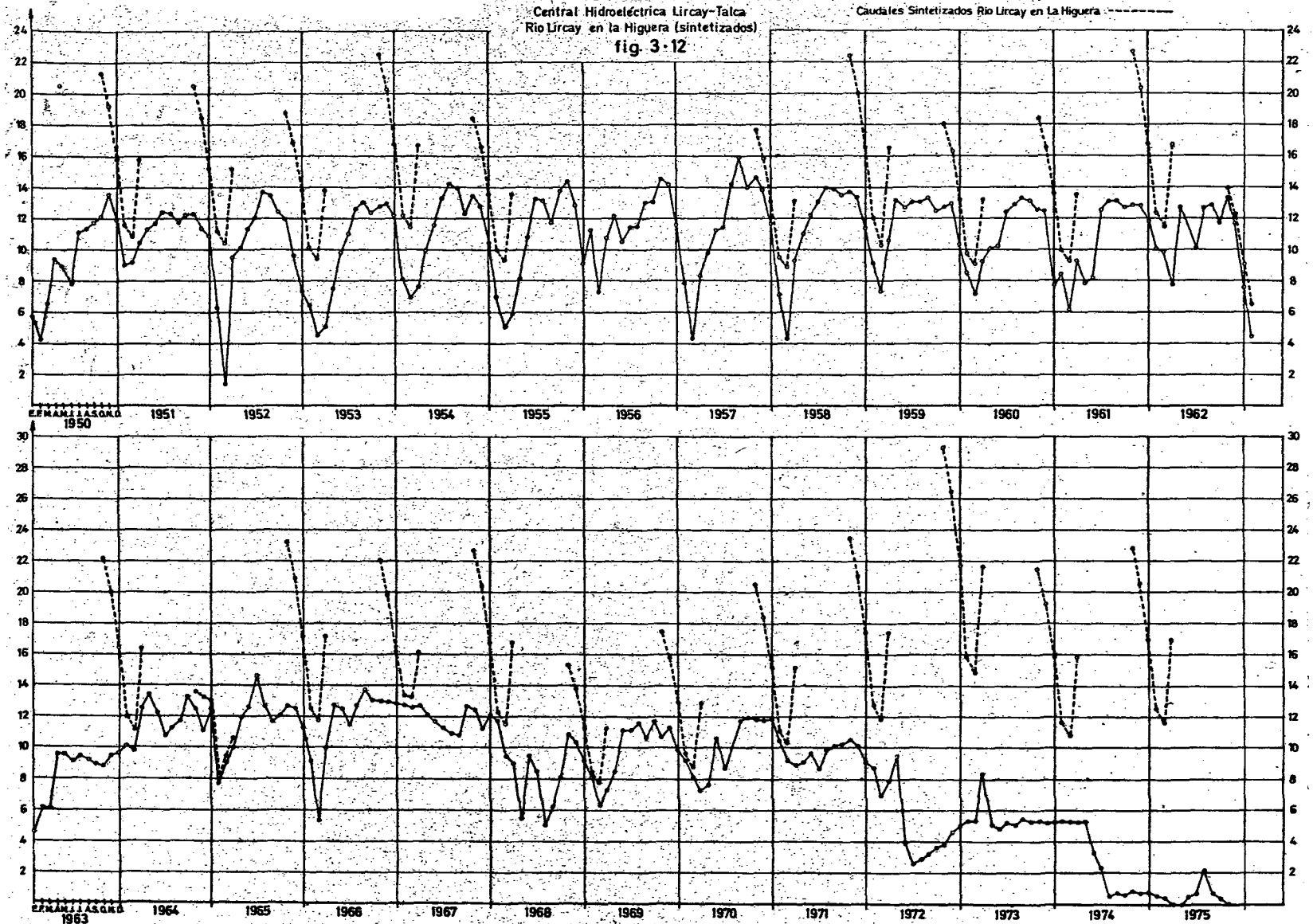
Fig. 3.11



HIDROGRAMA DE GASTOS MEDIOS MENSUALES
Central Hidroeléctrica Lircay-Talca
Rio Lircay en la Higuera (sintetizados)

fig. 3·12

Caudales Generados Central Lircay- Talca ——
Caudales Sintetizados Rio Lircay en La Higuera - - - -



Tal como se dijo anteriormente, los caudales generados por la Central Hidroeléctrica Lircay-Talca constituyen los caudales mínimos disponibles históricamente en el Río Lircay.

ii) Estero Pangue en Desembocadura. En la figura 3.13 aparecen las curvas de variación estacional para un 90, 85, 70, 50 y 20% de probabilidad de excedencia. Estas curvas se obtuvieron de la estadística sintetizada que aparece en la tabla 3.25.

iii) Estero Las Chilcas en Desembocadura. En la figura 3.14 aparecen las curvas de variación estacional para un 90, 85, 70, 50 y 20% de probabilidad de excedencia. Estas curvas se obtuvieron de la estadística sintetizada que aparecen en la tabla 3.26.

## 3.6 Recursos de Agua. Río Claro en La Orilla

El lugar denominado La Orilla se encuentra situado a 5 Kms. aproximadamente aguas abajo de la estación fluviométrica Río Claro en Talca, no existiendo en este lugar ningún tipo de información fluviométrica. La evaluación de recursos se hizo en primera instancia, en Río Claro en Talca, sumando los caudales históricos de Río Claro en Talca (Tabla II.2) y los caudales generados históricamente por la Central Hidroeléctrica Lircay-Talca (Tabla II.9) para los años 1959-60 a 1973-73 y 1974 a 1975/6. Para los otros años (1948-49 a 1954-55 y 1973-74) se evaluaron los recursos como la salida del sistema planteado en el punto 3.5, más los recursos de Río Claro en Camarico, menos la demanda del Canal San Rafael (estimada en el acápite 3.4) y se les dió una distribución estacional similar a la de los años en que existe estadística.

En la tabla 3.27 aparecen los valores mensuales entre 1948-49 y 1975-76 para los meses de Octubre a Marzo, y los volúmenes totales escurridos, evaluados según lo explicado en el párrafo anterior.

En la figura 3.15 aparecen las curvas de variación estacional de Río Claro en Talca obtenidas a partir de la estadística que aparece en la tabla 3.27.

Entre la estación fluviométrica de Río Claro en Talca y el lugar denominado La Orilla existen los aportes de los esteros Piduco y Caiván, ambos por la ribera oriente del río. En estos esteros no existe medición alguna de caudales históricos, excepto aquellos proporcionados por los aforos realizados entre Noviembre 76 y Abril 77.

Los esteros Piduco y Caiván tienen regímenes de escorrentía fundamentalmente pluviales, obteniendo sus recursos de primavera-verano básicamente de derrames y recuperaciones de riego.

De acuerdo a esto se evaluarán los recursos mediante transposición de caudales específicos desde los esteros Pangue y Las Chilcas y basándose en los aforos realizados en los esteros Piduco y Caiván en Panamericana entre Enero y Marzo de 1977.

En la tabla 3.28 aparecen los caudales para los Esteros Piduco y Caiván, en conjunto, evaluados a partir de los caudales con probabilidad de excedencia 85% en los esteros Pangue y Las Chilcas, y los aforos de Enero a Marzo de 1977 que corresponden a un año con una probabilidad de excedencia de 80% aproximadamente.

Comparando los valores de los caudales obtenidos por transposición desde los esteros Pangue y Las Chilcas con los datos de aforos realizados entre Enero y Marzo 1977 y considerando las probabilidades de excedencia ya mencionadas,

se estima aceptable los valores obtenidos de la transposición desde el Estero Las Chilcas.

De esta manera, a los valores de Río Claro en Talca se suman estos aportes de los esteros Piduco y Caiván, los que en los meses más críticos (Enero y Febrero) alcanzan a 2,9 y 3,4 $m^3/s$ respectivamente, para una probabilidad de excedencia de 85%.

En consecuencia, en los meses más críticos (Enero y Febrero) debe esperarse, con probabilidad 85%, caudales de 21.8 y 19,4 $m^3/s$ respectivamente. Es indudable que los recursos de Claro en La Orilla están influenciados por la operación que históricamente se ha hecho de la Zona de Riego Maule Norte. El efecto que tendría sobre estos caudales, políticas distintas de operación a futuro, de esta zona de riego, pueden evaluarse mediante el modelo planteado en 3.5.

## TABLA 3.25

## ESTERO PANGUE EN DESEMBOCADURA

(Caudales Medios Mensuales)
($m^3$/seg)

| Año | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942-43 | - | - | - | - | - | - |
| 1943-44 | 5,6 | 4,3 | 3,7 | 3,1 | 5,2 | 5,2 |
| 1944-45 | 8,0 | 6,1 | 5,2 | 4,4 | 7,4 | 7,4 |
| 1945-46 | 5,0 | 3,8 | 3,3 | 2,7 | 4,6 | 4,6 |
| 1946-47 | 4,6 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 4,2 | 4,2 |
| 1947-48 | 4,9 | 3,7 | 3,2 | 2,7 | 4,5 | 4,5 |
| 1948-49 | 5,4 | 4,1 | 3,5 | 3,0 | 4,9 | 5,0 |
| 1949-50 | 5,4 | 4,1 | 3,5 | 2,9 | 4,9 | 5,0 |
| 1950-51 | 6,8 | 5,2 | 4,4 | 3,7 | 6,3 | 6,3 |
| 1951-52 | 6,6 | 5,0 | 4,3 | 3,6 | 6,0 | 6,1 |
| 1952-53 | 6,0 | 4,5 | 3,9 | 3,3 | 5,5 | 5,5 |
| 1953-54 | 7,2 | 5,5 | 4,7 | 3,9 | 6,6 | 6,6 |
| 1954-55 | 5,9 | 4,5 | 3,8 | 3,2 | 5,4 | 5,4 |
| 1955-56 | - | - | - | - | - | - |
| 1956-57 | - | - | - | - | - | - |
| 1957-58 | 5,6 | 4,3 | 3,7 | 3,1 | 5,2 | 5,2 |
| 1958-59 | 7,1 | 5,4 | 4,6 | 3,9 | 6,5 | 6,6 |
| 1959-60 | 5,7 | 4,4 | 3,7 | 3,1 | 5,3 | 5,3 |
| 1960-61 | 5,9 | 4,5 | 3,8 | 3,2 | 5,4 | 5,4 |
| 1961-62 | 7,2 | 5,5 | 4,7 | 4,0 | 6,7 | 6,7 |
| 1962-63 | 4,1 | 3,1 | 2,7 | 2,3 | 3,8 | 3,8 |
| 1963-64 | 7,1 | 5,4 | 4,6 | 3,9 | 6,5 | 6,6 |
| 1964-65 | 4,9 | 3,7 | 3,2 | 2,7 | 4,5 | 4,5 |
| 1965-66 | 7,4 | 5,6 | 4,8 | 4,1 | 6,8 | 6,9 |
| 1966-67 | 7,3 | 5,5 | 4,7 | 4,0 | 6,7 | 6,7 |
| 1967-68 | 7,2 | 5,5 | 4,7 | 4,0 | 6,7 | 6,7 |
| 1968-69 | 4,9 | 3,7 | 3,2 | 2,7 | 4,5 | 4,5 |
| 1969-70 | 5,6 | 4,3 | 3,6 | 3,1 | 5,1 | 5,2 |
| 1970-71 | 6,5 | 5,0 | 4,3 | 3,6 | 6,0 | 6,0 |
| 1971-72 | 7,5 | 5,7 | 4,9 | 4,1 | 6,9 | 6,9 |
| 1972-73 | 9,4 | 7,1 | 6,1 | 5,1 | 8,6 | 8,6 |
| 1973-74 | 6,8 | 5,2 | 4,5 | 3,8 | 6,3 | 6,3 |
| 1974-75 | 7,3 | 5,6 | 4,8 | 4,0 | 6,7 | 6,8 |
| 1975-76 | 6,6 | 5,0 | 4,3 | 3,6 | 6,0 | 6,1 |
| 1976-77 | 8,2 | 6,3 | 5,4 | 4,5 | 7,6 | 7,6 |

## TABLA 3.26

## ESTERO LAS CHILCAS EN DESEMBOCADURA

Caudales Medios Mensuales ($m^3$/seg)

| Año | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942-43 | - | - | - | - | - | - |
| 1943-44 | 7,8 | 5,5 | 4,4 | 3,6 | 4,2 | 4,1 |
| 1944-45 | 11,0 | 7,8 | 6,2 | 5,1 | 5,9 | 5,7 |
| 1945-46 | 6,9 | 4,9 | 3,9 | 3,2 | 3,7 | 3,6 |
| 1946-47 | 6,3 | 4,5 | 3,6 | 2,9 | 3,4 | 3,3 |
| 1947-48 | 6,8 | 4,8 | 3,8 | 3,2 | 3,6 | 3,5 |
| 1948-49 | 7,4 | 5,3 | 4,2 | 3,5 | 4,0 | 3,9 |
| 1949-50 | 7,4 | 5,2 | 4,2 | 3,4 | 4,0 | 3,9 |
| 1950-51 | 9,4 | 6,6 | 5,3 | 4,4 | 5,0 | 4,9 |
| 1951-52 | 9,1 | 6,4 | 5,1 | 4,2 | 4,8 | 4,7 |
| 1952-53 | 8,2 | 5,8 | 4,7 | 3,8 | 4,4 | 4,3 |
| 1953-54 | 9,9 | 7,0 | 5,6 | 4,6 | 5,3 | 5,2 |
| 1954-55 | 8,1 | 5,7 | 4,6 | 3,8 | 4,3 | 4,2 |
| 1955-56 | - | - | - | - | - | - |
| 1956-57 | - | - | - | - | - | - |
| 1957-58 | 7,8 | 5,5 | 4,4 | 3,6 | 4,2 | 4,1 |
| 1958-59 | 9,8 | 6,9 | 5,6 | 4,6 | 5,3 | 5,1 |
| 1959-60 | 7,9 | 5,6 | 4,5 | 3,7 | 4,2 | 4,1 |
| 1960-61 | 8,1 | 5,7 | 4,6 | 3,8 | 4,3 | 4,2 |
| 1961-62 | 10,0 | 7,1 | 5,7 | 4,7 | 5,4 | 5,2 |
| 1962-63 | 5,7 | 4,0 | 3,2 | 2,7 | 3,1 | 3,0 |
| 1963-64 | 9,8 | 6,9 | 5,5 | 4,6 | 5,2 | 5,1 |
| 1964-65 | 6,8 | 4,8 | 3,8 | 3,2 | 3,6 | 3,5 |
| 1965-66 | 10,3 | 7,2 | 5,8 | 4,8 | 5,5 | 5,3 |
| 1966-67 | 10,1 | 7,1 | 5,7 | 4,7 | 5,4 | 5,2 |
| 1967-68 | 10,0 | 7,1 | 5,7 | 4,7 | 5,4 | 5,2 |
| 1968-69 | 6,8 | 4,8 | 3,8 | 3,2 | 3,6 | 3,5 |
| 1969-70 | 7,7 | 5,5 | 4,4 | 3,6 | 4,1 | 4,0 |
| 1970-71 | 9,0 | 6,4 | 5,1 | 4,2 | 4,8 | 4,7 |
| 1971-72 | 10,4 | 7,3 | 5,9 | 4,8 | 5,6 | 5,4 |
| 1972-73 | 12,9 | 9,1 | 7,3 | 6,0 | 6,9 | 6,7 |
| 1973-74 | 9,5 | 6,7 | 5,3 | 4,4 | 5,1 | 4,9 |
| 1974-75 | 10,1 | 7,1 | 5,7 | 4,7 | 5,4 | 5,3 |
| 1975-76 | 9,1 | 6,4 | 5,1 | 4,2 | 4,8 | 4,7 |
| 1976-77 | 11,4 | 8,1 | 6,4 | 5,3 | 6,1 | 5,9 |

TABLA 3.27

EVALUACION DE RECURSOS RIO CLARO EN TALCA

| Año | Caudales ($m^3$/seg) Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. | Volumen Total Mill.$m^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1948-49 | 61.2 | 48.0 | 35.9 | 23.2 | 18.7 | 27.4 | 565.4 |
| 49-50 | 46.2 | 36.3 | 27.1 | 17.5 | 14.1 | 20.7 | 427.1 |
| 50-51 | 74.8 | 58.7 | 43.9 | 28.4 | 22.9 | 33.6 | 691.3 |
| 51-52 | 71.3 | 55.9 | 41.8 | 27.0 | 21.8 | 31.9 | 658.2 |
| 52-53 | 56.5 | 44.3 | 33.1 | 21.4 | 17.3 | 25.3 | 521.7 |
| 53-54 | 91.3 | 71.5 | 53.5 | 34.6 | 27.9 | 40.9 | 842.8 |
| 54-55 | 56.7 | 44.5 | 33.3 | 21.5 | 17.3 | 25.4 | 523.9 |
| 55-56 | - | - | - | - | - | - | - |
| 56-57 | - | - | - | - | - | - | - |
| 57-58 | - | - | - | - | - | - | - |
| 58-59 | - | - | - | - | - | - | - |
| 59-60 | 57.0 | 48.7 | 27.6 | 27.5 | 22.2 | 30.6 | 561.2 |
| 60-61 | 102.9 | 72.1 | 41.2 | 32.6 | 16.1 | 41.9 | 811.2 |
| 61-62 | 118.8 | 58.5 | 35.2 | 25.5 | 25.6 | 28.1 | 769.5 |
| 62-63 | 52.7 | 33.6 | 20.8 | 11.8 | 14.3 | 21.3 | 407.2 |
| 63-64 | 90.0 | 100.6 | 56.7 | 27.5 | 22.2 | 37.4 | 881.1 |
| 64-65 | 36.8 | 30.7 | 51.3 | 15.6 | 22.9 | 21.1 | 469.2 |
| 65-66 | 102.9 | 75.9 | 56.9 | 24.9 | 19.0 | 31.3 | 820.9 |
| 66-67 | 67.0 | 68.9 | 77.7 | 41.6 | 33.8 | 37.9 | 860.6 |
| 67-68 | 98.8 | 36.5 | 34.5 | 27.0 | 21.7 | 24.2 | 641.1 |
| 68-69 | 34.9 | 26.7 | 24.3 | 23.0 | 16.5 | 21.1 | 386.2 |
| 69-70 | 35.3 | 38.4 | 28.7 | 31.2 | 21.3 | 21.0 | 462.7 |
| 70-71 | 51.8 | 54.1 | 37.8 | 30.4 | 22.6 | 22.2 | 575.9 |
| 71-72 | 58.3 | 67.1 | 38.3 | 26.8 | 19.4 | 29.3 | 629.9 |
| 72-73 | 123.5 | 84.9 | 52.5 | 38.0 | 37.7 | 50.1 | 1.000.8 |
| 73-74 | 66.3 | 52.0 | 38.9 | 25.1 | 20.2 | 29.7 | 612.2 |
| 74-75 | 52.0 | 50.7 | 50.7 | 31.5 | 28.1 | 31.2 | 642.2 |
| 75-76 | 51.1 | 58.8 | 36.0 | 23.4 | 26.8 | 28.7 | 590.1 |

TABLA 3.28

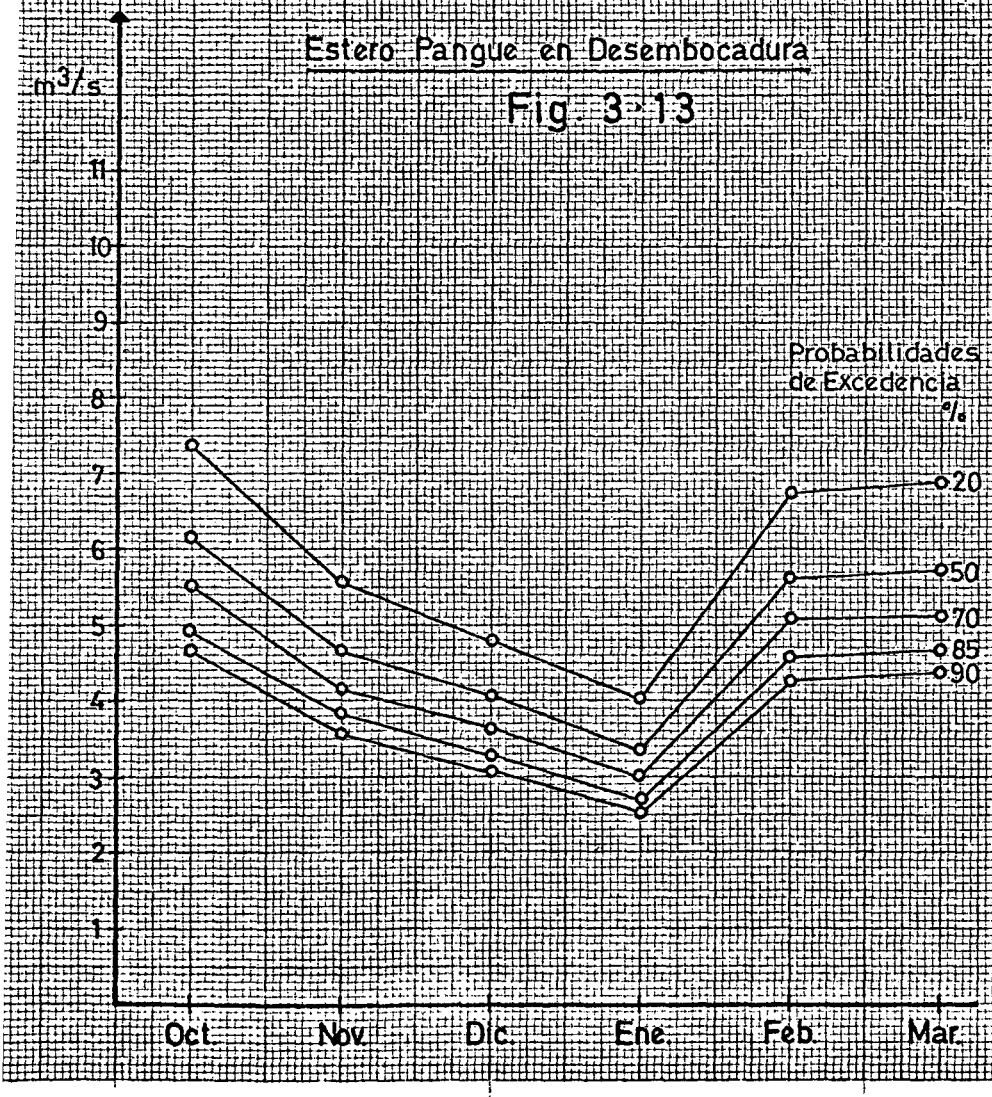
ESTIMACION CAUDALES ESTEROS PIDUCO Y CAIVAN ($m^3$/s)

| | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Transposición Estero Pangue | 3.3 | 2.5 | 2.2 | 1.8 | 3.0 | 3.1 |
| Transposición Estero Las Chilcas | 6.4 | 4.5 | 3.6 | 2.9 | 3.4 | 3.4 |
| Aforos Enero Marzo 1977 | | | | 3.2 | 3.4 | 5.3 |

# CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

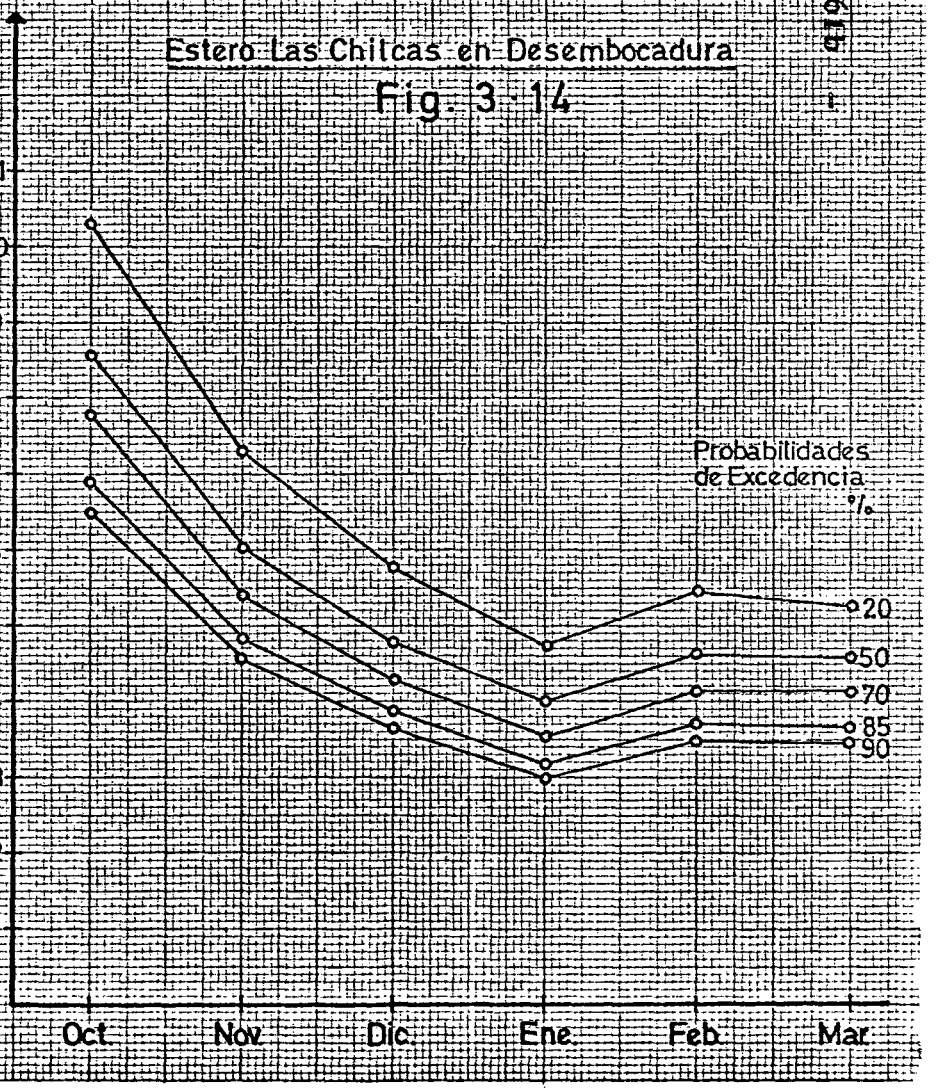
Estero Pangue en Desembocadura

Fig. 3-13




Estero Las Chilcas en Desembocadura

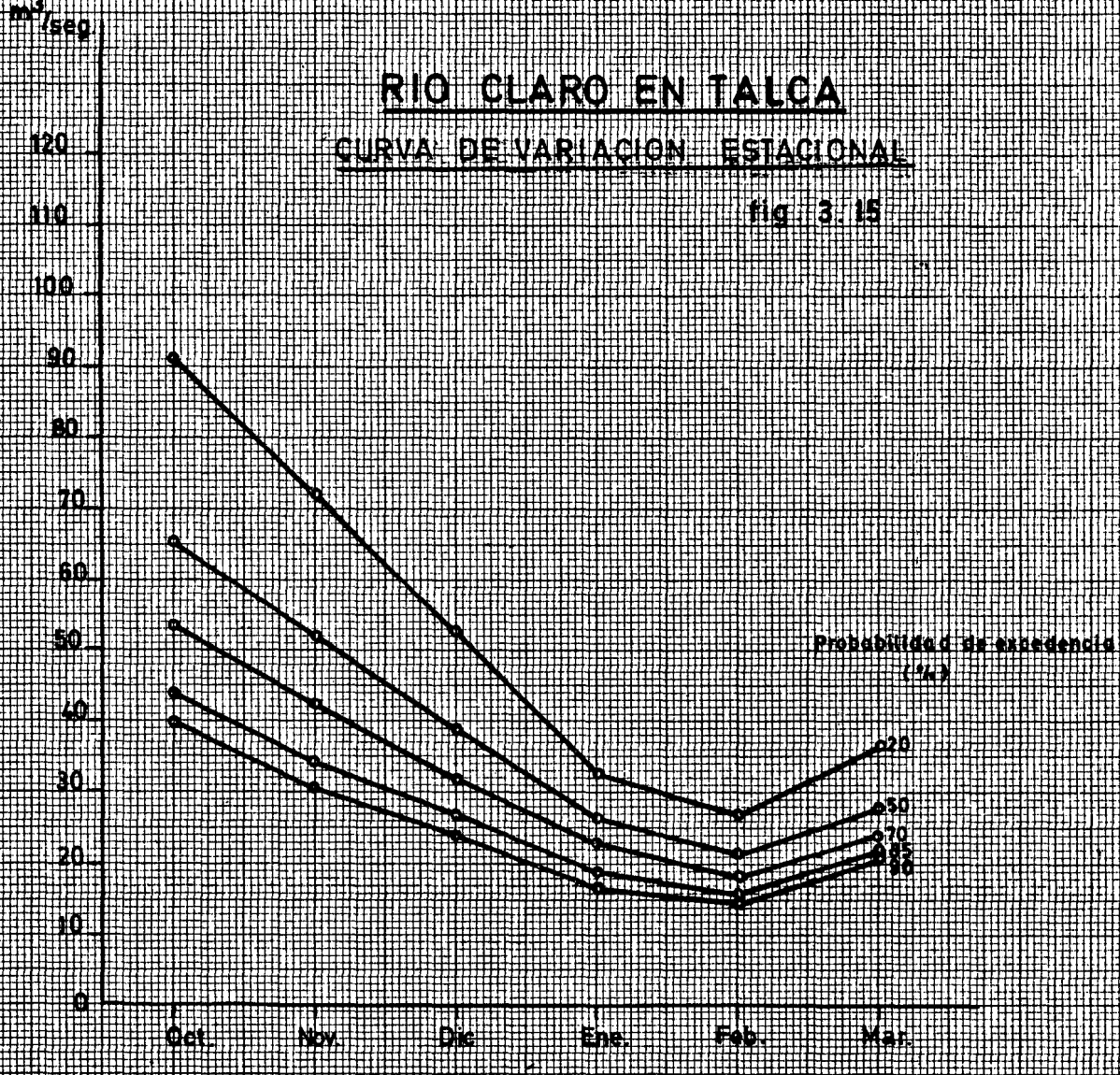
Fig. 3-14



# RIO CLARO EN TALCA

## CURVA DE VARIACION ESTACIONAL

fig 3.15



# 4. ESTUDIOS DE CRECIDAS

## 4.1 Introducción

El estudio de crecidas tiene por objetivo estimar caudales máximos con distintas probabilidades de excedencia en algunos puntos de interés, con el objeto de diseñar diversas obras hidráulicas, tales como bocatomas, vertederos, túneles by-pass, o bien para cuantificar riesgos de inundaciones.

1) Valle de Pencahue

a) Esteros Litú y Tutucura. Para el diseño de vertederos de embalses y para ataguías y túnel by-pass, con períodos de retorno de 500 años y 10 años, respectivamente.

b) Estero Los Puercos. Para cuantificar riesgos de inundaciones con 2 y 5 años de período de retorno.

2) Río Lircay en La Higuera

Para el diseño de una bocatoma con período de retorno de 20 años.

3) Esteros Pangue y Las Chilcas en Desembocadura

Para el diseño de bocatomas, con período de retorno de 20 años.

4) Río Claro

a) Río Claro en Itahue. Para el diseño de una bocatoma, con período de retorno de 20 años.

b) Río Claro antes junta con Lircay. Para el diseño del cruce de un sifón, con período de retorno de 20 años.

## 4.2 Valle de Pencahue. Estimación de crecidas

### 4.2.1 Métodos de estimación de crecidas

En vista de la carencia absoluta de informaciones fluviométricas en este Valle, se recurrió a métodos indirectos de estimación de crecidas. Se usaron los métodos hidrológicos que se describen a continuación:

a) Hidrograma Unitario Sintético. Se usaron 3 tipor de hidrogramas unitarios sintéticos:

a1) Hidrograma Unitario Sintético desarrollado por F.F. Snyder para cuencas ubicadas en los Montes Apalaches de EE.UU. Las relaciones empleadas son: (1)

$$t_p = C_t \, (L \cdot \overline{L})^{0,3} \qquad \text{(horas)}$$

$$q_p = \frac{275 \, C_p}{t_p} \qquad (1/seg/Km^2/mm)$$

$$t_r = \frac{t_p}{5,5} \qquad \text{(horas)}$$

en que:

L : longitud del cauce principal de la cuenca en Kms.

$\overline{L}$ : distancia entre la sección de salida de la cuenca y su centro de gravedad en Kms.

$C_p$ y $C_t$ : constantes que dependen de la región. Se consideraron iguales a 0,69 y 1,1, respectivamente para este estudio.

$t_p$ : tiempo de desfase definido como el tiempo entre el centro de masa del histograma y el gasto máximo instantáneo del hidrograma.

(1) Espíldora B. y Brown E., Capítulo 7, Escorrentía Superficial. Elementos de Hidrología. Centro de Recursos Hidráulicos. U.de Chile 1975.

$q_p$ : gasto máximo instantáneo del hidrograma.

$t_r$ : duración de la lluvia efectiva.

En caso que se consideren duraciones de lluvia efectiva mayores que $t_r$, el valor del tiempo de desfase debe modificarse de acuerdo a la siguiente expresión:

$$t'_p = t_p + \frac{t_R - t_r}{4} \qquad \text{(horas)}$$

en que:

$t'_p$ : tiempo de desfase para duración de lluvia efectivo igual a $t_R$ horas.

$t_R$ : duración real de la precipitación efectiva.

a2) Hidrogramas Unitarios Sintéticos en Chile(2). Este estudio determinó las constantes regionales del método de Snyder para Chile para las hoyas de los ríos Rapel, Mataquito y Maule.

Las relaciones usadas son las siguientes:

$$t_p = 0{,}3 \left(\frac{L \cdot \bar{L}}{\sqrt{s}}\right)^{0{,}44} \qquad \text{(horas)}$$

$$q_p = 269\ t_p^{-1{,}08} \qquad (1/s/Km^2/mm)$$

en que:

L : longitud del cauce principal de la cuenca en Km.

$\bar{L}$ : distancia entre la sección de salida de la cuenca y su centro de gravedad en Kms.

s : pendiente media de la cuenca calculada usando

(2) Benítez A. y Rodríguez C. "Método para la Determinación de Hidrogramas Unitarios Sintéticos en Chile". Depto. Ingeniería Civil. ENDESA, Julio 1974.

la fórmula de C. Mocornita.

$t_p$ : tiempo de desfase

$q_p$ : caudal máximo instantáneo del hidrograma.

La duración de la lluvia efectiva y su modificación, si es necesario, se hace de manera similar al método de Snyder.

a3) Hidrograma Unitario Sintético según el U. S.S.C.S. (3). Las relaciones usadas para estimar el hidrograma unitario se desarrollan suponiendo una representación triangular del hidrograma. Estas son:

$$T_p = \frac{t_R}{2} + 0{,}6\ t_c \quad \text{(horas)}$$

$$q_p = \frac{484\ A}{T_p} \quad (\text{pies}^3/\text{seg/pulgada})$$

en que:

$t_R$ : duración de la precipitación efectiva en horas.

$t_c$ : tiempo de concentración de la cuenca en horas.

A : área afluente al punto considerado en millas$^2$.

$T_p$ : tiempo transcurrido entre el comienzo de la crecida y el máximo de hidrograma.

$q_p$ : caudal máximo instantáneo del hidrograma.

b) Transposición de Hidrogramas Unitarios (1).

Se desarrollan hidrogramas unitarios para una cuenca vecina con características similares tanto en el régimen de escorrentía y precipitación, como en

(3) United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation Design of Samll Dams". 1965.

(1) Referencia citada en este capítulo.

condiciones geomorfológicas y meteorológicas. Con los hidrogramas unitarios desarrollados se obtiene un hidrograma promedio y se grafica en ordenadas el caudal específico y en abscisas el tiempo en porcentaje del tiempo de desfase para la cuenca.

Los hidrogramas unitarios sintéticos descritos en los puntos a) y b) dan caudales máximos por unidad de precipitación efectiva. El valor de la precipitación para un cierto período de retorno se obtuvo del análisis de las precipitaciones máximas en 24 horas en la Estación Talca, realizado en el capítulo 2. En la tabla 4.1 se dan los valores de la precipitación máxima en 24 horas para distintos períodos de retorno y la intensidad correspondiente.

TABLA 4.1

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HRS. - TALCA

| Período de retorno (años) | Precip.máxima 24 horas (mm) | Intensidad (mm/hr) |
|---|---|---|
| 2 | 57,5 | 2,4 |
| 5 | 76,5 | 3,2 |
| 10 | 89,0 | 3,7 |
| 25 | 106,0 | 4,4 |
| 50 | 118,0 | 4,9 |
| 100 | 130,0 | 5,4 |
| 200 | 142,0 | 5,9 |
| 500 | 157,0 | 6,5 |
| 1000 | 169,0 | 7,0 |

Para estimar la intensidad para otras duraciones de lluvia, se usó la fórmula de Grunsky:

$$I_\theta = I_{24} \sqrt{\frac{24}{\theta}}$$

en que:

$I_\theta$ : intensidad de la lluvia para una precipitación de $\theta$ horas de duración.

$I_{24}$: intensidad de la lluvia para una precipitación de 24 horas.

La determinación de la precipitación efectiva para una precipitación dada se determinó a partir de las características de permeabilidad y humedad del suelo y de la cubierta vegetal en el momento de producirse la tormenta (4).

c) Fórmulas empíricas. Se usó la fórmula racional:

$$Q = 0{,}278\ c\ .\ A\ .\ I \quad (m^3/seg).$$

en que:

c : coeficiente de escorrentía
A : área de la cuenca en ($Km^2$)
I : intensidad de la precipitación en (mm/hr), de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca.

Para estimar el coeficiente de escorrentia (c), se usaron las tablas que aparecen en la referencia (1) conforme al conocimiento adquirido en terreno sobre las cuencas.

### 4.2.2 Métodos de estimación de tiempos de concentración de las cuencas

Se determinaron los tiempos de concentración de las cuencas mediante 2 fórmulas empíricas y 2 tablas de velocidades medias del flujo superficial, en función de la pendiente media del cauce principal (U.S. Navy - Technical Publication Navdock TP-PW-S, Tabla 8 B. Marzo 1953) y según la pendiente media del cauce principal y el tipo de ve-

(4) U.S. Department of the Interior. Bureau of Reclamation Design of Small Dams. Appendix A Estimating Rainfall Runoff from Soil and Cover Data. 1965.

(1) Referencia citada en este capítulo.

getación (Texas Highway Department. Rational Design of Culverts and Bridges, Octubre 1946) (1).

Las fórmulas empíricas usadas fueron:

a) Fórmula de Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5\,L}{0,8\sqrt{H}} \qquad \text{(horas)}$$

en que:

A : superficie de la cuenca en $Km^2$

L : longitud del cauce principal en Km.

H : altura media de la cuenca sobre el punto estudiado en metros.

$t_c$: tiempo de concentración en horas.

Adicionalmente, se debe verificar que:

$$\frac{L}{3,6} \geq t_c \geq \frac{L}{5,4}$$

b) Fórmula de "California Highways and Public Works.

$$t_c = 0,95 \quad (\frac{L^3}{\Delta H})^{0,385}$$

en que:

L : longitud del cauce principal en Kms.

H : diferencia de elevación en metros entre el comienzo del cauce principal y el punto estudiado.

Las tablas usadas para estimar el tiempo de concentración aparecen en la referencia (1) de este capítulo.

4.2.3 Estimación de crecidas en el Estero Litú

a) Tiempos de concentración. Las características de la

(1) Referencia citada en este capítulo.

cuenca medidas de la plancheta 1:50000 del Instituto Geográfico Militar son:

$L = 8,75$ Km.
$A = 40,8$ Km$^2$
$H = 305$ m.
$\Delta H = 390$ m.

pendiente media del cauce principal $i = 4,5\%$

Los valores obtenidos para el tiempo de concentración de la cuenca, según los distintos métodos explicados en 4.2.2 aparecen en la Tabla 4.2.

TABLA 4.2
TIEMPOS DE CONCENTRACION ESTERO LITU

| | |
|---|---|
| Fórmula de Giandotti | 2,4 hrs |
| Fórmula California Highways and Public Works | 1,2 " |
| Tabla U.S. Navy | 2,0 " |
| Tabla Texas Highways Dep. | 3,2 " |

Se adoptó en definitiva un tiempo de concentración de 2,0 horas.

b) Estimación de crecidas. En el Estero Litú se estimaron crecidas según los métodos explicados en el punto 4.2.1 a) y c), para períodos de retorno de 10 y 500 años, necesarios para el diseño de las ataguías y túnel de desviación y del vertedero de evacuación de crecidas del Embalse Litú, respectivamente.

Las características de la cuenca son las siguientes:

- longitud del cauce principal $L = 8,75$ Km.
- distancia entre el centro de gravedad y la sección de salida $\bar{L} = 5,0$ Km.

- tiempo de concentración $t_c$ = 2,0 horas.
- pendiente media de la cuenca s = 0,149
- coeficientes adoptados para H.U.de Snyder $C_t$ = 1,1
  $C_p$ = 0,69
- coeficiente de escorrentía adoptado c = 0,40
- área de la cuenca A = 40,8 $Km^2$

Para aplicar los hidrogramas unitarios sintéticos, se adoptó un criterio análogo a la fórmula racional, es decir, una duración de lluvia igual al tiempo de concentración de la cuenca.

En la tabla 4.3 aparecen para períodos de retorno de 10 y 500 años los caudales máximos estimados por cada uno de los métodos.

TABLA 4.3

CAUDALES MAXIMOS ESTERO LITU
($m^3$/seg)

| Período de retorno | (años) | 10 | 500 |
|---|---|---|---|
| Precipitación (2 hrs.) | (mm) | 25,6 | 45,4 |
| Intensidad | (mm/hr) | 12,8 | 22,7 |
| Precip.efectiva (2hrs)(*) | (mm) | 11,7 | 28,5 |
| H.U.S. Snyder | ($m^3$/seg) | 25 | 60 |
| H.U.S. Chile | ($m^3$/seg) | 42 | 103 |
| H.U.S. USSCS | ($m^3$/seg) | 46 | 111 |
| Fórmula Racional | ($m^3$/seg) | 58 | 103 |

4.2.4 Estimación de crecidas en el Estero Tutucura

a) Tiempos de concentración. Las características de la cuenca de la plancheta 1:50000 del Instituto Geográfico Militar son las siguientes:

NOTA (*): Se determinó a partir del método explicado en la referencia (4) de este capítulo, considerando condiciones de humedad únicas para la tormenta. Los otros parámetros a usar en el método se determinaron básicamente del conocimiento adquirido en terreno sobre la cuenca.

$L = 12,5$ Km.
$A = 62,8$ Km$^2$
$H = 285$ m.
$\Delta H = 430$ m.

pendiente media del cauce principal = $i = 3,4\%$

Los valores obtenidos para el tiempo de concentración de la cuenca para cada método explicado en 4.2.2 aparecen en la tabla 4.4.

TABLA 4.4

TIEMPOS DE CONCENTRACION ESTERO TUTUCURA

| | |
|---|---|
| Fórmula de Giandotti | 3,5 hrs. |
| Fórmula "California Highways and Public Works" | 1,7 " |
| Tabla U.S. Navy | 4,0 " |
| Tabla Texas Highways Dep. | 5,6 " |

Se adoptó en definitiva un tiempo de concentración de 3,5 hrs.

b) Estimación de crecidas. En el Estero Tutucura se estimaron crecidas según los métodos explicados en el punto 4.2.1 a) y c), para períodos de retorno de 10 y 500 años, necesarios para el diseño del túnel de desviación y del vertedero de evacuación de crecidas del Embalse Las Juntas, respectivamente.

Las características de la cuenca son las siguientes:

- longitud del cauce principal $L = 12,5$ Km.
- distancia entre el centro de gravedad y la sección de salida $\bar{L} = 6,25$ Km.
- tiempo de concentración $t_c = 3,5$ hrs.

- pendiente media de la cuenca $s = 0,094$
- coeficientes adoptados para H.U. de Snyder $C_t = 1,1$ ; $C_p = 0,69$
- coeficiente de escorrentía $c = 0,40$
- área de la cuenca $A = 62,8\ Km^2$

Para aplicar los hidrogramas unitarios sintéticos se adoptó un criterio análogo a la fórmula racional, es decir, una duración de lluvia igual al tiempo de concentración de la cuenca.

En la tabla 4.5 aparecen, para períodos de retorno de 10 y 500 años, los caudales máximos estimados por cada uno de los métodos.

TABLA 4.5

CAUDALES MAXIMOS ESTERO TUTUCURA
(m3/seg)

| Período de retorno | (años) | 10 | 500 |
|---|---|---|---|
| Precipitación (3,5 hrs.) | (mm) | 34,0 | 59,9 |
| Intensidad | (mm/hr) | 9,7 | 17,1 |
| Precipit.afectiva (3,5hrs)(*) | (mm) | 14,2 | 35,7 |
| H.U.S. Snyder | (m3/seg) | 35 | 89 |
| H.U.S. Chile | (m3/seg) | 52 | 132 |
| H.U.S. USSCS | (m3/seg) | 48 | 121 |
| Fórmula Racional | (m3/seg) | 68 | 119 |

4.2.5 Estimación de crecidas en el Estero Los Puercos

a) Tiempos de concentración. Las características de la cuenca medidas de la plancheta 1:50000 del Instituto Geográfico Militar son las siguientes:

NOTA (*): Se determinó a partir del método explicado en la referencia (4) de este capítulo, considerando condiciones de humedad únicas durante la tormenta. Los otros parámetros a usar en el método se determinaron básicamente del conocimiento adquirido en terreno sobre la cuenca.

L = 52,0 Km.
A = 611,6 $Km^2$
H = 265 m.
$\Delta H$ = 470 m.
pendiente media del cauce principal i = 1%

Los valores obtenidos para el tiempo de concentración de la cuenca para cada método explicado en 4.2.2 aparecen en la Tabla 4.6.

TABLA 4.6
TIEMPOS DE CONCENTRACION ESTERO LOS PUERCOS

| | |
|---|---|
| Fórmula de Giandotti | 13,6 hrs. |
| Fórmula "California Highways and Public Works" | 8,5 " |
| Tabla U.S. Navy | 17,3 " |
| Tabla Texas Highways Dep. | 32,1 " |

Se adoptó en definitiva un tiempo de concentración de 17 hrs.

b) Estimación de crecidas. En el Estero Los Puercos se estimaron crecidas según los métodos explicados en el punto 4.2.1 a) y 4.2.1 b), para períodos de retorno de 2 y 5 años, necesario para el estudio del drenaje e inundaciones de terrenos adyacentes al estero.

Las características de la cuenca son las siguientes:

- longitud del cauce principal L = 52,0 Km.
- distancia entre el centro de gravedad y la sección de salida $\bar{L}$ = 23,0 Km.
- tiempo de concentración $t_c$ = 17 hrs.
- pendiente media de la cuenca s = 0,15

- coeficientes adoptados para el H.U. Snyder $C_t = 1,1$ $C_p = 0,69$
- área de la cuenca $A = 611,6\ Km^2$

Para aplicar los hidrogramas unitarios sintéticos se adoptó un criterio análogo a la fórmula racional es decir, una duración de lluvia igual al tiempo de concentración de la cuenca.

- Hidrograma Unitario Traspuesto.

Se desarrollaron 2 hidrogramas unitarios para la cuenca del Río Purapel en Nirivilo para las crecidas de Mayo 1966 y Julio 1972, registradas en los limnigramas de la Estación Río Purapel en Nirivilo, controlada por la Dirección General de Aguas. Estos hidrogramas aparecen en la figura 4.1.

De la Estación Constitución controlada por la Oficina Metereológica de Chile, se obtuvieron los pluviogramas que dieron origen a las crecidas antes mencionadas. Estos pluviogramas aparecen tabulados en las tablas 4.7 y 4.8.

# HIDROGRAMA DE CRECIDA

Purapel en Nirivilo

Fig. 4.1

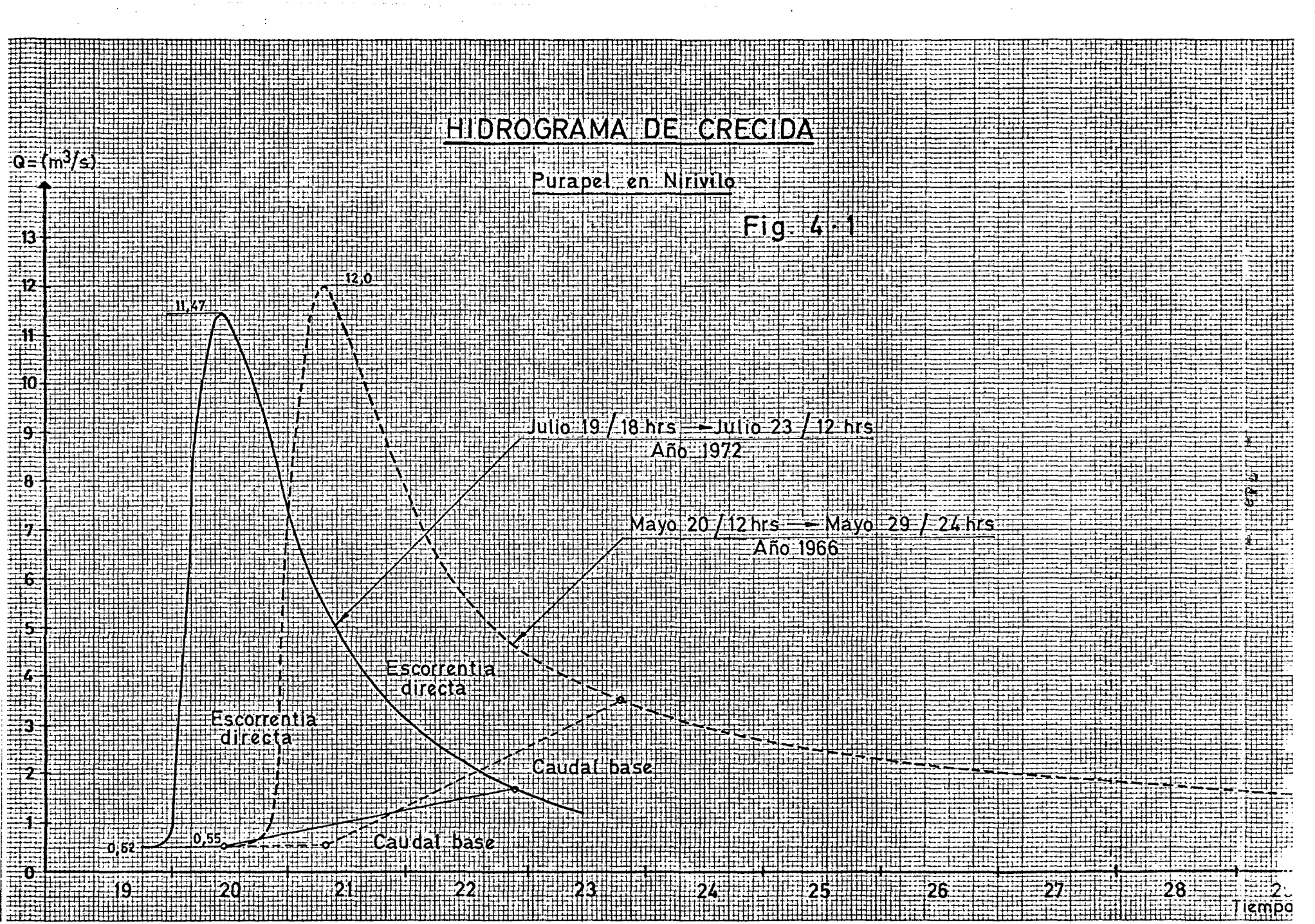


TABLA 4.7

PLUVIOGRAMA MAYO 1966 - ESTAC.CONSTITUCION

| Hora | Precip.Acum. (mm) | Intensidad (mm/hr) |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0,3 |
| 1 | 0,3 | 0,3 |
| 2 | 0,6 | 0,3 |
| 3 | 0,9 | 1,8 |
| 4 | 2,7 | 1,8 |
| 5 | 4,6 | 1,8 |
| 6 | 6,4 | 3,7 |
| 7 | 10,1 | 3,7 |
| 8 | 13,8 | 4,3 |
| 9 | 18,1 | 4,3 |
| 10 | 22,3 | 4,3 |
| 11 | 26,6 | 10,6 |
| 12 | 37,2 | 10,6 |
| 13 | 47,7 | 2,2 |
| 14 | 49,9 | 0,6 |
| 15 | 50,5 | 0,6 |
| 16 | 51,0 | |

TABLA 4.8

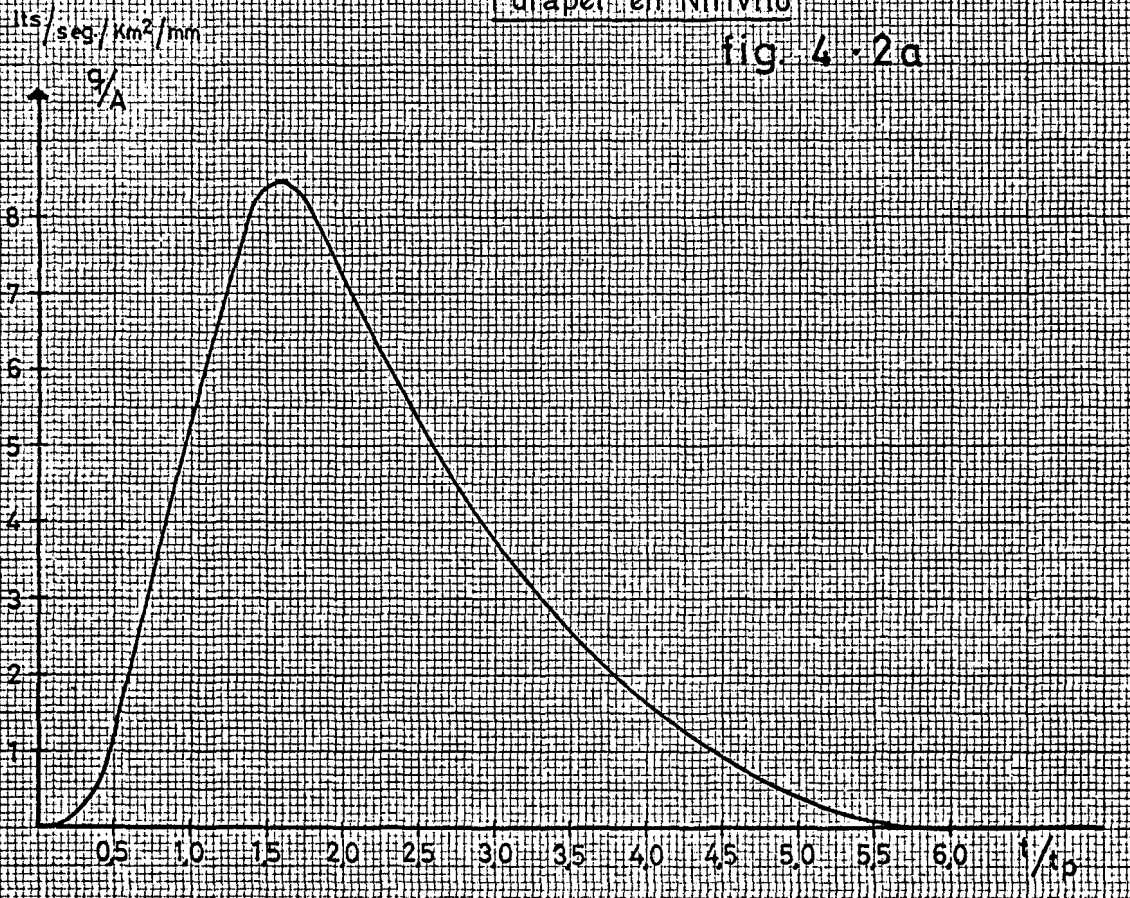
PLUVIOGRAMA JULIO 1972 - ESTAC CONSTITUCION

| Hora | Precip.Acum. (mm) | Intensidad (mm/hr) |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 6,6 |
| 0,5 | 3,3 | 2,4 |
| 1,0 | 4,5 | 2,4 |
| 1,5 | 5,7 | 4,3 |
| 2,0 | 7,9 | 4,3 |
| 2,5 | 10,0 | 19,2 |
| 3,0 | 19,6 | 4,4 |
| 3,5 | 21,8 | 4,4 |
| 4,0 | 24,0 | 2,1 |
| 4,5 | 25,1 | 2,1 |
| 5,0 | 26,1 | 2,1 |
| 5,5 | 27,2 | 2,1 |
| 6,0 | 28,2 | 2,1 |
| 6,5 | 29,3 | 8,2 |
| 7,0 | 33,4 | 3,3 |
| 7,5 | 35,0 | 3,3 |
| 8,0 | 36,7 | |

# HIDROGRAMA BASE DE TRASPOSICION

Purapel en Nirivilo

fig. 4-2a

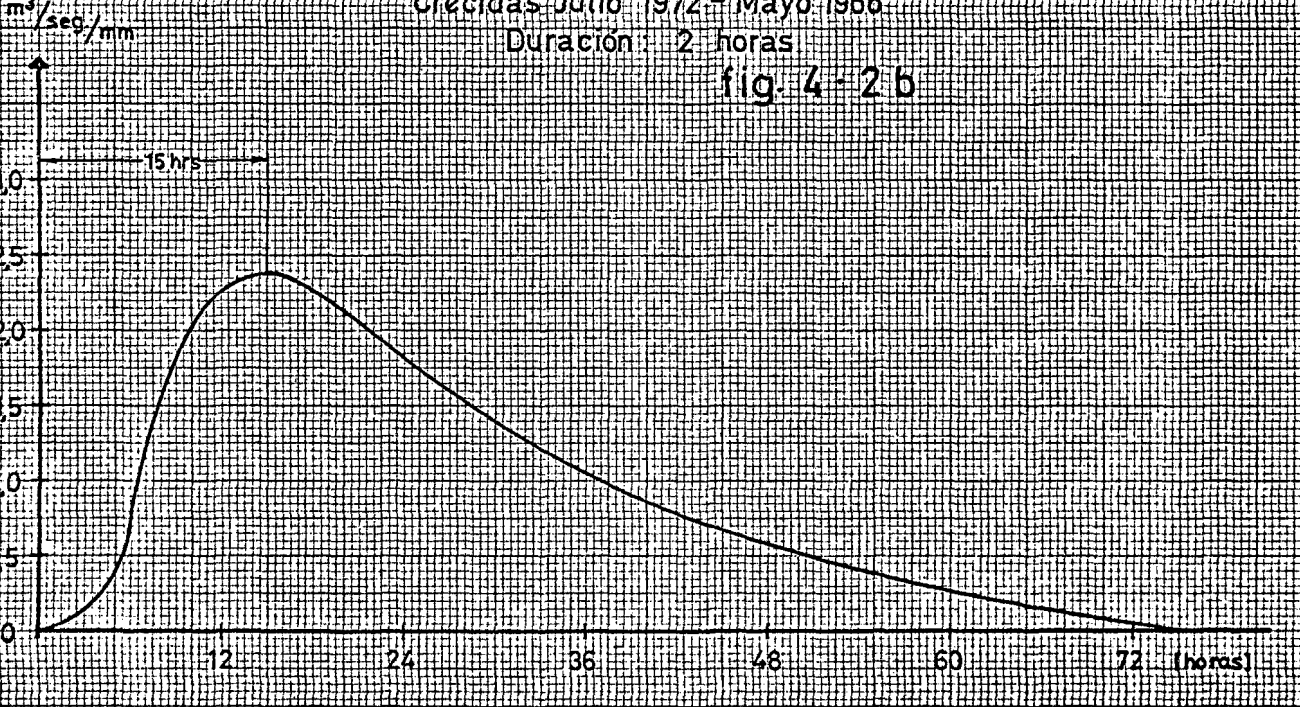



# HIDROGRAMA UNITARIO MEDIO

Crecidas Julio 1972 - Mayo 1966

Duración: 2 horas

fig. 4-2b



Con los hidrogramas de la figura 4.1 y los pluviogramas de las tablas 4.7 y 4.8 se determinó un hidrograma unitario medio para la cuenca del Río Purapel en Nirivilo y un hidrograma unitario base de trasposición. Estos 2 hidrogramas aparecen en la figura 4.2.

En la tabla 4.9 aparecen, para períodos de retorno de 2 y 5 años, los caudales máximos estimados por cada uno de los métodos.

TABLA 4.9

CAUDALES MAXIMOS ESTERO LOS PUERCOS
(m3/seg)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Período de retorno | (años) | 2 | 5 |
| Precipitación (17 hrs.) | (mm) | 48,4 | 64,4 |
| Intensidad | (mm/hr) | 2,8 | 3,8 |
| Precipitac.efect.(17hrs.)(*) | (mm) | 14,0 | 23,4 |
| H.U.S. Snyder | (m3/seg) | 124 | 208 |
| H.U.S. Chile | (m3/seg) | 132 | 221 |
| H.U.S. USSCS | (m3/seg) | 95 | 159 |
| Hidrograma Unitario Traspuesto | | 72 | 121 |

NOTA (*): Se determinó según el método explicado en la referencia (4) de este capítulo, considerando 2 condiciones de humedad (media para un tercio de la tormenta y húmeda para el resto), debido a que la tormenta dura 17 hrs. y que la probabilidad que ocurra no es muy baja. Los demás parámetros que usa el método se determinaron básicamente del conocimiento adquirido en terreno sobre la cuenca.

## 4.3 Estimación de crecidas en el río Lircay

### 4.3.1 Generalidades

En el río Lircay existe sólo una estación fluviométrica: Lircay en Puente Las Rastras, con un período de estadística entre 1961 y 1973. Esta estación controla una cuenca de 375 $km^2$, que es principalmente de baja cordillera y con un régimen fundamentalmente pluvial. Tal como se hizo ver en el punto 4.1 de este capítulo, se pretende determinar una crecida de diseño en el río Lircay en La Higuera, ubicado 30 km. aproximadamente aguas abajo de la estación Puente Las Rastras. La cuenca afluente en La Higuera es de 930 $km^2$. Entre Puente Las Rastras y La Higuera, existen diversos aportes importantes, entre los que cabe mencionar el estero Picazo y la quebrada La Zorra. El estero Picazo tiene una cuenca similar en característica a Lircay en Puente Las Rastras, de 211 $km^2$ de superficie. El resto de la cuenca, dentro de la cual se incluye la quebrada de La Zorra, es una cuenca relativamente plana con diversas quebradas y esteros que drenan hacia el río Lircay; esta zona es netamente pluvial.

### 4.3.2 Metodología

#### a) Etapas del análisis

La metodología adoptada abarcó las siguientes etapas:

- Determinar un gasto máximo instantáneo, con una determinada probabilidad de excedencia, sobre la base de técnicas de análisis de frecuencia, con datos registrados en la estación Lircay en Puente Las Rastras.
- Determinar una onda de crecida para dicho gasto máximo.

- Determinar una crecida y su hidrograma correspondiente, para igual probabilidad de excedencia y por analogía con Lircay en Las Rastras, para la cuenca del estero Picazo.
- Utilizando métodos de análisis de propagación de crecidas, trasladar el hidrograma de crecida en Puente Las Rastras a Lircay antes de confluencia con estero Picazo.
- Sumar al hidrograma anterior la onda de crecida del estero Picazo.
- Estimar un hidrograma de crecida, para igual probabilidad de excedencia, sobre la base de hidrogramas unitarios sintéticos, para el total de la cuenca intermedia del río Lircay entre la junta con el estero Picazo y La Higuera.
- Utilizando métodos de análisis de propagación de crecidas, trasladar el hidrograma de Lircay antes Picazo más este estero, a Lircay en junta con La Zorra.
- En este punto (La Zorra) sumar el hidrograma estimado para el total de la hoya intermedia.
- Utilizando métodos de análisis de propagación de crecidas, trasladar el hidrograma anterior al punto de interés: La Higuera.

b) Análisis de Propagación de Crecidas

Para el análisis de propagación de crecidas, se adoptó el método de Muskingum (5). Este método se basa en la ecuación de continuidad y utiliza la siguiente ecuación para el almacenamiento en un tramo de río:

$$O_2 = C_1 I_2 + C_2 I_1 + C_3 O_1$$

(5) Department of the Army Technical Bulletin TB 5 - 550-3 "Flood Prediction Techniques". February 1957.

en que:

$I_1$: caudal de entrada al tramo al comienzo de un intervalo $\Delta t$.

$I_2$: caudal de entrada al tramo al término del intervalo $\Delta t$.

$O_1$: caudal de salida del tramo al comienzo del intervalo $\Delta t$.

$O_2$: caudal de salida del tramo al término del intervalo $\Delta t$.

$C_1$, $C_2$, $C_3$: coeficiente cuyas expresiones son:

$$C_1 = \frac{0,5\ \Delta t - KX}{K(1-X) + 0,5\ \Delta t}$$

$$C_2 = \frac{KX + 0,5\ \Delta t}{K(1-X) + 0,5\ \Delta t}$$

$$C_3 = \frac{K(1-X) - 0,5\Delta t}{K(1-X) + 0,5\ \Delta t}$$

y además se verifica que $C_1 + C_2 + C_3 = 1$

Los parámetros K y X tienen los significados tradicionales del método de Muskingum.

K = tiempo de traslado del centro de masas de la onda de crecida a través del tramo de río considerado.

X = factor de importancia del caudal de entrada al tramo en la función almacenamiento.

$\Delta t$= es el tiempo de "rastreo", que fija la discretización del intervalo de cálculo para el hidrograma de salida del tramo de río en estudio.

Normalmente, la determinación de los valores de K y X pa- un tramo determinado de río, debe hacerse mediante un análisis previo de hidrogramas de crecidas registrados histó-

ricamente tanto en la entrada como en la salida del tramo. En los casos en que hubo de estudiarse propagación de crecidas, que aparecen más adelante, no se contó con información medida en la sección de salida del tramo. En estas condiciones, hubo que estimar K de acuerdo con las distancias y pendientes medias del río en cada tramo considerado y el conocimiento de cada río adquirido en terreno. El parámetro X se estimó también sobre la base del conocimiento adquirido en la visita a los lugares de interés. Para realizar estas estimaciones se tuvo en cuenta además las informaciones que a este respecto proporcionan las referencias (5) y (6).

Con la ecuación planteada en este acápite, es posible estimar un hidrograma de salida de un tramo de río, conociendo el hidrograma de entrada, un caudal inicial de salida y estimaciones de los parámetros K y X ya explicados. Para esto además, es preciso adoptar un intervalo de rastreo $\Delta t$.

### 4.3.3 Estimación de la crecida en el río Lircay en La Higuera para período de retorno de 20 años

Para determinar esta crecida se utilizó la metodología explicada en 4.3.2 a) y b).

a) Gasto máximo instantáneo en Río Lircay en Las Rastras

La estimación de un caudal máximo en el río Lircay en Las Rastras, se realizó utilizando las mediciones fluviométricas en esta estación. En las tablas II.10 y II.11

(5) Referencia citada en este capítulo

(6) U.S. Army - Coprs of Engineering Manuals. "Engineering and Design. Routing of Floods through River Channels". EM 1110-2-1408. Marzo 1960.

(del Apéndice I) se presentan los valores de caudales máximos instantáneos y máximos medios diarios registrados en la estación; los valores que se presentan en las tablas indicadas, no constituyen la serie de duración completa sino que solamente los mayores valores registrados entre los meses de mayo y septiembre (ocasionalmente otros meses), considerando que el régimen de escorrentía es fundamentalmente pluvial.

Se utilizó para determinar el gasto máximo instantáneo el siguiente procedimiento.

- Se hizo un análisis de frecuencia de gastos máximos medios diarios (tabla II.11) con una serie de excedencias anuales. No se hizo el análisis con los gastos máximos instantáneos, ya que estos valores fueron calculados mediante curvas de descarga extrapoladas hasta valores 10 veces mayores que el máximo caudal aforado; de esta forma los valores obtenidos para gastos máximos instantáneos en algunos casos, no guardan relación con las marcas de alturas máximas de agua que se observaron en terreno para el puente Las Rastras.

  Incluso para elegir la serie de excedencias anuales que se usó en el análisis de frecuencia, se desestimaron 2 valores por la misma razón recién mencionada.

  En la figura 4.3 aparece el análisis de frecuencia cuya relación se ajustó según la ecuación general de análisis de frecuencia, con un factor de frecuencia dado por Chow (7) para la distribución de probabilidades extremas tipo I.

---

(7) Chow, V.T. "Handbook of Applied Hydrology" Mc.Graw-Hill Book Company, 1964.

- Se hizo una relación gráfica entre los caudales máximos medios diarios y los caudales máximos instantáneos, a la que se ajustó una curva media; ésta se muestra en la figura 4.4.

Luego para una probabilidad de excedencia de 5%, se tiene un caudal máximo medio diario de 525 $m^3$/seg y un máximo instantáneo de 860 $m^3$/seg para río Lircay en puente Las Rastras.

b) Onda de crecida en río Lircay en Las Rastras

Sobre la base del caudal máximo medio diario y el caudal instantáneo determinados, se estimó, un caudal base de 100 $m^3$/seg. El tiempo de concentración de la cuenca de río Lircay en Las Rastras se estimó según las tablas dadas por el U.S. Navy y Texas Highways Department (1), resultando valores de 8,6 y 11,4 hrs., respectivamente. Se adoptó en definitiva un valor de 10 horas.

La forma del hidrograma de crecida se determinó según el hidrograma adimensional dado por el USSCS y que aparece en la referencia (1) de este capítulo. En la figura 4.5 aparece el hidrograma de crecida adoptado para el río Lircay en Las Rastras.

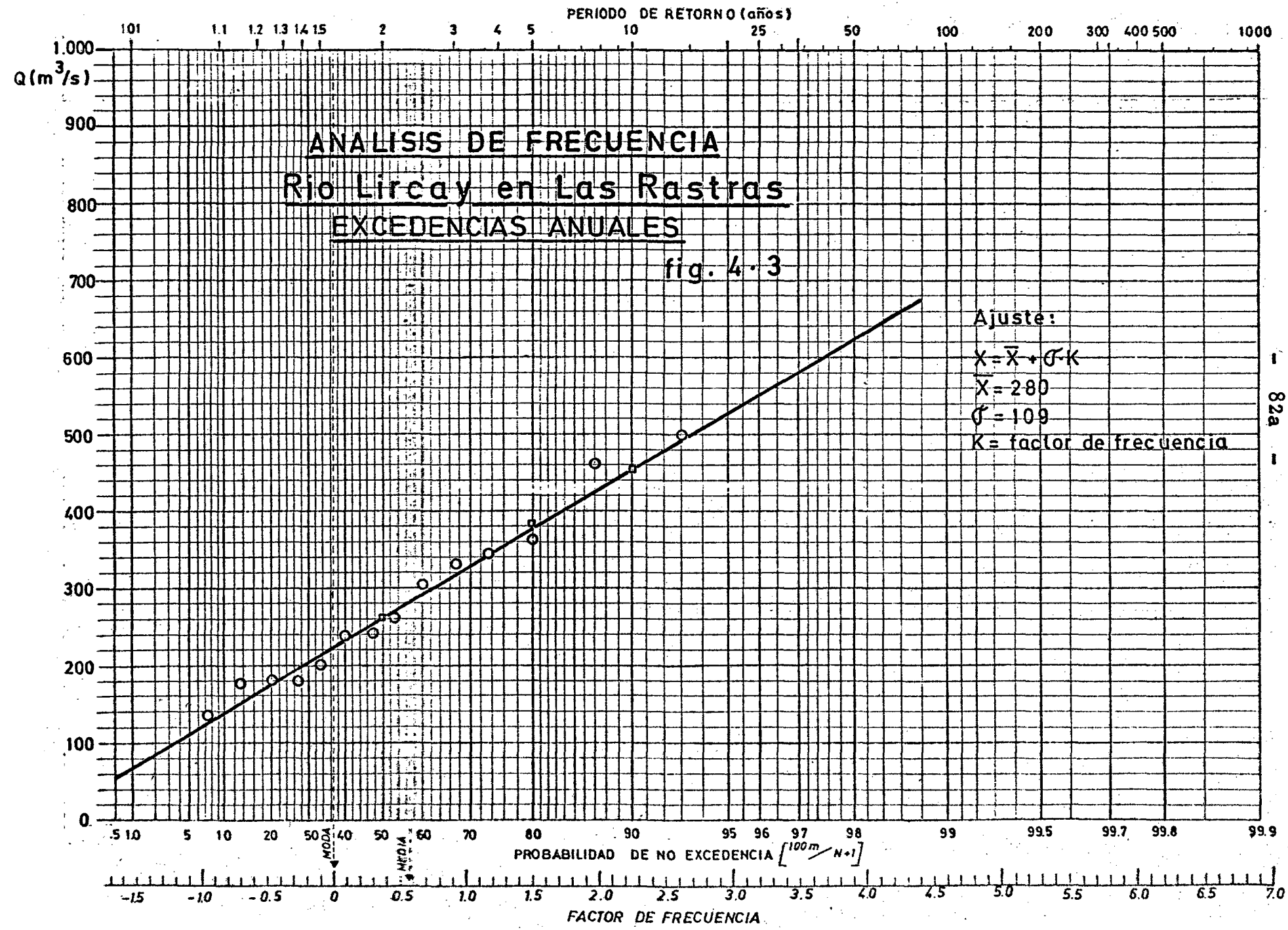
c) Onda de crecida en el estero Picazo

Para determinar la onda de crecida en el estero Picazo se desarrolló un hidrograma unitario sintético tanto para el estero Picazo como para el río Lircay en Las Rastras según el método propuesto por el USSCS que aparece en el punto 4.2.1 a 3).

El tiempo de concentración para el estero Picazo se estimó en forma similar al del río Lircay en Las Rastras, dan-

(1) Referencia citada en este capítulo.

# PAPEL DE PROBABILIDADES EXTREMAS

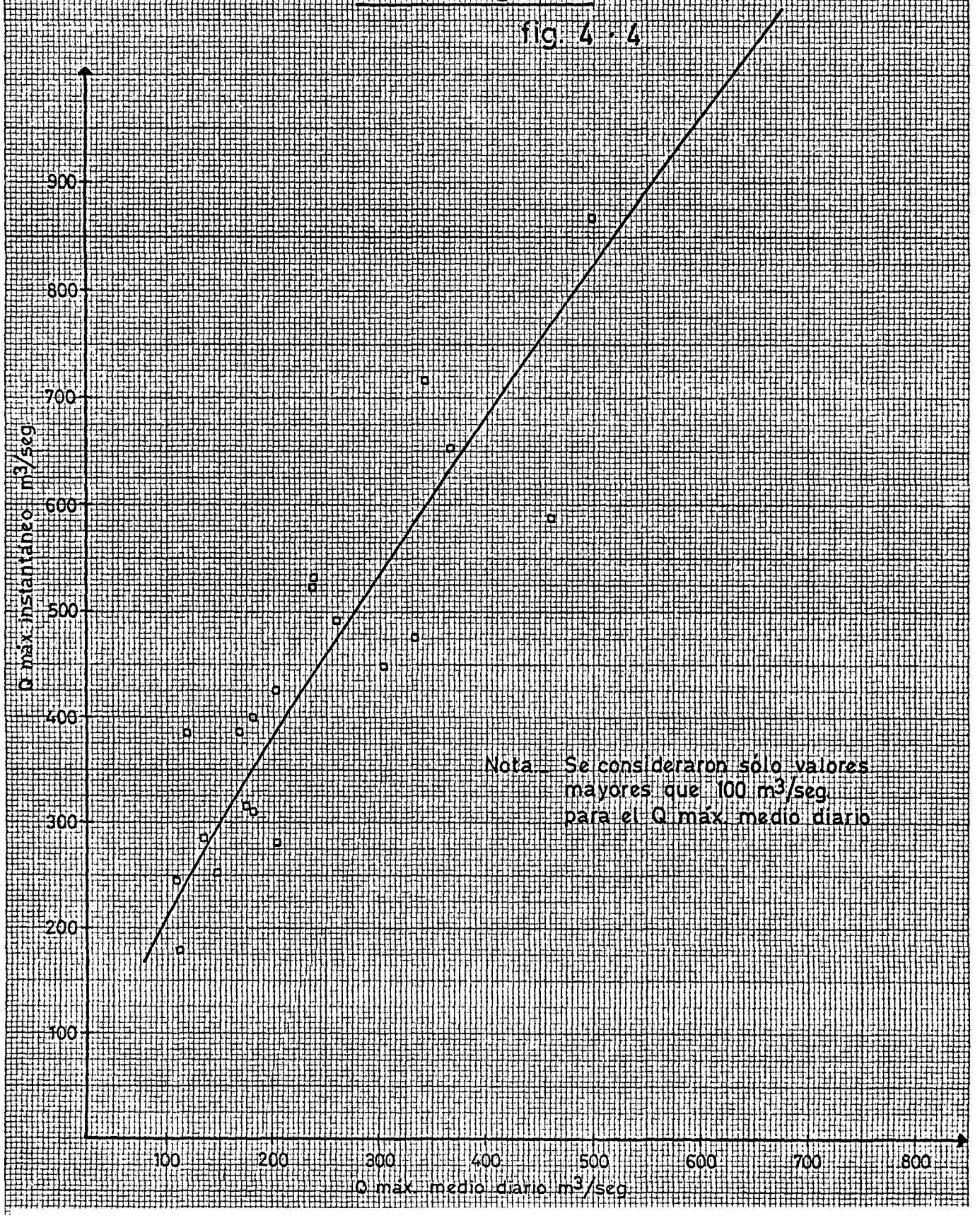


# RIO LIRCAY EN PUENTE LAS RASTRAS

Relación caudales máximos medios diarios vs caudales máximos instantáneos

## Relación gráfica

fig. 4 - 4




Nota.- Se consideraron sólo valores mayores que 100 m³/seg. para el Q máx. medio diario

do ambos métodos valores de 6,9 y 9,3 hrs. Se adoptó en definitiva un valor de 8 hrs.

Los valores usados para el cálculo de los hidrogramas unitarios sintéticos y el gasto máximo, aparecen en la tabla 4.10.

TABLA 4.10

| | Estero Picazo | Río Lircay en Las Rastras |
|---|---|---|
| Area (km2) | 211,3 | 375 |
| Longitud del cauce principal(km) | 30,0 | 36,8 |
| Pendiente media del cauce principal (%) | 5,4 | 4,8 |
| Tiempo de concentración (hrs.) | 8,0 | 10,0 |
| Caudal máximo ($m^3$/seg/mm) | 4,7 | 6,7 |

La razón entre el caudal máximo para el estero Picazo y el río Lircay en Las Rastras es de 0,7. Se consideró que, dadas las características semejantes de estas dos cuencas, la relación entre caudales máximos sintéticos, se mantiene para una onda de crecida con período de retorno de 20 años; por lo tanto, el caudal máximo instantáneo del estero Picazo se adoptó igual a 600 $m^3$/seg.El caudal base del estero Picazo se consideró proporcional al del río Lircay en Las Rastras, según la relación de áreas, obteniéndose un valor de 56 $m^3$/seg.

La forma del hidrograma de crecida se estimó según el hidrograma adimensional del USSCS que aparece en la referencia (1).

En la figura 4,5 aparece el hidrograma de crecida para el estero Picazo en desembocadura.

(1) Referencia citada en este capítulo.

d) Propagación de la crecida del río Lircay en Las Rastras hasta la junta con el estero Picazo. Este "rastreo" de crecida se hizo de acuerdo a lo explicado en el punto 4.3.2 b).

Los valores adoptados para los parámetros fueron:

$$K = 2 \text{ horas}$$
$$X = 0,25$$
$$\Delta t = 2 \text{ horas}$$

El hidrograma de crecida de río Lircay antes del estero Picazo aparece en la figura 4.5.

e) Onda de crecida en río Lircay después estero Picazo.

Este hidrograma de crecida es la suma de los hidrogramas del río Lircay antes Picazo y estero Picazo en desembocadura y aparece en la figura 4.5.

f) Hidrograma de crecida en la hoya intermedia del río Lircay entre la desembocadura del estero Picazo y La Higuera. Para determinar este hidrograma se consideró la quebrada La Zorra como representativa de la zona.

Se estimó un tiempo de concentración según la tabla dada por el U.S. Navy (1) obteniéndose un valor de 11 horas aproximadamente.

La precipitación máxima con un período de retorno de 20 años se obtuvo del análisis de precipitaciones máximas en 24 horas para la Estación Talca (Capítulo 2). Con el objeto de hacer representativo este índice de la precipitación media en la cuenca, se usaron las isoyetas medias de la referencia (8). En la tabla 4.11 se da el valor de

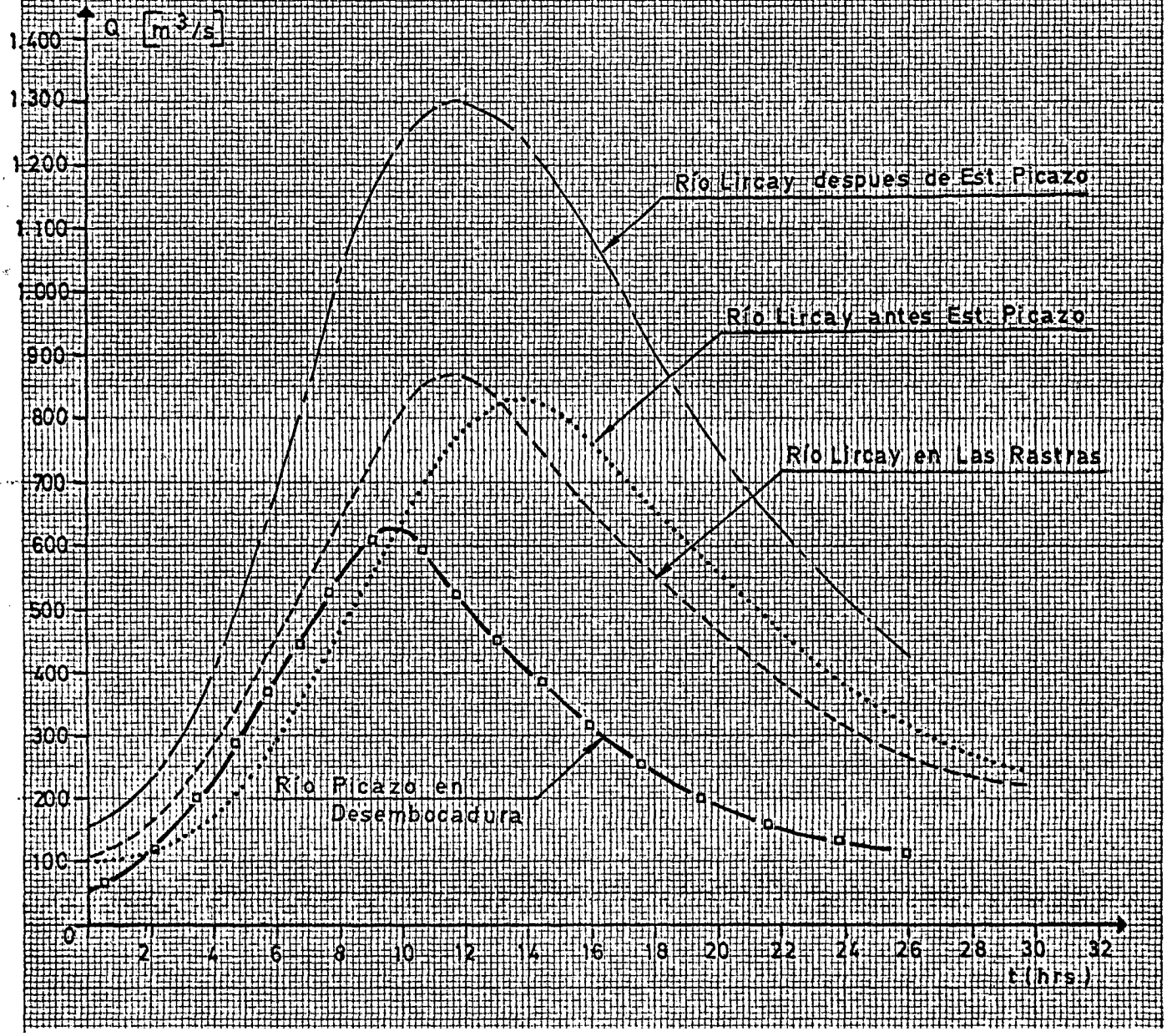
(8) André, Mario. "Pluviometría de las hoyas Mataquito, Maule e Itata". Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad de Chile. 1970.

# HIDROGRAMAS DE CRECIDAS

## Río Lircay en Las Rastras

## Estero Picazo

fig. 4 · 5



la precipitación en la Estación Talca, la precipitación modificada por isoyetas para esta hoya intermedia y la precipitación para una duración de 11 horas calculada según la fórmula de Grunsky.

TABLA 4.11

PERIODO DE RETORNO: 20 AÑOS

| | | |
|---|---|---|
| Precipitación máxima 24 hrs.: | Talca | 102 mm. |
| Precipitación máxima 24 hrs.: | Hoya intermedia Lircay | 145 mm. |
| Precipitación máxima 11 hrs.: | Hoya intermedia Lircay | 98 mm. |

El caudal máximo se determinó por el método propuesto por el USSCS explicado en el punto 4.2.1 a3).

Para esto se adoptaron los siguientes valores:

| | |
|---|---|
| - tiempo de concentración | $t_c$ = 11 hrs. |
| - duración de la lluvia | $t_r$ = 11 hrs. |
| - área de la cuenca | A = 394 $m^2$ |
| - precipitación máxima (11 hrs.) | P = 98 mm. |
| - precipitación efectiva (#) | $P_{ef}$ = 60 mm. |

El gasto máximo obtenido es de 381 $m^3$/seg. En la figura 4.6 aparece el hidrograma de crecida, con período de retorno de 20 años, adoptado para la hoya intermedia del río Lircay. Dado que la estimación de esta crecida se hizo sobre la base de hidrogramas unitarios, es preciso sumar un flujo base. El flujo base para la hoya intermedia del río Lircay se estimó en 30 $m^3$/seg.

(#) Nota: Se determinó según el método explicado en la referencia (4) de este capítulo.

g) Propagación de la crecida del río Lircay después junta con estero Picazo hasta antes junta quebrada La Zorra.

Este rastreo de crecidas se hizo de acuerdo a lo explicado en el punto 4.3.2 b).

Los valores adoptados para los parámetros del método de Muskimgum fueron:

$$K = 4 \text{ horas}$$
$$X = 0,2$$
$$\Delta t = 3 \text{ horas}$$

El hidrograma de crecida en río Lircay antes quebrada La Zorra aparece en la figura 4.6.

h) Onda de crecida en río Lircay después junta con quebrada La Zorra. Este hidrograma de crecida es la suma de los hidrogramas de río Lircay antes quebrada La Zorra y hoya intermedia río Lircay determinado en el punto f). La suma de ambos hidrogramas aparece en la figura 4.6.

i) Propagación de la crecida del río Lircay después quebrada La Zorra hasta río Lircay en La Higuera. Este "rastreo" de crecida se hizo de acuerdo a lo explicado en el punto 4.3.2 b).

Los valores adoptados para los parámetros fueron:

$$K = 4 \text{ horas}$$
$$X = 0,2$$
$$\Delta t = 3 \text{ horas}$$

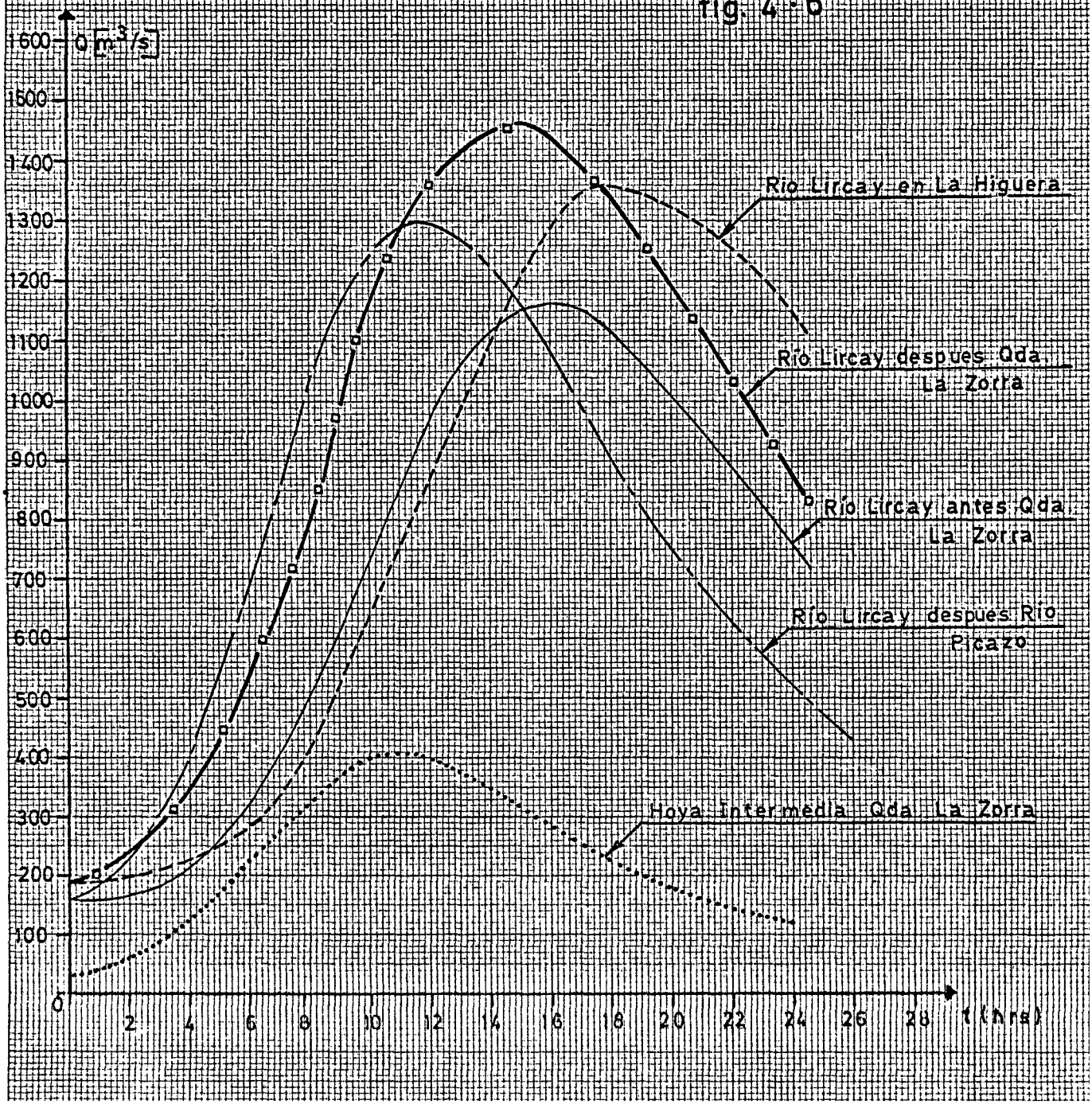
El hidrograma de crecida en el río Lircay en La Higuera aparece en la figura 4.6. El caudal máximo para este punto con un período de retorno de 20 años es de 1.350 $m^3/seg$.

# HIDROGRAMAS DE CRECIDAS

## Río Lircay en La Higuera

## Quebrada La Zorra

fig. 4.6



### 4.3.4 Estimación de crecidas de río Lircay en La Higuera para períodos de retorno de 50 y 100 años

Para el cálculo de la crecida de 50 y 100 años de período de retorno, se siguió la misma metodología empleada en el cálculo para 20 años de período de retorno descrita en 4.3.3.

Para el cálculo de la crecida para los dos períodos de retorno, se siguieron las siguientes etapas:

a) Gasto Máximo Instantáneo en Río Lircay en Las Rastras.

- Gasto Máximo Medio Diario: Del análisis de frecuencia de gastos máximos medios diarios del Lircay en Las Rastras, Figura 4.3 de la Referencia (1), se obtuvieron los caudales máximos medios diarios para las probabilidades de excedencia requeridas.

| Probabilidad de Excedencia | Período de Retorno (años) | Gasto Máx. Medio Diario (m3/s) |
|---|---|---|
| 2% | 50 | 623 |
| 1% | 100 | 695 |

- Gasto Máximo Instantáneo: De la relación gráfica entre caudales máximos medios diarios y caudales máximos instantáneos mostrada en la figura 4.4 de la Referencia (1), se obtuvieron, con los caudales máximos medios diarios indicados anteriormente, los caudales máximos instantáneos respectivos.

| Probabilidad de Excedencia | Período de Retorno (años) | Gasto Máx. Instantáneo (m3/s) |
|---|---|---|
| 2% | 50 | 991 |
| 1% | 100 | 1081 |

- Con los gastos máximos instáneos obtenidos anteriormente, se construyeron los hidrogramas de crecida del Lir-

cay en Las Rastras para los distintos períodos de retorno del punto 4.3.3 b).De la referencia (1) se obtuvieron los datos necesarios para la construcción de los hidrogramas.

La forma del hidrograma de crecida se determinó según el hidrograma adimensional dado por el USSCS (2).

En la figura 4.6.A se muestran los hidrogramas de crecida para los diferentes períodos de retorno considerados en el río Lircay en Las Rastras.

b) Onda de crecida en el Estero Picazo: Para determinar los hidrogramas de crecida en el Estero Picazo se utilizó al igual que en el Lircay en Las Rastras, el hidrograma adimensional dado por el USSCS (2).

Del análisis hecho en el punto 4.3.3.c de la referencia (1), se concluye, que la razón entre el caudal máximo para el Estero Picazo y el río Lircay en Las Rastras es de 0.7. Con esta relación se calcularon los caudales máximos instantáneos en el Estero Picazo.

| Probabilidad de Excedencia | Período de Retorno (años) | Gasto Máx.Instantáneo (m3/s) |
|---|---|---|
| 2% | 50 | 694 |
| 1% | 100 | 761 |

En la figura 4.6.A se muestran los hidrogramas de crecida para los diferentes períodos de retorno considerados en el Estero Picazo.

c) Hidrograma de crecida en la hoyz intermedia del río Lircay: Para determinar estos hidrogramas se consideró la Quebrada La Zorra como representativa de la zona.

(2) Diseño de Presas Pequeñas. Punto 4.2.1.a3 de la referencia (1).

Del estudio hecho en el punto 4.3.3. f) de la referencia (1), se obtuvieron los datos y relaciones necesarias para el cálculo de los caudales máximos en la hoya intermedia.

Características de la hoya:

| | |
|---|---|
| Tiempo de concentración | $t_c$ = 11 hrs. |
| Duración de la lluvia | $t_R$ = 11 hrs. |
| Area de la cuenca | A = 394 $Km^2$ |
| Flujo base de la hoya | $Q_B$ = 30 $m^3/seg.$ |

Precipitaciones:

| Período de retorno | Precip.máx. 24 hrs.(Talca) | Precip.Máx. 24 hrs.(hoya Interm. | Precip.Máx. 11 hrs.(hoya interm. | Precip. Efect. (mm) |
|---|---|---|---|---|
| 50 años | 118 mm. | 168 mm. | 113 mm. | 69 |
| 100 años | 130 mm. | 185 mm. | 125 mm. | 76 |

El caudal máximo se determinó por el método propuesto por el USSCS. Referencia (2).

| Probabilidad de Excedencia | Período de Retorno (años) | Caudal Máximo (m3/seg.) |
|---|---|---|
| 2% | 50 | 480 |
| 1% | 100 | 529 |

Los hidrogramas de crecida para la hoya intermedia se muestran en la figura 4.6 A.

d) Hidrogramas de crecida río Lircay antes confluencia con Estero Picazo: Para obtener estos hidrogramas se hizo un estudio de propagación de la crecida del río Lircay en Las Rastras hasta la junta con el Estero Picazo. Este rastreo de crecidas se hizo aplicando el método de Muskingum explicado en el punto 4.3.2.b) de la referencia (1).

Aplicando el método indicado, con los parámetros adoptados en el punto 4.3.3.d) de la referencia (1), se calcularon los hidrogramas de crecida para los diferentes períodos de retorno. Estos se muestran en la figura 4.6.A.

Los valores adoptados para los parámetros del método de Muskingum son los siguientes:

$K = 2$ horas
$X = 0,25$
$\Delta_t = 2$ horas

e) Hidrograma de crecida río Lircay después del Estero Picazo: Estos hidrogramas se obtienen sumando los hidrogramas del Lircay antes del Estero Picazo con los hidrogramas de crecida en el Estero Picazo, para cada período de retorno.

Los hidrogramas de crecidas del río Lircay después del Estero Picazo se muestran en la figura 4.6.B.

f) Hidrogramas de crecida en el Lircay antes de la Quebrada La Zorra: Haciendo el estudio de propagación de la crecida del Lircay después de la junta con el Estero Picazo utilizando el método de Muskingum explicado en el punto 4.3.2.b), de la referencia (1), se obtuvieron los hidrogramas de crecida en el Lircay antes de la Quebrada La Zorra.

Los valores adoptados son los siguientes, punto 4.3.3.g) referencia (1):

$K = 4$ horas
$X = 0,2$
$\Delta_t = 3$ horas

Los hidrogramas de crecida para los distintos períodos de retorno se muestran en la figura 4.6.B.

g) Hidrogramas de crecidas en el Lircay después de la Quebrada La Zorra: Estos hidrogramas se muestran en la figura 4.6.C y corresponden a la suma de los hidrogramas del Lircay antes de la Quebrada La Zorra y los hidrogramas de la hoya intermedia.

h) Hidrogramas de crecidas en el Lircay en La Higuera: Para obtener los hidrogramas de crecidas para los diferentes períodos de retorno en el Lircay en La Higuera, se hizo el análisis de propagación descrito en el punto 4.3.2.b) de la referencia (1).

Los valores de los parámetros estimados en el punto 4.3.3.i) de la referencia (1) son los siguientes:

$$K = 4 \text{ horas}$$
$$X = 0,2$$
$$\Delta_t = 3 \text{ horas}$$

Los hidrogramas finales se muestran en la figura 4.6.C.

Los caudales máximos obtenidos en el Lircay en La Higuera para los diferentes períodos de retorno son los siguientes:

| Probabilidad de Excedencia | Período de Retorno (años) | Caudal Máximo (m3/seg) |
|---|---|---|
| 2% | 50 | 1.611 |
| 1% | 100 | 1.725 |

4.3.5 Estero Pangue en la desembocadura para períodos de retorno de 50 y 100 años

a) Tiempo de concentración: El tiempo de concentración

estimado en el punto 4.4.3.a) de la referencia (1) fue de 18 horas aproximadamente.

b) Precipitación máxima: Las precipitaciones máximas en 24 horas para el Estero Pangue se estimarán de la misma forma como se hizo en el punto 4.4.3.b) de la referencia (1).

| Período de retorno | Precip.Máx. 24hrs.(Talca) | Precip.Máx. 24hrs.(Pangue) | Precip.Máx. 18hrs.(Pangue) | Prec. Efect. |
|---|---|---|---|---|
| 50 años | 118 mm. | 164 mm. | 142 mm. | 90 mm. |
| 100 años | 130 mm. | 181 mm. | 157 mm. | 100 mm. |

c) Caudal máximo: Para el cálculo del caudal máximo para cada período de retorno se utilizaron los parámetros y relaciones estimadas en el punto 4.4.3.c) de la referencia (1).

| | |
|---|---|
| Tiempo de concentración: | $t_c$ = 18 hrs. |
| Duración de la lluvia: | $t_R$ = 18 hrs. |
| Area de la cuenca | A = 378 $Km^2$ |

El hidrograma para cada período de retorno que es muestra en la figura 4.7.A fue construído según el método del USSCS explicado en el punto 4.2.1.d3) de la referencia (1).

Los caudales máximos obtenidos en el Estero Pangue en la desembocadura para los diferentes períodos de retorno son los siguientes:

| Probabilidad de Excedencia | Período de retorno | Caudal Máximo (m3/seg) |
|---|---|---|
| 2% | 50 años | 368 |
| 1% | 100 años | 406 |

## 4.4 ESTIMACION DE CRECIDAS EN LOS ESTEROS PANGUE Y LAS CHILCAS

### 4.4.1 Generalidades

En los esteros Pangue y Las Chilcas no existe información fluviométrica alguna, por lo que fue necesario estimar para cada uno de ellos un hidrograma unitario sintético, a partir del cual, con datos de precipitaciones máximas con determinada probabilidad de excedencia, se determinaron las crecidas en los puntos de interés.

Las cuencas de estos esteros tienen superficies de 378 y 270 $km^2$ respectivamente; sus cuencas afluentes están constituídas fundamentalmente por terrenos relativamente planos, aptos para la agricultura y con un régimen netamente pluvial.

El objetivo de este punto es determinar crecidas con un período de retorno de 20 años, para el diseño de bocatomas de canales.

### 4.4.2 Metodología

a) Etapas del análisis. Los hidrogramas de crecida se determinaron de acuerdo con las siguientes etapas:

- Estimación de la precipitación máxima con un período de retorno de 20 años.
- Estimación del tiempo de concentración de la cuenca.
- Estimación del gasto máximo del hidrograma unitario sintético y la forma de la onda de crecida.

### 4.4.3 Estimación de la crecida en el Estero Pangue en Desembocadura

La crecida se determinó de acuerdo a las etapas mencionadas en 4.4.2.

a) Tiempo de concentración. Se determinó de acuerdo a la tabla dada por el U.S. Navy (1) con una pendiente media del cauce principal se obtuvo un tiempo de concentración de 18 hrs. aproximadamente.

b) Precipitación máxima con un período de retorno de 20 años. La precipitación máxima se obtuvo del análisis de precipitaciones máximas en 24 horas, para la Estación Talca (capítulo 2). Con el objeto de hacer representativo este índice de la precipitación media en la cuenca, se usaron las isoyetas medias de la referencia (8). En la Tabla 4.12 se da el valor de la precipitación en la Estación Talca, la precipitación modificada por isoyetas para la hoya del estero Pangue y la precipitación para una duración de 18 hrs. calculada según la fórmula de Grunsky.

TABLA 4.12

PERIODO DE RETORNO: 20 años

| | | |
|---|---|---|
| Precipitación máxima 24 hrs.: | Talca | 102 mm. |
| Precipitación máxima 24 hrs.: | Pangue | 142 mm. |
| Precipitación máxima 18 hrs.: | Pangue | 122 mm. |

c) Hidrograma Unitario Sintético e Hidrograma de crecida. El hidrograma unitario sintético se estimó según el método del U.S.S.C.S. explicado en el punto 4.2.10 3).

Para esto se adoptaron los siguientes valores:

| | |
|---|---|
| - tiempo de concentración | $t_c$ = 18 hrs. |
| - duración de la lluvia | $t_r$ = 18 hrs. |
| - área de la cuenca | A = 378 $km^2$ |
| - precipitación máxima (18 hrs.) | P = 122 mm. |

(1) Referencia citada en este capítulo
(8) Referencia citada en este capítulo

- precipitación efectiva (*) $P_{ef}$ = 77,5 mm.

El gasto máximo es de 291 $m^3$/seg.

La forma del hidrograma de crecida se determinó en base al hidrograma adimensional dado por el USSCS en la referencia (1) de este capítulo.

En la figura 4.7 aparece el hidrograma de crecida con período de retorno 20 años, adoptado para el estero Pangue. Dado que la estimación de esta crecida se hizo en base a hidrogramas unitarios, es preciso sumar un flujo base. El flujo base para el estero Pangue se estimó en 30 $m^3$/seg.

### 4.4.4 Estimación de la crecida en el Estero Las Chilcas en Desembocadura

La crecida se determinó de acuerdo a las etapas mencionadas en el punto 4.4.2.

a) Tiempo de concentración. Se determinó de acuerdo a la tabla dada por el U.S. Navy (1) con una pendiente media del cauce principal de 1,2%, obteniéndose un tiempo de concentración de 23 hrs. aproximadamente.

b) Precipitación máxima con un período de retorno de 20 años. La precipitación máxima se obtuvo del análisis de precipitaciones máximas en 24 hrs. para la Estación Talca y modificada según isoyetas (8).

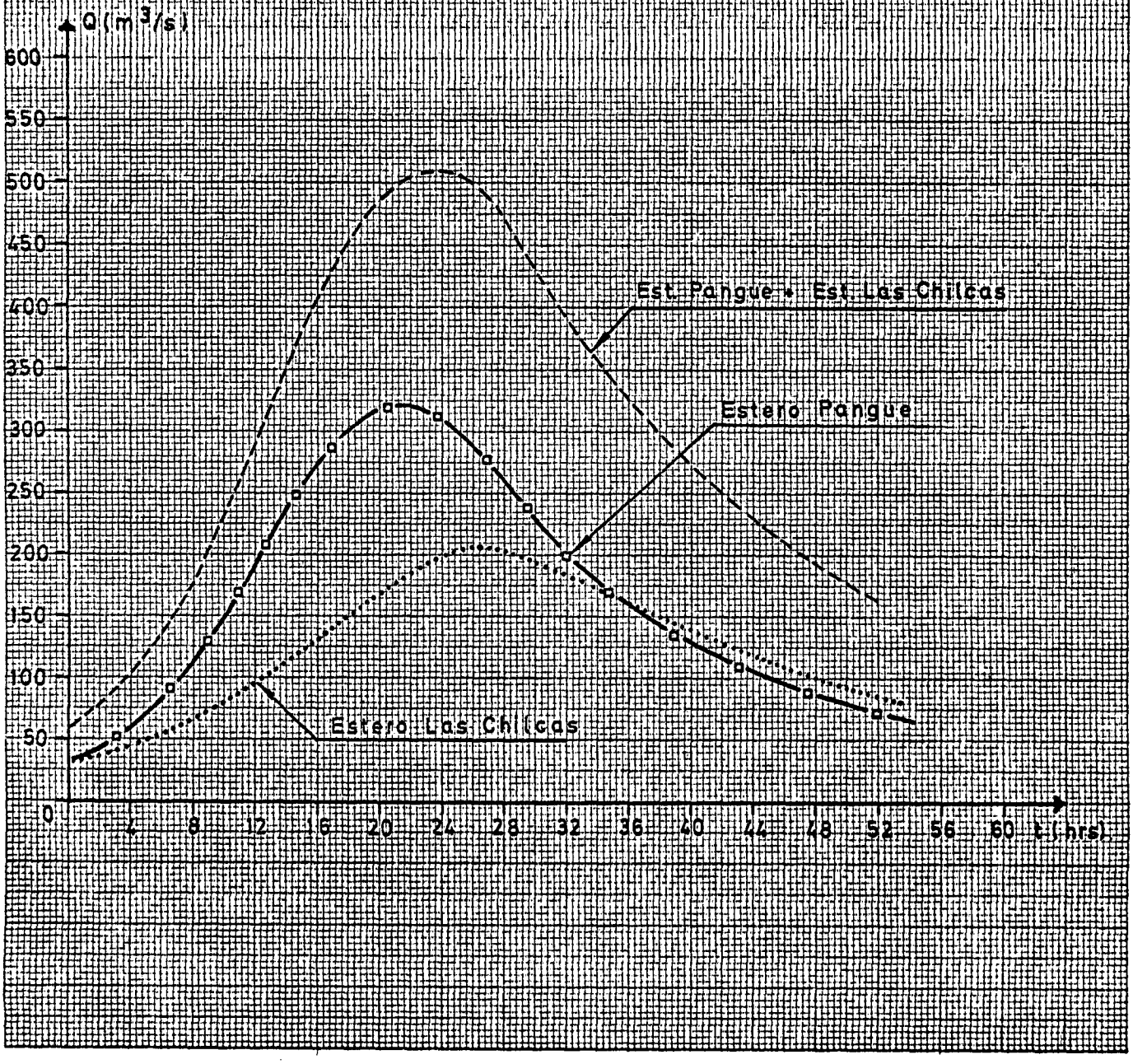
En la tabla 4.13 se da el valor de la precipitación en la estación Talca, la precipitación modificada por isoyetas

(*) Nota. Se determinó según lo explicado en la referencia (4) de este capítulo.
(8) referencia citada en este capítulo.

# HIDROGRAMAS DE CRECIDAS

## Esteros Pangue y Las Chilcas

fig. 4.7



para la hoya del Estero Las Chilcas y la precipitación para una duración de 23 hrs. calculada según la fórmula de Grunsky.

TABLA 4.13

Período de retorno: 20 años

| | |
|---|---|
| Precipitación máxima 24 hrs.: Talca | 102 mm. |
| Precipitación máxima 24 hrs.: Las Chilcas | 132 mm. |
| Precipitación máxima 23 hrs.: Las Chilcas | 127 mm. |

c) Hidrograma Unitario Sintético e Hidrograma de crecida.

El hidrograma unitario sintético se estimó según el método dado por el USSCS explicado en el punto 4.2.1 a3).

Los valores de las variables y características de la cuenca, fueron en este caso:

| | |
|---|---|
| - tiempo de concentración | $t_c$ = 23 hrs. |
| - duración de la lluvia | $t_r$ = 23 hrs. |
| - área de la cuenca | A = 270 $km^2$ |
| - precipitación máxima (23 hrs.) | P = 127 mm. |
| - precipitación efectiva (*) | $P_{ef}$ = 81 mm. |

El gasto máximo es de 175 $m^3$/seg.

La forma del hidrograma de crecida se determinó en base al hidrograma adimensional dado por el USSCS en la referencia (1) de este capítulo.

En la figura 4.7 aparece el hidrograma de crecida con período de retorno 20 años, adoptado para el estero Las Chilcas. Por las razones indicadas en 4.4.3, se estimó un gasto base de 30 $m^3$/seg.

(*) Nota. Se determinó según lo explicado en la referencia (4)) de este capítulo.

## 4.5 ESTIMACION DE CRECIDAS EN EL RIO CLARO EN ITAHUE Y EN EL RIO CLARO ANTES JUNTA CON RIO LIRCAY

### 4.5.1 Generalidades

La estimación de crecidas en el Río Claro se hizo en base a los datos medidos en la estación fluviométrica de Río Claro en Camarico. Esta estación controla una cuenca de 778 $km^2$ fundamentalmente de baja cordillera y con un régimen principalmente pluvial. En este punto se pretende determinar una crecida para el diseño de una bocatoma en la localidad de Itahue, y para el diseño de un sifón en el río Claro antes de la desembocadura del Río Lircay. Para estimar la crecida en Itahue, se usaron los datos de la estación fluviométrica Río Claro en Camarico directamente.

Entre el Río Claro en Camarico y el Río Claro antes de la desembocadura del Río Lircay, hay una distancia de 41 kms. aproximadamente; en el tramo existe el aporte de la cuenca intermedia del Río Claro cuya superficie es de 272 $km^2$ y de los esteros Pangue y Las Chilcas a través del Estero Panguilemo, y cuyos hidrogramas de crecida se estimaron en el punto 4.4.

### 4.5.2 Metodología

a) Crecida en el Río Claro en Itahue.

Determinar un gasto máximo instantáneo con una determinada probabilidad de excedencia, en base a técnicas de análisis de frecuencia con datos registrados en la estación Claro en Camarico.

b) Crecida en el Río Claro antes junta con Río Lircay.
Se siguieron las siguientes etapas:

- Determinar una onda de crecida para el gasto máximo instantáneo en Claro en Camarico.
- Estimar un hidrograma de crecida, para igual probabilidad de excedencia, en base a hidrogramas unitarios sintéticos, para el total de la cuenca intermedia del Río Claro entre Camarico y la desembocadura del Río Lircay.
- Utilizando métodos de análisis de propagación de crecidas, trasladar el hidrograma de crecida en Claro en Camarico a un punto intermedio entre Camarico y la desembocadura del Río Lircay.
- Sumar al hidrograma anterior la onda de crecida estimada para la hoya intermedia del Río Claro.
- Utilizando métodos de propagación de crecidas, trasladar el hidrograma del punto intermedio del Río Claro más el hidrograma de la hoya intermedia del Río Claro, al Río Claro antes desembocadura Río Lircay.
- Sumar al hidrograma anterior las ondas de crecida de los esteros Pangue y Las Chilcas determinándose el hidrograma de crecida en el punto de interés: Río Claro antes junta con el Río Lircay.

4.5.3 Estimación de la crecida en el Río Claro en Itahue

Se hizo de acuerdo a lo explicado en el punto 4.5.2 a).

En las tablas II.12 y II.13 del Apéndice II aparecen los caudales máximos medios diarios y máximos instantáneos respectivamente, para los meses de Mayo a Septiembre y eventualmente otros meses, para el período comprendido entre 1953 y 1975, en la estación Río Claro en Camarico.

De los valores de la tabla II.12 gastos máximos medios diarios se eligió una serie de excedencias anuales, cuyo análisis de frecuencia aparece en la figura 4.8 (Papel Gumbel). Para el trazado de la relación se hizo un ajus-

te teórico considerando una Distribución Extrema Tipo I. (9). Se prefirió utilizar los gastos máximos medios diarios para hacer el análisis de frecuencia, antes que directamente los máximos instantáneos, ya que todos estos valores son producto de enormes extrapolaciones teóricas de las curvas de descarga; en este sentido, los máximos medios diarios en general corresponden a extrapolaciones más moderadas.

Se estableció una relación entre los caudales máximos medios diarios y máximos instantáneos, a lo cual se ajustó una relación media en forma gráfica; ésta aparece en la figura 4.9.

En la tabla 4.14 se dan los valores del gasto máximo medio diario e instantáneo para distintos períodos de retorno.

TABLA 4.14

| | | | |
|---|---|---|---|
| Período de retorno | años | 20 | 50 |
| Gasto máx.medio diario | $m^3$/seg. | 665 | 800 |
| Gasto instantáneo | $m^3$/seg. | 1.050 | 1.260 |

4.5.4 Estimación de la crecida en el Río Claro antes de junta con Río Lircay

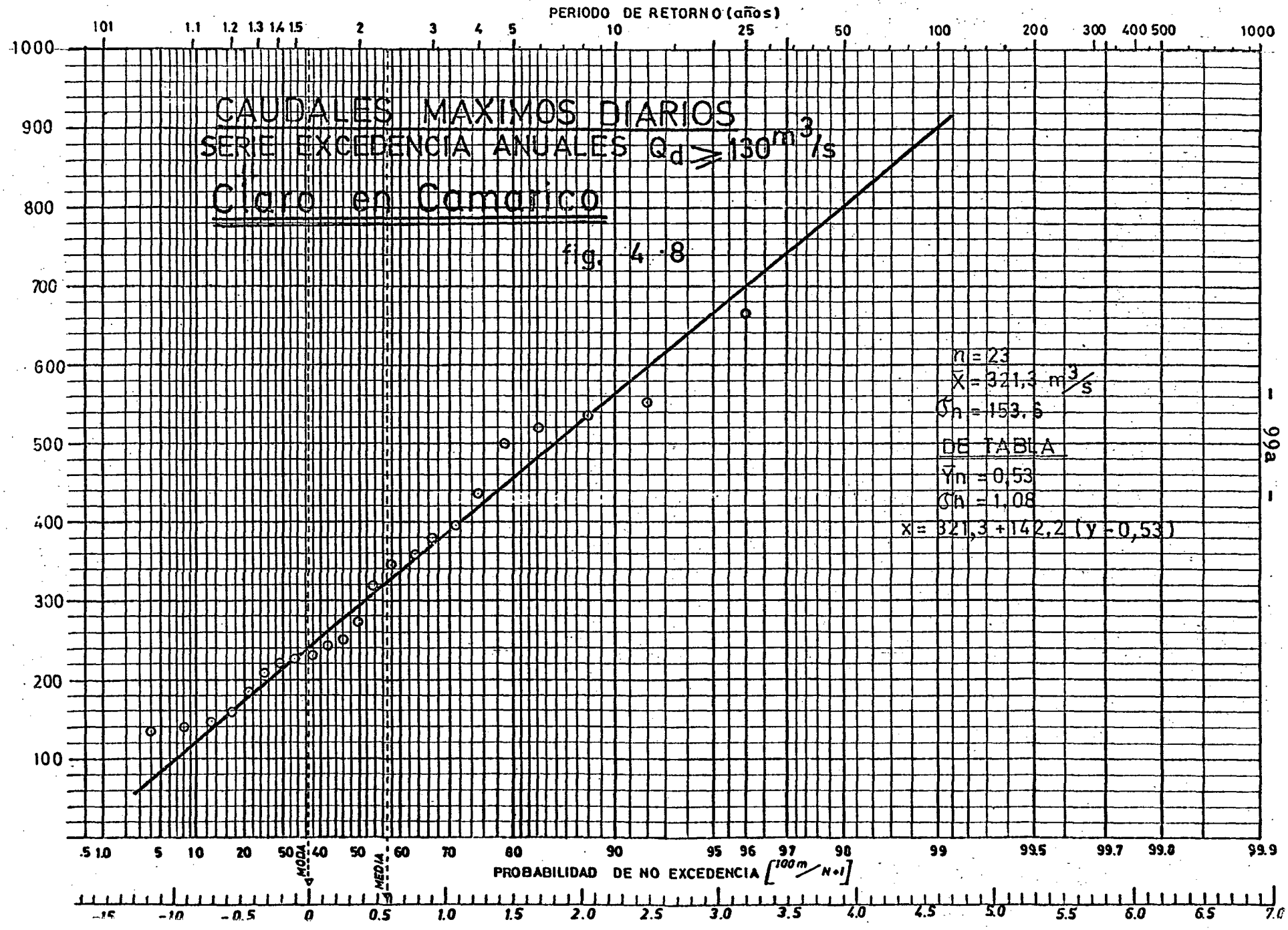
Se hizo de acuerdo a lo explicado en el punto 4.5.2 b).

a) Para la crecida del Río Claro en Camarico, se adoptó un caudal base de 160 $m^3$/seg y se dió una forma al hidrograma adimensional propuesto por el USSCS (1). Se estimó el tiempo de ocurrencia del gasto máximo, según la fórmu-

(9) Varas E. y P. Ferrer. "Métodos Estadísticos en Hidrología". Universidad Católica de Chile, Oct.1972.

(1) Referencia citada en este capítulo.

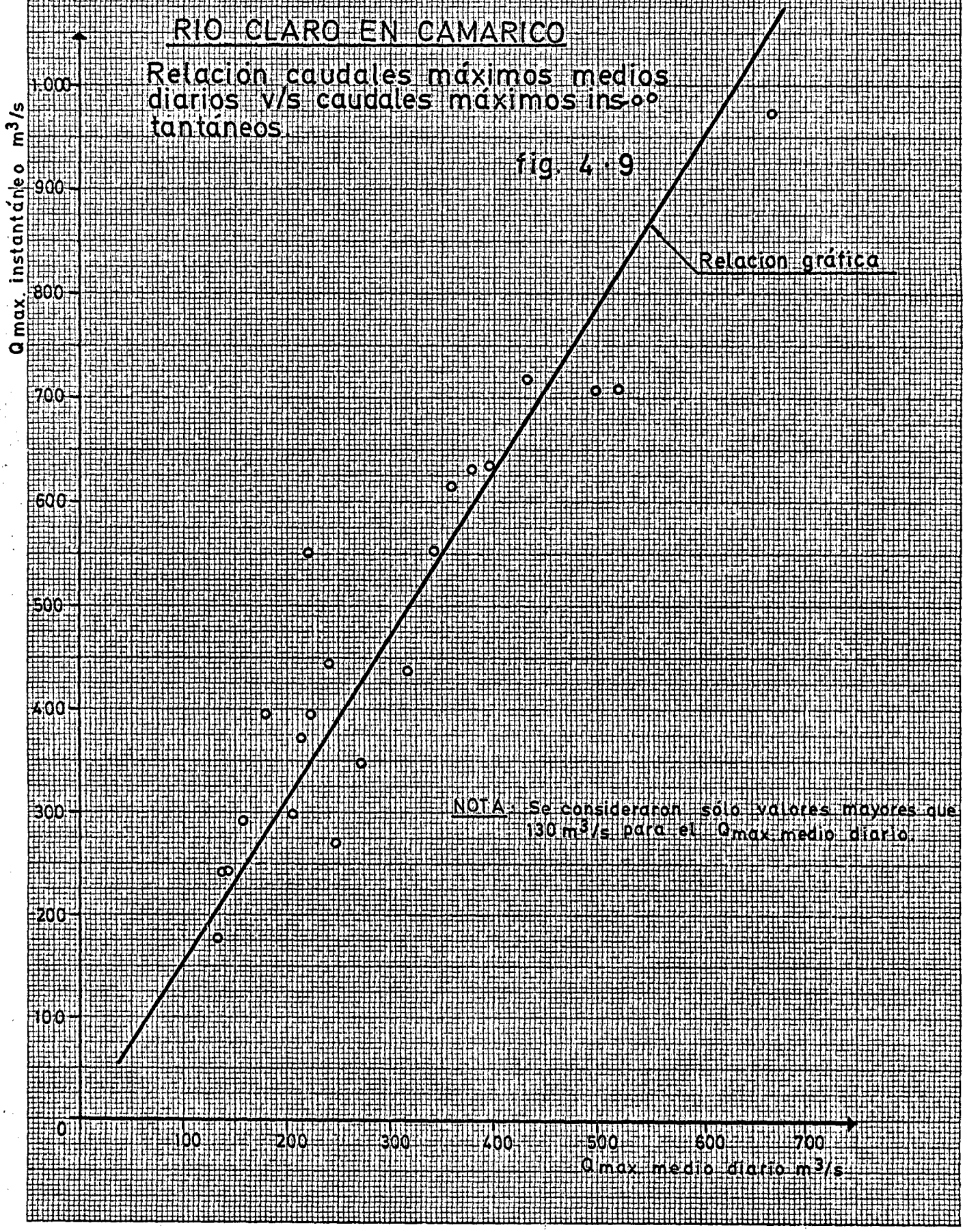
# PAPEL DE PROBABILIDADES EXTREMAS



# RIO CLARO EN CAMARICO

Relación caudales máximos medios diarios v/s caudales máximos instantáneos.

fig. 4.9




NOTA: Se consideraron sólo valores mayores que 130 $m^3/s$ para el Qmax. medio diario.

la propuesta por el USSCS, que aparece explicada en el punto 4.2.1 a3). El tiempo de concentración para una pendiente media del cauce principal de 3,1% es de 23 hrs. según las tablas ya citadas, del U.S. Navy (1).

En la figura 4.10 aparece el hidrograma de crecida en Río Claro en Camarico.

b) Hidrograma de crecida hoya intermedia Río Claro.

Se determinó de acuerdo a la tabla dada por el U.S.Navy (1) con una pendiente media del cauce principal de 0,3%, un tiempo de concentración de 23 hrs.

La precipitación máxima con un período de retorno de 20 años, se obtuvo del análisis de precipitaciones máximas en 24 hrs, para la Estación Talca; este índice se asimiló a una precipitación media en la cuenca de acuerdo con isoyetas promedio de la zona (8).

En la tabla 4.15 se da el valor de la precipitación modificada según isoyetas para la hoya intermedia del Río Claro, y la precipitación para una duración de 23 hrs. calculada según la fórmula de Grunsky.

TABLA 4.15

| | | |
|---|---|---|
| Precipitación máx. 24 horas: | Talca | 102 mm. |
| Precipitación máx. 24 horas: | H.Int. Claro | 114 mm. |
| Precipitación máx. 23 horas: | H.Int. Claro | 112 mm. |

El hidrograma unitario sintético se estimó según el método propuesto por el USSCS y explicado en el punto 4.2.1 a3).

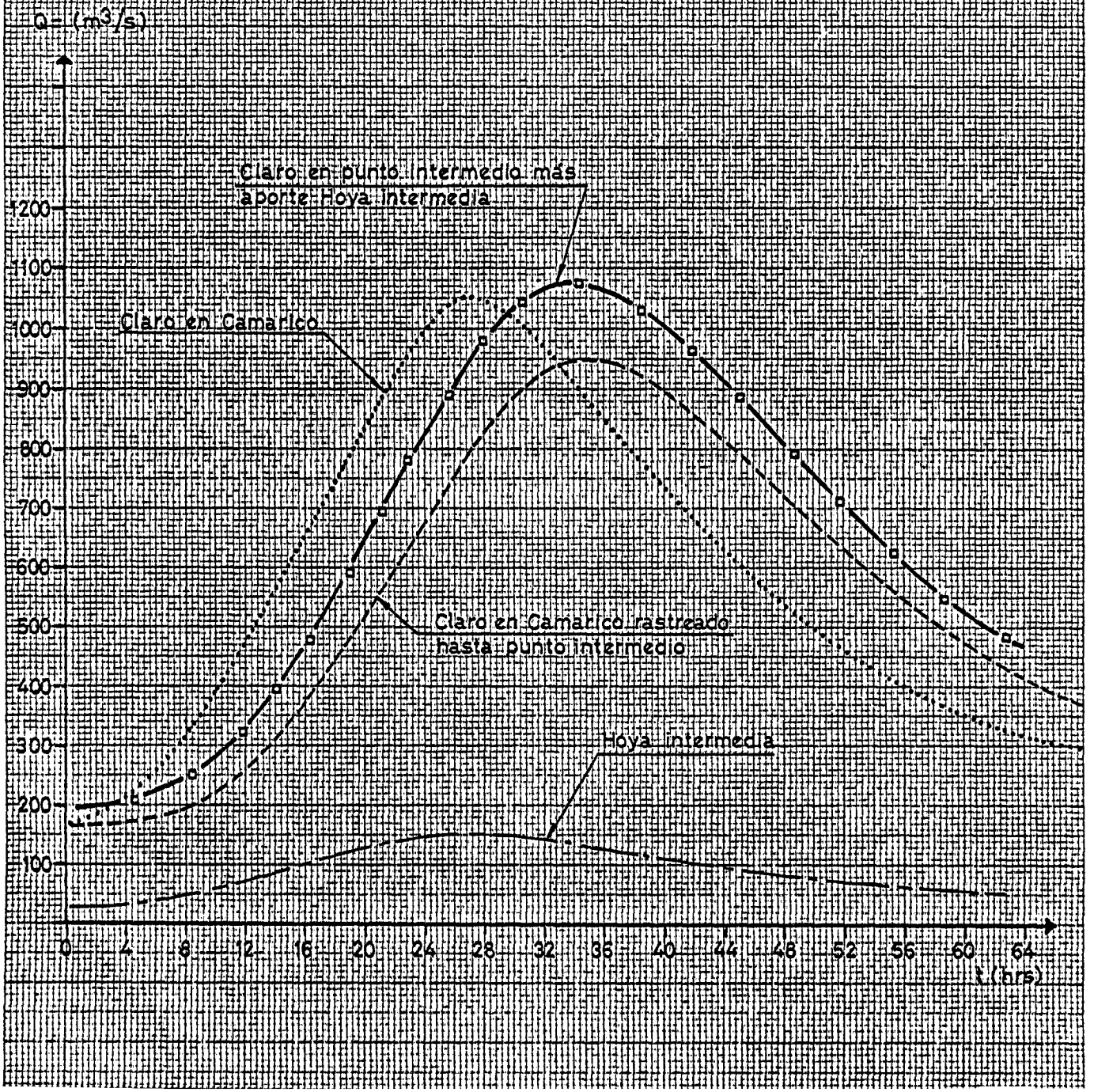
Para los valores de:

(1) Referencia citada de este capítulo.
(8) Referencia citada de este capítulo.

# HIDROGRAMAS DE CRECIDAS

## Río Claro

fig. 4.10



- tiempo de concentración $t_c$ = 23 hrs.
- duración de la lluvia $t_r$ = 23 hrs.
- área de la cuenca A = 272 $km^2$
- precipitación máxima (23 hrs.) P = 112 mm.
- precipitación efectiva (*) $P_{ef}$ = 74 mm.

El gasto máximo obtenido es de 154 $m^3/seg$.

La forma del hidrograma de crecida se determinó en base al hidrograma adimensional dado por el USSCS en la referencia (1) de este capítulo.

En la figura 4.10 aparece el hidrograma de crecida de la hoya intermedia del Río Claro, al cual se ha sumado un caudal base de 30 $m^3/seg$.

c) Se estudió la propagación de la onda de crecida del hidrograma determinado para Río Claro en Camarico hasta un punto intermedio entre Camarico y la desembocadura del Río Lircay, de acuerdo a lo explicado en el punto 4.3.2 (b).

Para el análisis de este tramo, se adoptaron los siguientes valores de los parámetros del método de Muskingum:

$$K = 8 \text{ horas}$$
$$X = 0,2$$
$$\Delta t = 4 \text{ horas}$$

En la figura 4.10 aparece el hidrograma hasta el punto intermedio citado.

d) En la figura 4.10 aparece el hidrograma "rastreado" hasta el punto intermedio del Río Claro, más el hidrograma de crecida de la hoya intermedia del Río Claro. Este hidrograma fue trasladado a Río Claro antes junta con Río

(*) Nota: Se determinó según el método explicado en la referencia (4) de este capítulo.

Lircay, de acuerdo a lo explicado en el punto 4.3.2. b).

Para este análisis, se adoptaron los siguientes valores de los parámetros del método de Muskingum:

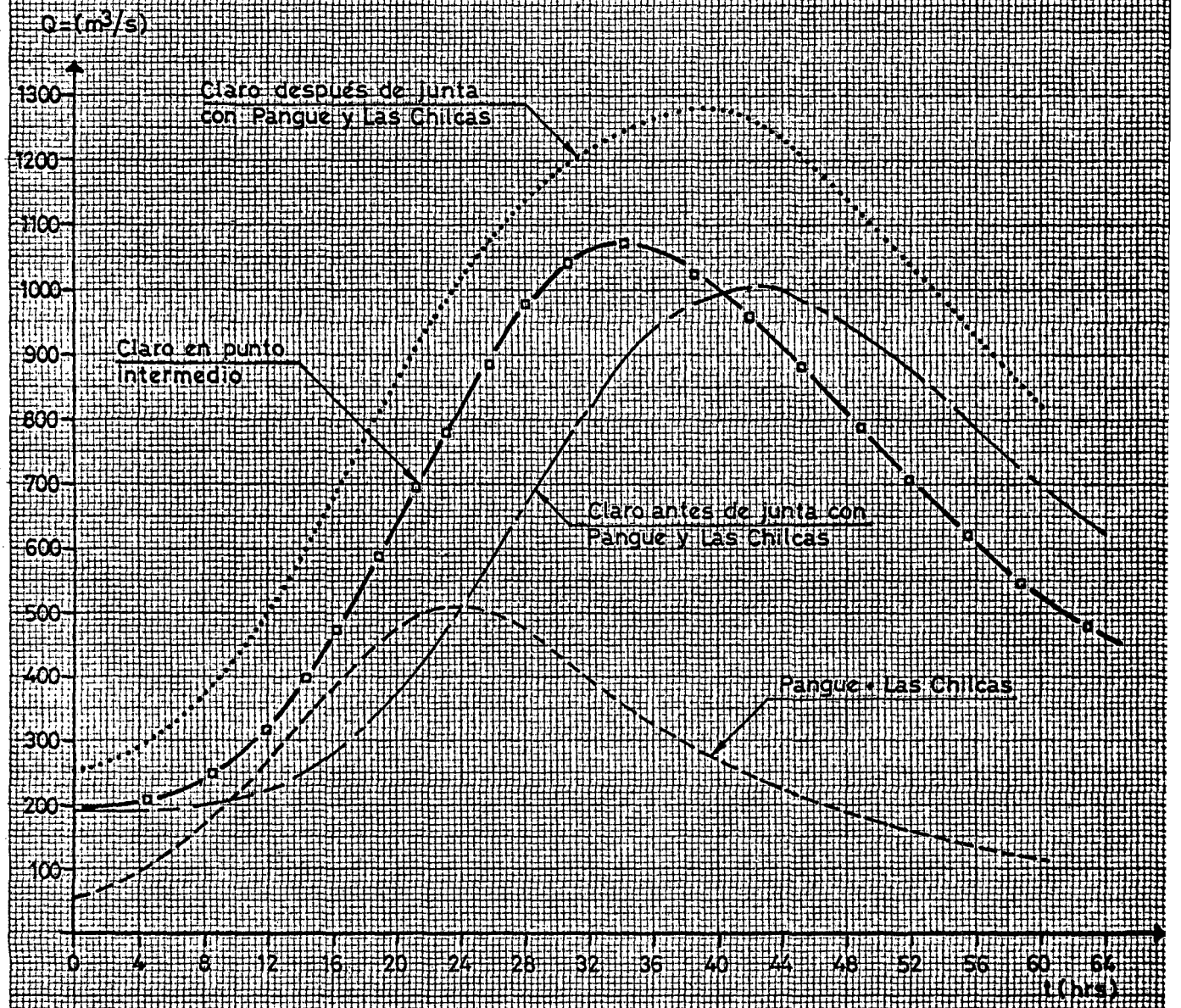
$$K = 8 \text{ horas}$$
$$X = 0,2$$
$$\Delta t = 4 \text{ horas}$$

e) Finalmente, al hidrograma obtenido en Río Claro antes junta con el Río Lircay, se sumaron los hidrogramas de crecida de los esteros Pangue y Las Chilcas resultando un caudal máximo de 1.280 $m^3/seg$. Este caudal correspondería a la crecida con período de retorno de 20 años, en el Río Claro antes junta con el Río Lircay. El hidrograma aparece en la figura 4.11.

# HIDROGRAMAS DE CRECIDAS

## Río Claro

fig. 4·11



# 5. AGUA POTABLE DE TALCA Y DERECHOS DE AGUA.

Como complemento del estudio hidrológico realizado anteriormente se hará un análisis de la demanda actual y futura de agua de Talca y se agregará el listado de los derechos de agua existentes en los cauces naturales de la zona comprendida entre los ríos Claro y Maule.

## 5.1. Agua Potable de Talca.

### 5.1.1. Situación Actual.

a) Población: Según el Anuario Estadístico de 1976, publicación oficial del Instituto Nacional de Estadísticas, la población estimada de Talca al 31 de diciembre de 1975 era de 117 400 habitantes.

b) Abastecimiento: Toda el agua potable que se utiliza en Talca se extrae de la napa subterránea. Hay un total de catorce pozos profundos en funcionamiento, los cuales proporcionan en conjunto 530 l/s. De ellos hay seis situados en la planta Monte Baeza, ubicada al oriente de la ciudad y otros cuatro se encuentran en la planta Río Claro. Los restantes están colocados dentro de la ciudad excepto uno ubicado en el recinto de la Universidad Católica.

c) Regulación: La planta Monte Baeza posee un volumen de estanques igual a 8 000 m3 y la planta Río Claro cuenta con 4 000 m3 de volumen en estanques. En relación con los pozos profundos reseñados en

el párrafo anterior, se tiene que todos los de la planta Monte Baeza y tres de la planta Río Claro están conectados a estanques de regulación; los otros cinco elevan directamente a la red de dis - tribución.

d) Demanda: La demanda al año 1975, considerando un consumo de 250 l por habitante/día, es la siguiente:

| | |
|---|---|
| Gasto del día medio | 340 l/s |
| Gasto del día medio máximo | 510 l/s |
| Gasto de la hora máxima | 770 l/s |

La mayor parte de los pozos en funcionamiento son de construcción relativamente reciente (menos de quince años). Igualmente son modernas algunas instalaciones cuyo objeto es el mejoramiento de la red de distribución. Del examen de las cifras dadas más arriba se deduce que la demanda de la ciudad de Talca está a punto de copar la capacidad de abastecimiento para el día medio máximo.

5.1.2. Situación Futura.

La Dirección de Obras Sanitarias se encuentra preocupada en este momento de estudiar el aumento de la capacidad de abastecimiento de agua potable para Talca. Al mismo tiempo que conseguir el resultado anotado, se pretende que en lo posible, tal aumento se realice con conducción y distribución gravitacional y que permita asegurar el abastecimiento de agua potable hasta el año 2000.

a) Población en el año 2000: No existe una cifra de carácter oficial para la estimación de la población de Talca en el año 2000. Los resultados censales a partir de 1907 son:

| Censo | Habitantes | Variación media en el período (%) |
|---|---|---|
| 1907 | 30 840 | 1,21 |
| 1920 | 36 080 | 2,24 |
| 1930 | 45 020 | 1,15 |
| 1940 | 50 460 | 0,73 |
| 1952 | 55 060 | 2,70 |
| 1960 | 68 150 | 3,32 |
| 1970 | 94 450 | |

De la tabla anterior no puede deducirse ninguna tendencia confiable sobre el aumento de la población de Talca.

Si se hace la comparación entre cada uno de los censos anteriores a 1970 y este último y se hace la proyección sobre el porcentaje de variación determinado en ese período hasta el año 2000, se tienen los siguientes resultados para la población de Talca en ese año.

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| 1907 | 30 480 | 1,81 | 147 900 |
| 1920 | 36 080 | 1,94 | 152 800 |
| 1930 | 45 020 | 1,87 | 149 700 |
| 1940 | 50 460 | 2,11 | 159 200 |
| 1952 | 55 060 | 3,04 | 199 800 |
| 1960 | 68 150 | 3,32 | 213 600 |

Columna 1: Censo;

Columna 2: Habitantes;

Columna 3: Variación media en el período comprendido entre el censo considerado y el censo de 1970 (%);

Columna 4: Proyección de Talca al año 2000.

De acuerdo con los antecedentes que se han podido obtener, parecería que la Dirección de Obras Sanitarias hará los estudios en actual consideración sobre la base de una población de 225.000 habitantes. Dicha cifra es algo superior a la que se obtiene con la proyección a partir de la variación media entre los censos de 1960 y 1970.

En realidad, resulta aventurado fijar la población de Talca para el año 2000 debido a que el país se encuentra sometido en este momento a dos cambios en la composición de la población hacia el futuro que obran en sentido contrario, sin que ninguna de las dos presenten tendencias que permitan predecir la situación futura. En efecto, a partir del censo de 1960, en que la tasa de crecimiento vegetativo del país fue del 2,5%, se ha constatado una disminución sostenida en dicha tasa de tal modo que según estimaciones del Servicio Nacional de Salud en 1973 ya había bajado al 1,8%. Por otra parte se tiene que hay una disminución constante del porcentaje de la población rural en favor de la población urbana, de modo que la primera bajó en la provincia de Talca desde

un 61% en 1952 a un 47% en 1970. Aparte de lo anterior, aún no se sabe si la regionalización que actualmente se encuentra en desarrollo en el país, tendrá como efecto colateral el crecimiento más intenso de algunas ciudades que, como Talca, son capitales de región.

b) Demanda de agua potable en el año 2000: No obstante la exposición anterior que demuestra la imprecisión de las proyecciones de población, se aceptará la cifra que aparentemente ha adoptado la Dirección de Obras Sanitarias, o sea, 225 000 habitantes para el año 2000. De acuerdo con ella la demanda calculada es la siguiente:

| | |
|---|---|
| Dotación | 300 l/hb/día |
| Gasto día medio | 780 l/s |
| Gasto día medio máximo | 1 170 l/s |
| Gasto hora máxima | 1 760 l/s |

c) Abastecimiento de agua potable: Hasta el momento no se ha fijado en forma definitiva la futura fuente de abastecimiento para satisfacer la demanda de Talca en el año 2000. Se pretende que en lo posible permita la conducción y distribución gravitacional o, si esto no es posible, que las elevaciones necesarias sean menores que las que exige la napa subterránea.

Para cumplir con las exigencias anteriores, se han considerado entre otras, las siguientes fuentes de abastecimiento:

-Captación mediante drenes de la napa subterránea del río Lircay en un punto situado aproximadamente a 21 km al oriente de Talca; la conducción se haría con una tubería a presión que permitiría llegar a la cota de los estanques de la planta Monte Baeza.

-Captación de los recursos superficiales del río Lircay de otros cauces naturales en las vecindades de Talca, incluyendo una planta de tratamiento.

En todo caso se puede decir que tal fuente de abastecimiento deberá estar en condiciones de proporcionar un gasto de más o menos 800 l/s para permitir servir las demandas del día medio máximo y de la hora máxima.

## 5.2. Derechos de agua.

Los recursos de agua que se utilizarán en el regadío del valle de Pencahue provendrán del sistema hidrográfico formado por el río Claro y sus afluentes los esteros Pangue y Chilcas, el río Lircay y el estero Piduco. A su vez debe tomarse en cuenta que los recursos con que cuentan varios de estos cauces no son propios sino que son retornos de riego y sobrantes de la zona regada por canales derivados del río Maule. Según cual sea la solución que se adopte para el sistema de riego se utilizarán los recursos de uno o más de los cauces indicados anteriormente.

De los cauces naturales enumerados, se puede decir que tie-

nen caudal propio a lo largo de toda la temporada de riego solamente los ríos Lircay, Claro y Maule. Los caudales de los otros durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo provienen, casi con toda seguridad, del drenaje que ejercen sobre las zonas de riego vecinas.

En la actualidad existen mercedes de agua concedidas por la autoridad competente sobre cada uno de los ríos y esteros de la zona. En relación con la situación legal de reparto de los caudales de ríos y esteros se tiene que dos de ellos, los ríos Claro y Maule, tienen juntas de vigilancia constituídas y aprobadas por decreto supremo en tanto de los otros cauces cada canal extrae sus aguas a voluntad con la sola limitación de su capacidad y del caudal disponible.

5.2.1. Junta de Vigilancia del río Claro.

La Junta de Vigilancia del río Claro fue aprobada por Decreto Supremo N° 260 del 27 de enero de 1959 y su jurisdicción se extiende hasta el puente del camino público de Molina a Cumpeo. El caudal se considera dividido en 100 000 acciones que se reparten como sigue:

Derechos Permanentes

| | |
|---|---|
| Canal de Las Mercedes | 11 564 acciones |
| Canal Galpón | 55 268 acciones |
| Canal Molino u Opazo | 5 730 acciones |
| Canal Porvenir | 21 213 acciones |
| Canal Bascuñán | 6 225 acciones |
| | 100 000 acciones |

Derechos Eventuales

| | |
|---|---|
| Canal Cumpeo | 5 000 l/s |
| Canal Pelarco | 4 000 l/s |

El reparto de los derechos permanentes en la forma especificada comienza a operar cuando el caudal del río es igual o menor que 57,248 m3/s. El gasto indicado es el que corresponde al llamado "Aforo Gimpert" que fue la base para la fijación de los derechos de agua que tiene cada uno de los cinco canales.

Los dos canales con derechos eventuales se originan en realidad en el río Lontué y riegan al sur del río Claro.

5.2.2. Junta de Vigilancia del río Maule.

La forma actual de reparto del río Maule fue fijada por Decreto Supremo N° 437 del 15 de febrero de 1962 y la jurisdicción de la Junta de Vigilancia respectiva se extiende hasta la bocatoma del canal Loncoche, situada más o menos seis kilómetros al oriente de la línea férrea longitudinal.

El rol de regantes es el siguiente:

| Canales de la ribera norte. | Acciones |
|---|---|
| Las Garzas | 250 |
| Las Suizas | 150 |
| Maule Fiscal | 27 000 |
| Taco General: Silva Henríquez, Prado, San Vicente Lircay, La Estrella, Santa Elena, Peña y Litre, San Miguel, Salcedo, Riesco y Magnolio | 7 000 |
| Bella Unión y El Cielo | 486 |

| | |
|---|---|
| Oriente | 1 000 |
| Holman o Sandoval | 3 000 |
| Quiñantú | 600 |
| La Flor del Llano | 700 |
| Volcán o Admiración | 260 |
| Prosperidad | 600 |
| Pichingal | 20 |
| Chequén | 700 |
| Huiquilemu | 1 250 |
| Montero | 350 |
| San Miguel | 1 000 |
| Vista Hermosa | 600 |
| Duao y Zapata | 3 000 |
| Colín y Monte Alegre | 1 300 |
| San José | 400 |
| Espino Liso | 200 |
| Santa Rosa | 70 |
| Riesco | 500 |
| La Esperanza | 2 000 |
| Mariposa o Alamos | 1 100 |
| San Diego | 600 |
| Santa Herminia | 270 |
| Hacienda Maule | 600 |

Canales de la ribera sur.

| | |
|---|---|
| Fiscal Melado | 18 000 |
| Colbún | 4 500 |
| El Morro, incluído Lara y Lillo, Basaes, Santa Elena y Caracol | 5 000 |
| San Ramón | 900 |
| Porvenir | 600 |
| San Dionisio | 1 200 |
| Arquén y La Compañía | 3 000 |
| Farto y Ferrada | 1 100 |
| Laurel y Cunaco | 850 |
| Esperanza | 2 000 |
| Flor María | 830 |
| Peñuelas | 2 000 |
| Verdugo | 200 |
| Benavente | 1 200 |
| Farto 2° Fabri Interesados, Maquis, Cerda y Romero | 5 360 |

| | |
|---|---|
| Olivares y San Ignacio | 1 500 |
| Gatica | 800 |
| Pando | 2 400 |
| El Molino | 500 |
| San Luis | 200 |
| El Maqui | 200 |
| La Unión | 400 |
| Bobadilla | 200 |
| Chivato | 2 000 |
| Salas y Santa Ema | 160 |
| Loncoche | 120 |
| TOTAL | 110 126 |

Debe hacerse notar que no ha habido una modificación del rol del río con motivo del funcionamiento del canal Maule Norte Bajo.

El reparto en la forma indicada comienza a funcionar cuando el gasto medido por el limnígrafo de Armerillo es igual o inferior a 160 m3/s aguas arriba de este control.

5.2.3. Derechos de aguas en el río Lircay y esteros de la zona.

Las mercedes de agua sobre el río Lircay y esteros de la zona se han obtenido de los registros que sobre la materia lleva la Dirección General de Aguas. No obstante que de acuerdo con la legislación vigente la inscripción de las mercedes de agua en dichos registros es obligatoria, la lista que se da a continuación no puede de manera alguna considerarse como exhaustiva. Hay numerosas mercedes de aguas antiguas que no aparecen registradas y extracciones sin

derechos constituídos.

La lista que se incluye a continuación se ha ordenado por cauce indicando los beneficiados y el canal correspondiente, en los casos en que existe tal información y la merced de aguas, la cual puede estar expresada en l/s, regadores o superficie de riego, esta última ya sea en hectáreas o cuadras cuadradas.

a) Quebrada Arenas estero Los Pocillos o quebrada de Alico.

| | | |
|---|---|---|
| Melania Opazo de Sanhueza | 400 | l/s |
| Canal Aurora: Alberto Parot | 405 | l/s |
| Canal Monte Baeza: Jorge Barroa | 52,2 | l/s |
| Dorile Fernández Armas | 70 | Hás |
| Canal Grande: Carlos Corvalán | 150 | l/s |
| Canal La Peña: Carlos Corvalán | 60 | l/s |
| Sucesión José J. Donoso | 150 | l/s |

b) Quebrada Matacabritos.

| | | |
|---|---|---|
| Luis Ramírez C. | 150 | l/s |

c) Estero El Parrón o Parronales.

| | | |
|---|---|---|
| Canal El Cartón: Fábrica de Papel | 28 | l/s |
| David Briceño | 20 | l/s |
| Compañía Eléctrica de Talca (uso Industrial) | 35 000 | l/s |

d) Estero El Sauce o quebrada La Empresa.

| | | |
|---|---|---|
| Canal Donoso: Fermín González M. | 15 | l/s |
| Canal El Sauce: Fermín González M. | 9,5 | l/s |
| Romelio Correa | 14 | l/s |
| Alfredo Farías | 20 | l/s |
| Alfredo Farías | 50 | l/s |

e) Estero Campusano.

| | | |
|---|---|---|
| Daniel Roco Vergara | 40 | l/s |

f) Esteros Manzano, Capilla y Cruz.

| | | |
|---|---|---|
| Daniel Roco Vergara | 50 | 1/s |
| Emilio Williams | 45 | 1/s |

g) Quebrada La Mediagua.

| | | |
|---|---|---|
| Armando Barberis Cavalli | 240 | 1/s |

h) Quebrada Puente Blanco o El Monte.

| | | |
|---|---|---|
| Pedro Robert C. y Roberto von Ketteler | 15 | 1/s |
| Canal Asilo del Culenar: Custodio Vargas C. | 200 | 1/s |
| Canal Jazmín | 60 | 1/s |

i) Estero Piduco.

| | | |
|---|---|---|
| Compañía Cervecerías Unidas | 2 000 | 1/s |
| Canal Municipal: Municipalidad de Talca (fuerza motriz) | 2 000 | 1/s |
| Municipalidad de Talca | 250 | 1/s |
| Compañía Chilena de Fósforos (Fuerza Motriz) | 1 500 | 1/s |
| Bosio Fígari y Cía. Ltda. (Fuerza Motriz) | 2 600 | 1/s |
| Nicolás Hederra | -- | |
| Canal Rosal: David Briceño | 20 | 1/s |
| Compañía de Electricidad de Talca | 3 000 | 1/s |
| Luisa Mayer de Gesswein e hijos | 195 | 1/s |
| José Dionisio Astaburuaga | -- | |

j) Estero Baeza.

| | | |
|---|---|---|
| Harold Foste | 30 | 1/s |

k) Estero Pangue.

| | | |
|---|---|---|
| Canal El Alamo: Alberto Parot | 20 | regad. |
| Manuel Hederra | 67,5 | 1/s |
| Ricardo Letelier | 80 | c.c. |
| Pedro Opazo Letelier | 1 500 | 1/s |

l) Estero Caiván o Cajón.

| | | |
|---|---|---|
| Florencia Cruz Cruz | 48 | l/s |
| Ramón Hevia Quintanilla | 25 | l/s |
| Emilio Williams | 120 | l/s |
| Diego Whittacker y Hnas. | 32 | l/s |
| Rodolfo Armas | 100 | l/s |
| Canal San Juan: Carlos Concha R. | 30 | l/s |
| Sara L. vda. de Holman | 70 | l/s |
| Herman de Jongh: Canales Las Casas, Retiro, Población Retiro y El Alto | 187,5 | l/s |
| Shorr, Concha y Cía. (Fuerza Motriz) | 1 500 | l/s |

m) Estero Pérquin o Perquenco o Maquegua o El Guindo

| | | |
|---|---|---|
| Nicolás Hederra | 320 | c.c. |
| Armando Ramírez | 150 | l/s |
| Rubén del Pino Mena | 300 | l/s |
| Carmen Ramírez de Aliaga | 5.5 | hás |
| David Maturana | 4 | hás |
| Comunidad Canal Los Litres | 405 | l/s |
| Manuel Corvalán | 23 | l/s |
| Manuel Hederra | 16 | regad. |
| Marcos Letelier | 300 | l/s |
| Canal Bella Rosa: Francisco Ramírez | 150 | l/s |
| Canales Villalón y El Sauce: Bautista González | 4.5 | l/s |
| Enrique Vargas Salcedo: | | |
| Canal San Andrés | 470 | l/s |
| Canal San Mauricio | 572 | l/s |
| Canal Buenos Aires | 88 | l/s |
| Canal Pirque: Aurelio Fernández B. | 25 | hás |
| Waldo Letelier | 10 | regad. |
| Aurelio Fernández B. | 90 | l/s |
| Raúl Castro O. | 50 | l/s |
| Canal El Alamo: Alberto Parot | 20 | regad. |
| Canal Las Canoas: Magdalena Moreno de Roca | 80 | l/s |
| Canal Perquín: Febronina Roca Roca | 150 | l/s |
| Canal Interesado: Abelardo Orellana | 35 | l/s |
| Canales El Estero, El Monte y Antúnez: Hnos. Ramírez | 127.5 | hás |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Canal El Estero: | Laura del Río Santelices | 80 | l/s |
| Canal Santa María: | Nicolás Hederra | 35 | c.c. |
| | Adriana Donoso | 450 | l/s |
| | Manuel Silva | 40 | l/s |
| | Rodolfo Armas | 100 | l/s |
| | Pedro María Ramírez | 100 | l/s |
| | Armando y Marcial Ramírez | 200 | l/s |

n) Quebrada del Agua.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Canal Las Damas: | Blanca Lazo Letelier | 15 | l/s |

ñ) Quebrada Grande (°)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Luis Herrero Malsentén | | 6 | l/s |

o) Quebrada Camario o Estero Villahueso

| | | | |
|---|---|---|---|
| Canal Potrero o El Monte: | Augusto Lois F. | 100 | l/s |
| | Juan Luis Sanfuentes | 10 | regad. |

p) Quebrada Honda.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Juan Maigret | | 15 | regad. |
| Canal Sta. Teresa: | Arturo Carrasco | 20 | regad. |
| | Sebastían Briceño | 20 | regad. |
| Canal La Higuera : | Pedro Robert | 15 | regad. |

q) Estero Las Chilcas.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Germán Wittke | | 20 | l/s |
| Canal Cerrillos: | Comunidad Cerrillos | 20 | l/s |
| Manuel Hederra | | 15 | l/s |

r) Quebrada Honda (Camarico).

| | | | |
|---|---|---|---|
| Canal Campamento: | Augusto Lois F. | 40 | l/s |

s) Estero Los Tinajones (°)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Enrique Ramírez | | 50 | l/s |

t) Estero Los Puercos.

| | | |
|---|---|---|
| Embalse | 1 500 000 | m3/año |

u) Estero Los Robles.

| | | |
|---|---|---|
| Pedro Opazo | 375 | l/s |
| Andrés Valenzuela D. | 10 | regad. |
| Romilio Gamboa A. | 15 | l/s |
| Emilio Donoso G. | 337.5 | l/s |
| Canal Los Robles: Miguel Opazo L. | 400 | l/s |
| Juan Luis San - fuentes | 170 | l/s |

v) Río Lircay.

| | | |
|---|---|---|
| Canal Lircay: Banco de Chile | 3 000 | l/s |
| Canal El Arenal: Banco de Chile (Fuerza Motriz) | 600 | l/s |
| Convento San Agustín | 20 | regad. |
| Hortencia Cortés Monroy | 100 | regad. |
| Donoso y Urzúa | 1 050 | l/s |
| Cipriano Aguilera | 15 | l/s |
| Gustavo Bischoff-hausen | 70 | hás |
| Carmen Madariaga de Pino | 100 | l/s |
| Cía. Electricidad de Talca | resto del río | |
| Ricardo Letelier: Canal Vásquez | 350 | l/s |
| Canal Los Nichos | 139 | l/s |
| Ismael Jordán: Canal Providencia y Canal El Bajo | 800 | l/s |
| Canal Sta. Rosa: Alejandro Bezani-lla | 405 | l/s |
| Canal El Carmen: Jorge Cruz Concha | 180 | l/s |
| Canal Las Rastras: Convento San Agustín | 5 | regad. |
| Canal Cía. Eléctrica: Augusto Fuentes | 15 | l/s |
| Canal Lurín: Miguel Pozo Silva | 30 | l/s |
| Canal El Manzano: Adolfo Letelier | 18 | l/s |

Los derechos de agua en cuanto a gasto o superficie de riego tienen en general, el carácter de nominativo ya que, con excepción del río Lircay, los recursos con que cuentan los distintos cauces no son propios sino que provienen de los sobrantes y retornos de riego de las áreas vecinas, tal como se explicó anteriormente.

Se ha procurado identificar tanto los cauces naturales como los canales y beneficiarios que se enumeran en las listas anteriores sin que se haya obtenido un éxito completo. En los casos en que un cauce natural no ha podido ser identificado en los mapas y planos disponibles se lo ha señalado con el signo (°).

## 5.3. Calidad de las aguas.

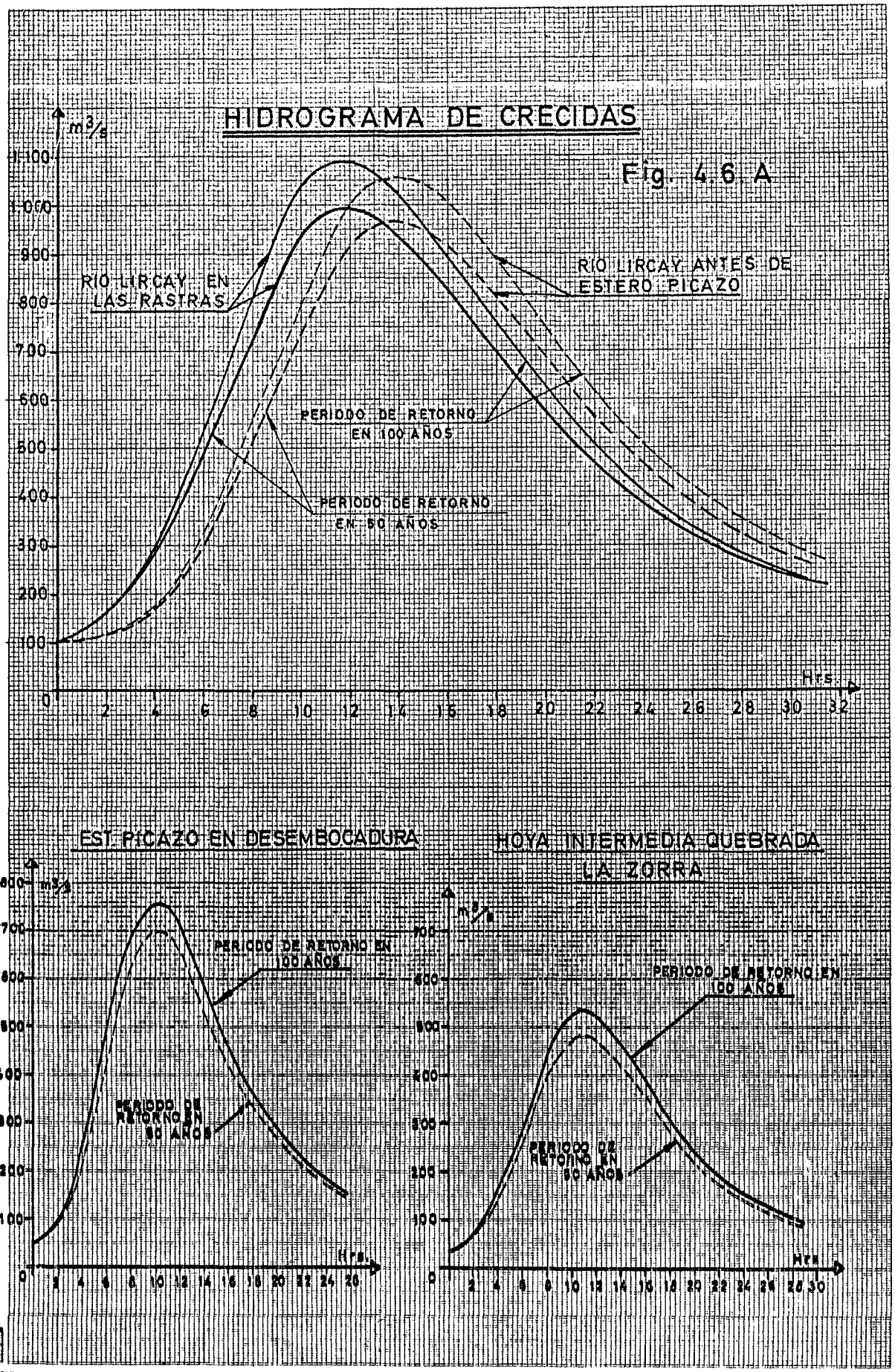
Se hizo el análisis químico de las aguas que pueden utilizarse en el regadío del valle de Pencahue en cinco puntos diferentes que son:

a) Río Claro en el punto de la estación Itahue;
b) Río Lircay en el asentamiento El Carmen (bocatoma del canal del proyecto Guerra);
c) Estero Las Chilcas en las inmediaciones de la bocatoma del canal secundario para la captación de dicho estero;
d) Estero Pangue en las inmediaciones de la posible bocatoma del canal secundario para la captación de dicho estero; y
e) Estero Piduco en el puente del camino Longitudinal Sur.

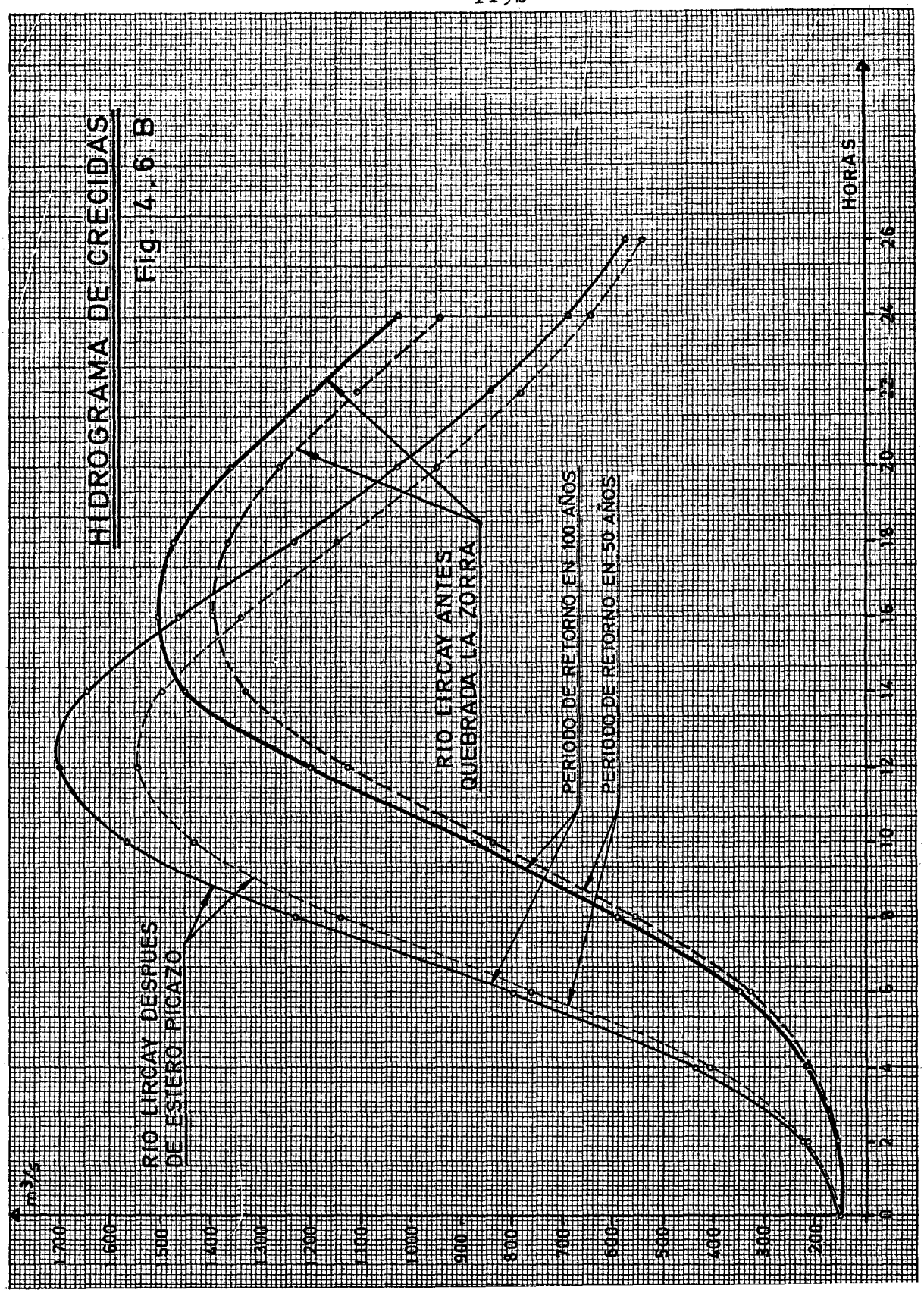
En todos los casos las aguas resultaron con la clasificación $C_1$-$S_1$ del USSLS, lo cual significa que son de buena calidad y sin restricciones para su uso con fines de riego.

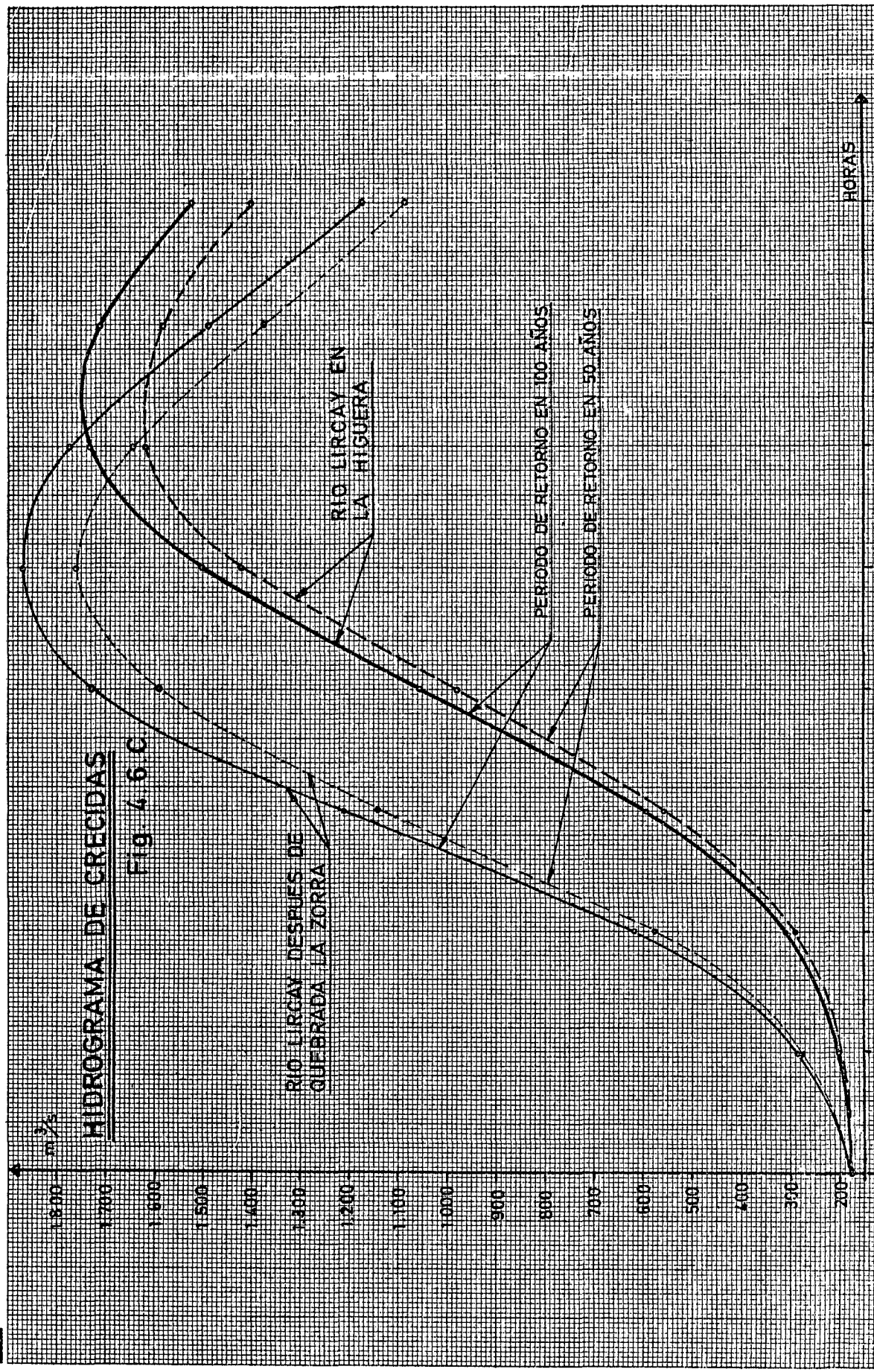
Se acompaña una copia del resultado de los exámenes que fueron realizados en el Laboratorio Hidrológico de la Dirección General de Aguas.

| | Claro en Itahue | Lircay en El Carmen | Las Chilcas en bocatoma | Piduco en Long. Sur | Pangue en bocatoma |
|---|---|---|---|---|---|
| N° | 128 | 130 | 132 | 134 | 135 |
| Fecha | 20.4.77 | 20.4.77 | 22.4.77 | 22.4.77 | 22.4.77 |
| Hora | 10:30 | 17:15 | 15:00 | 13:00 | 14:30 |
| pH | 7,50 | 7,90 | 7,75 | 7,40 | 7,60 |
| CONDUCTIVIDAD microsiemens | 170 | 190 | 140 | 205 | 170 |
| SAR. | 0,71 | 0,71 | 0,66 | 0,54 | 0,70 |
| % Sodio | 30 | 29 | 30 | 22 | 30 |
| Clasific. USSLS | $C_1$-$S_1$ | $C_1$-$S_1$ | $C_1$-$S_1$ | $C_1$-$S_1$ | $C_1$-$S_1$ |
| $CO_3$ meq/lt | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| $HCO_3$ meq/lt | 0,90 | 1,20 | 0,95 | 1,50 | 1,05 |
| $Cl^-$ meq/lt | 0,48 | 0,59 | 0,35 | 0,43 | 0,45 |
| $SO_4$ meq/lt | 0,41 | 0,14 | 0,22 | 0,31 | 0,26 |
| ANIONES meq/lt | 1,79 | 1,93 | 1,52 | 2,24 | 1,76 |
| CATIONES meq/lt | 1,78 | 2,08 | 1,58 | 2,25 | 1,88 |
| $Ca^{++}$ meq/lt | 0,86 | 0,91 | 0,64 | 1,02 | 0,70 |
| $Mg^{++}$ meq/lt | 0,31 | 0,52 | 0,41 | 0,68 | 0,57 |
| $K^+$ meq/lt | 0,07 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| $Na^{++}$ meq/lt | 0,54 | 0,60 | 0,48 | 0,50 | 0,56 |
| B ppm | 0,55 | 0,22 | 0,00 | 0,10 | 0,00 |


HIDROGRAMA DE CRECIDAS
Fig. 4.6.A
m³/s
RIO LIRCAY EN LAS RASTRAS
RIO LIRCAY ANTES DE ESTERO PICAZO
PERIODO DE RETORNO EN 100 AÑOS
PERIODO DE RETORNO EN 50 AÑOS
Hrs.
EST PICAZO EN DESEMBOCADURA
HOYA INTERMEDIA QUEBRADA LA ZORRA
PERIODO DE RETORNO EN 100 AÑOS
PERIODO DE RETORNO EN 50 AÑOS

Spiros

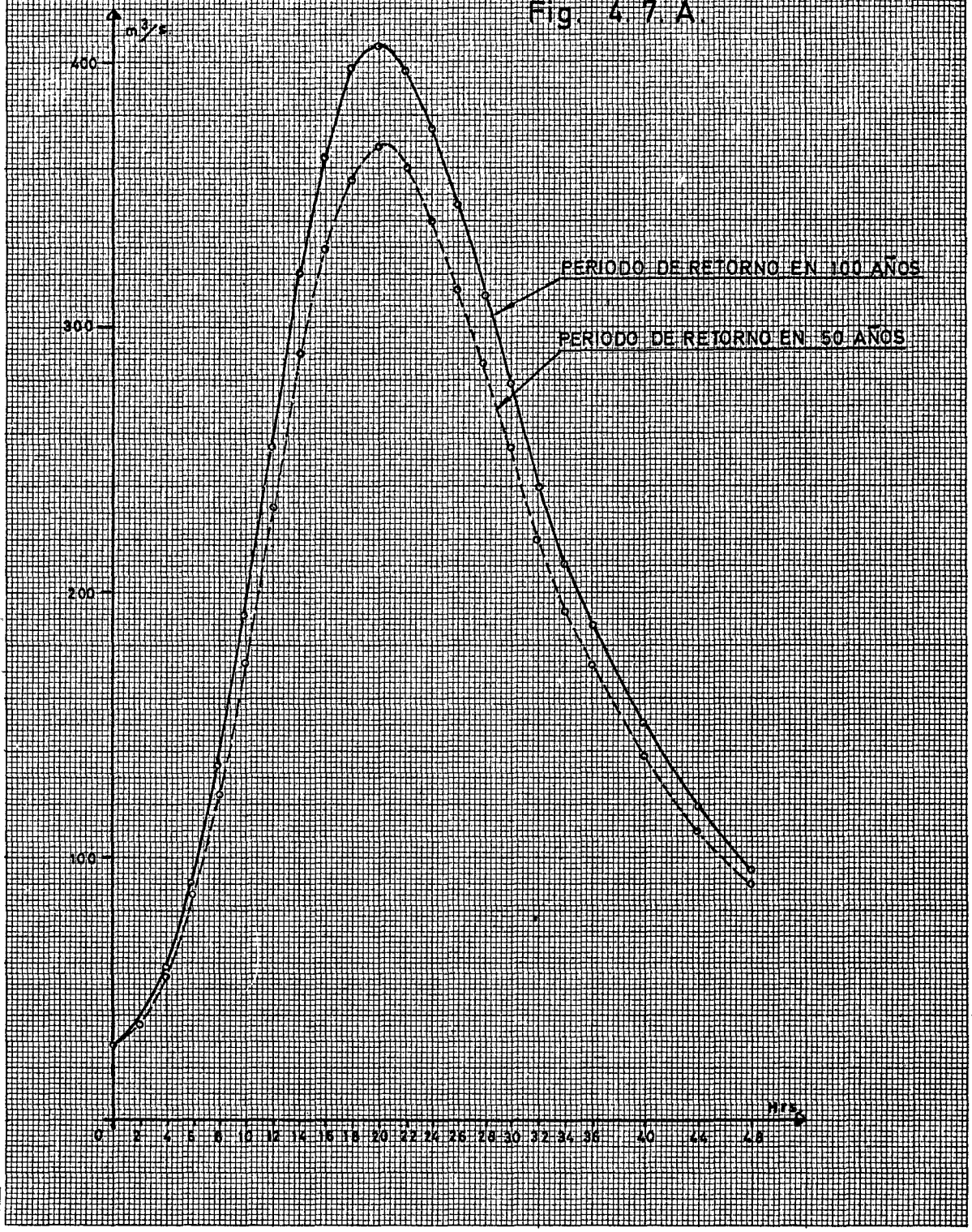

HIDROGRAMA DE CRECIDAS
Fig. 4.6.B
RIO LIRCAY DESPUES DE ESTERO PICAZO
RIO LIRCAY ANTES QUEBRADA LA ZORRA
PERIODO DE RETORNO EN 100 AÑOS
PERIODO DE RETORNO EN 50 AÑOS
m3/s
HORAS
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26


HIDROGRAMA DE CRECIDAS
Fig. 4.6.C
m³/s
1800
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
HORAS
1
3
6
9
12
15
18
21
24
RIO LIRCAY DESPUES DE QUEBRADA LA ZORRA
RIO LIRCAY EN LA HIGUERA
PERIODO DE RETORNO EN 100 AÑOS
PERIODO DE RETORNO EN 50 AÑOS

Spiros

# HIDROGRAMA DE CRECIDAS
## ESTERO PANGUE

Fig. 4.7.A.




Spirus

# A P E N D I C E  I

## ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS

## TABLA I.1

## ESTACION CURICO (OMC)

Latitud 34º58' S
Longitud 71º14' W
Altura 225 m.s.n.m.

Estadística Original

| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942 | | | 5 | 5 | 63 | 109 | 98 | 128 | 42 | 27 | 43 | | 520 |
| 1943 | | | 15 | 13 | 96 | 168 | 115 | 92 | 203 | 16 | 14 | | 732 |
| 1944 | 1 | 6 | 0,4 | 26,8 | 142,8 | 251 | 44,5 | 255,2 | 4,9 | 68,2 | 9,9 | | 810,7 |
| 1945 | | 84,4 | 18,2 | 27,7 | 29 | 10,3 | 110,8 | 122 | 34,7 | 6,8 | 65,4 | | 509,3 |
| 1946 | 65,2 | 1 | | 10,8 | 94,1 | 125,8 | 137 | 37,2 | 35,4 | 22 | 25,6 | 7 | 561,1 |
| 1947 | | | 42 | 69,4 | 96,4 | 127,5 | 78,2 | 37,4 | 47,6 | 33,1 | | | 531,6 |
| 1948 | 1 | 1 | | 103,4 | 101,1 | 110,3 | 292,6 | 47,5 | 41,5 | 16,3 | | 5 | 719,7 |
| 1949 | | 6,3 | 20,4 | 7,3 | 279,4 | 145,5 | 21,7 | 29,5 | 1,1 | | 0,1 | 34,5 | 545,8 |
| 1950 | | | 14,1 | 186 | 204,9 | 78,1 | 16,4 | 97,8 | 58,6 | 18,2 | 62,7 | | 736,8 |
| 1951 | 74 | 3,7 | 12,8 | 23 | 58,5 | 267,4 | 292,2 | 36 | 55,5 | 1,5 | 6,3 | 2 | 766,3 |
| 1952 | | | | | | | | | | | | | 630 (1) |
| 1953 | | | | | | | | | | | | | 995 (1) |
| 1954 | | | | | | | | | | | | | 675 (1) |
| 1955 | | | | | | | | | | | | | 480 (1) |
| 1956 | | | | | | | | | | | | | 685 (1) |
| 1957 | | | | | | | | | | | | | 555 (1) |
| 1958 | | | | | | | | | | | | | 660 (1) |
| 1959 | 40 | 3,4 | 32 | 179 | 82 | 139 | 187 | 29 | 28 | 44 | | | 763,4 |
| 1960 | | | 20 | 6 | 16 | 166 | 112 | 54 | 21 | 41 | | | 436 |
| 1961 | 49,2 | | 84 | 7,6 | 19,9 | 120,1 | 120,6 | 191,4 | 160,3 | 10,6 | | | 763,7 |
| 1962 | 0,3 | | | 1,8 | 26,2 | 244,8 | 20,2 | 70,3 | 31,7 | 36,3 | | | 431,6 |
| 1963 | | | 36,9 | | 69,7 | 83,9 | 221,8 | 258,1 | 108,1 | 44,2 | 62,1 | | 884,8 |
| 1964 | | | 2 | 17 | 21 | 85 | 116 | 172 | 3 | 7 | 29 | 68 | 520 |
| 1965 | | 7 | | 127 | 108 | 40 | 313 | 294 | 31 | 62 | 28 | 18 | 1028 |
| 1966 | | | | 110 | 47 | 457 | 181 | 85 | 31 | 16 | 14 | 64 | 1005 |
| 1967 | 7,8 | 1,9 | | | 74 | 68 | 173 | 30 | 28 | 61 | 4,8 | | 448,5 |
| 1968 | | | 6,3 | 40,5 | 12,6 | 34,1 | 21,4 | 57,4 | 57,9 | 5,7 | 12,7 | 18,8 | 267,4 |
| 1969 | | | | 53,7 | 71 | 171,3 | 77,7 | 83,4 | 11,2 | 25,9 | 7,4 | | 501,6 |
| 1970 | | | 2,2 | | 97,9 | 175,2 | 165 | 24,7 | 46 | 50,9 | | 6,3 | 568,2 |
| 1971 | | | | 6,5 | 88,5 | 252 | 78,4 | 42,1 | 26,7 | 37,7 | | 51,7 | 583,6 |
| 1972 | | | 74,2 | 8,5 | 406 | 216,3 | 126,7 | 322,5 | 129 | 59,2 | 39,3 | | 1381,7 |
| 1973 | | | | 1,2 | 171,3 | 67,7 | 193 | 11,5 | 1,1 | 99,9 | | 0,7 | 546,4 |
| 1974 | 1,2 | | 1,7 | | 324,6 | 404,5 | 29 | 18,8 | 40,2 | 10,3 | 17 | 27,5 | 874,8 |
| 1975 | | | 0,6 | 67,2 | 122,2 | 112,8 | 340,9 | 77 | 7,3 | 10 | 43,2 | | 781,4 |
| 1976 | | 1,3 | 1 | 0,2 | 41,2 | 135,4 | 17,3 | 31,8 | 74,3 | 144,2 | 38 | 3,2 | 487,9 |

(1) Relleno anual por correlación con Talca.

TABLA I.2

ESTACION CUREPTO (OMC)

Latitud 34º58' S
Longitud 71º14' W
Altura 60 m.s.n.m.

Estadística Original

| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942 | | | | | | | | | | | | | 820,9(1) |
| 1943 | | | | | | | | | | | | | 633,9(1) |
| 1944 | | | | 33 | 127 | 266 | 39,8(2) | 266 | 25 | 87 | 4 | 0,0 | 847,8 |
| 1945 | | | | | | | | | | | | | 456,2(1) |
| 1946 | 15 | 10 | | 15 | 55 | 90 | 80 | 115 | 45 | 35 | 13 | 6 | 479 |
| 1947 | | | | 55 | 66 | 185 | 116 | 48 | 62 | 27 | | | 559 |
| 1948 | | | | 72 | 73 | 94 | 315 | 48 | 54 | 15 | | | 671 |
| 1949 | | 18 | 39 | | 209 | 179 | 26 | 33 | 4 | | | 35 | 543 |
| 1950 | | | | 150 | 259 | 182 | 26 | 164 | 18 | 29,8(2) | 73 | | 901,8 |
| 1951 | 31 | 2 | 8 | 7 | 144 | 319 | 298 | 41 | 58 | 12 | 31 | 3,1(2) | 954,1 |
| 1952 | | 3,8(2) | 18,1(2) | | 231 | 101 | 109 | 10 | 49 | 51 | 0,5 | | 573,4 |
| 1953 | 26 | | | 108 | 269 | 70 | 117 | 238 | 218 | 17 | 6 | 17 | 1086 |
| 1954 | | 11 | | 78 | 113 | 274 | 182 | 47 | 29 | 4 | | 16 | 754 |
| 1955 | | | | | | | | | | | | | 448 (1) |
| 1956 | | | | | | | | | | | | | 670,6(1) |
| 1957 | | | | | | | | | | | | | 529,6(1) |
| 1958 | | | | | | | | | | | | | 644,6(1) |
| 1959 | 82 | 4 | 42 | 176 | 110 | 148 | 228 | 87 | 25 | 47 | | | 949 |
| 1960 | 10 | | 13 | 12 | 39 | 205 | 103 | 42 | 43 | 36 | 6 | | 509 |
| 1961 | 28 | | 88 | | 43 | 245 | 210 | 173 | 175 | 18 | | 0,0 | 980 |
| 1962 | | | 7 | 37 | 20 | 103 | 20 | 63 | 27 | 20 | | | 297 |
| 1963 | | | 12 | 12 | 66 | 112 | 174 | 208 | 171 | 54 | 55 | | 864 |
| 1964 | 7 | | | 2 | 6 | 68 | 88 | 134 | 10 | | 28 | 27 | 370 |
| 1965 | | 20 | 0,0 | 138 | 83 | 44 | 434 | 268 | 9 | 33 | 18 | | 1047 |
| 1966 | | | | | | | | | | | | | 731,2(1) |
| 1967 | | | | | 83 | 68 | 109 | 29 | 40 | 41 | 6,5 | | 376,5 |
| 1968 | | 4,5 | 10,8(2) | 19,9 | 3,3 | 73,2 | 32,4 | 48,2 | 42,9 | 22,6 | 9,1 | 36,5 | 273,4 |
| 1969 | | | | 46,5 | 106,9 | 204,4 | 91,2 | 50,5 | 23,2 | 20,7 | 6,8 | | 550,2 |
| 1970 | 2,3 | | 0,7 | | 78,8 | 162,6 | 137,6 | 39,1 | 6,3 | 26,1 | | 9,6 | 463,1 |
| 1971 | | | | 64,3 | 71,6 | 180,9 | 106,9 | 51,8 | 28,8 | 13 | | 12,8 | 530,1 |
| 1972 | 0,1 | | 42 | 12,8 | 240,1 | 322,2 | 103,5 | 164,9 | 77,3 | 35,5 | 9,2 | | 1007,6 |
| 1973 | | | 1,2 | | 97, | 55,4 | 152 | 11,5 | 2,9 | 43,5 | | 8 | 371,5 |
| 1974 | 3 | | 1,5 | | 209,1 | 295,1 | 25,3 | 18,2 | 18 | 17,6 | 23,5 | 10 | 621,3 |
| 1975 | | 8,2 | | 30,4 | 140,6 | 148,7 | 225,1 | 79,7 | 9,3 | 19,8 | 27 | 2,2 | 691 |
| 1976 | | | 3,1 | | 97,7 | 146,8 | 36,8 | 45,8 | 120,5 | 102,8 | 23,5 | 9 | 586 |

(1) Relleno anual por correlación con Estación Talca.

(2) Relleno por promedios Ponderados: Curicó, Talca, Linares.

## TABLA I.3

## ESTACION TALCA (DGA)

Latitud 35º26' S
Longitud 71º40' W
Altura 97 m.s.n.m.

Estadística Original
Precipitación en (mm)

| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942 | | 3 | 6 | 20 | 132 | 125 | 207 | 174 | 16 | 16 | 68 | 6 | 773 |
| 1943 | | | 15 | 18 | 96 | 128 | 70 | 75 | 192 | 2 | 7 | | 603 |
| 1944 | 12 | | 0,1 | 22 | 79,7 | 217,2 | 31,7 | 214,6 | 8,6 | 80 | 5,2 | | 671,1 |
| 1945 | 17 | 55,1 | 16,4 | 20 | 68,2 | 7,7 | 109,7 | 79,4 | 30,9 | 0,7 | 36,2 | 0,2 | 441,5 |
| 1946 | 24 | 5 | | 20,6 | 58,2 | 80,6 | 118,8 | 50,9 | 21,3 | 24,9 | 13,5 | 11 | 428,8 |
| 1947 | | | 13,3 | 65,2 | 102,5 | 178,1 | 82,9 | 49,8 | 71,4 | 38,5 | | | 601,7 |
| 1948 | | | | 94,1 | 78,9 | 94,8 | 238 | 43,8 | 71 | 20,4 | | 6,7 | 648,7 |
| 1949 | | 21,1 | 26,1 | 5,9 | 302 | 166,6 | 11,7 | 44,4 | 7 | | | 33,8 | 618,6 |
| 1950 | | 2,4 | 23,8 | 156,4 | 202,3 | 125,2 | 19,8 | 118,1 | 49 | 25,7 | 75,2 | | 797,9 |
| 1951 | 27,2 | 3,8 | 2,8 | 16,4 | 110,3 | 351 | 290,4 | 11,6 | 79,9 | 8,6 | 15 | 3,7 | 920,7 |
| 1952 | | 4,4 | 25,3 | | 182,7 | 144,6 | 96,6 | 29,7 | 56,9 | 45,7 | | | 585,9 |
| 1953 | 27,9 | | 0,8 | 44,1 | 216 | 79,1 | 133,8 | 163,2 | 219,5 | 41,9 | 1,2 | 13,2 | 940,7 |
| 1954 | | 3,4 | | 59,4 | 79,6 | 227,4 | 186,5 | 35,3 | 22,2 | 1,5 | | 10 | 628,3 |
| 1955 | | 22,4 | | 12,8 | 38,8 | 202,3 | 25,6 | 88,1 | 16,4 | 6,6 | 1 | 20 | 434 |
| 1956 | 43,9 | 0,2 | 68,2 | 38 | 117 | 37,5 | 190,5 | 68,5 | 34 | 36 | 2,6 | | 636,4 |
| 1957 | 5,1 | | | 13,1 | 185,7 | 38,2 | 109 | 91,4 | 27,4 | 23,8 | | 14,5 | 508,2 |
| 1958 | | | 2,8 | 19,3 | 234,7 | 132,4 | 6 | 96,2 | 82,4 | | 29,3 | 9,6 | 612,7 |
| 1959 | 75,7 | | 45,7 | 193,8 | 117,6 | 182,2 | 181,2 | 63,1 | 22,3 | 43,3 | | | 924,9 |
| 1960 | 59,6 | | 35,4 | | 33 | 177,3 | 78,6 | 56,7 | 45,6 | 29,1 | 9 | | 524,3 |
| 1961 | 41 | | 48,2 | | 37,4 | 192,1 | 118 | 141,8 | 154 | 17,5 | | | 750 |
| 1962 | | | 0,9 | 10,5 | 20,5 | 120,2 | 17,6 | 57,1 | 17,8 | 13,2 | | | 257,8 |
| 1963 | | | 16,2 | 11,4 | 69,8 | 91 | 175 | 185,5 | 114,9 | 38 | 46,1 | | 747,0 |
| 1964 | 14 | | 10 | 2,5 | 10,8 | 71 | 68 | 101 | 5 | 2 | 5 | 55,4 | 344,7 |
| 1965 | | 38 | | 113,5 | 93,5 | 59 | 327 | 257,5 | 9 | 5 | 20 | 5,5 | 928 |
| 1966 | | | | 66,5 | 53 | 320 | 125,5 | 59,5 | 5 | 33,5 | 3 | 25,5 | 691,5 |
| 1967 | 18,5 | 5,5 | | 4 | 129 | 81 | 103,5 | 27 | 35,5 | 44 | 6 | | 454 |
| 1968 | | | 6 | 33,5 | | 68 | 24,5 | 32 | 46 | 10 | 17,5 | 31,5 | 269 |
| 1969 | | | 2 | 19 | 134 | 183 | 35 | 77 | 37 | 29 | 7 | | 523 |
| 1970 | | | 8 | | 73,5 | 145,5 | 156,5 | 32,5 | 30 | 14 | | 1 | 461 |
| 1971 | | | | 40 | 143 | 193 | 70 | 56 | 22,5 | 10,5 | | 44 | 579 |
| 1972 | 10 | | 64,5 | 14 | 280,5 | 290 | 115,5 | 260 | 99 | 49 | 17 | 4 | 1203,5 |
| 1973 | | 3 | | | 129,5 | 77,5 | 182,5 | 18,5 | 5,5 | 75 | | 3 | 494,5 |
| 1974 | 3 | | 4 | | 191,3 | 307 | 32 | 30 | 27 | 24 | 9,8 | 10,2 | 638,3 |
| 1975 | | 1 | 1 | 45 | 78,5 | 103,5 | 204 | 49 | 6 | 4 | 18 | 4 | 514 |
| 1976 | | | | | 37 | 65 | 12 | 77 | 97 | 123,5 | 28 | 7 | 446,5 |

TABLA I.4

ESTACION LINARES (DGA)

Latitud 35º51' S
Longitud 71º36' W
Altura 154 m.s.n.m.

Estadística Original

| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Tot. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942 | | 3 | 5 | 12 | 204 | 137 | 163 | 225 | 15 | 30 | 61 | | 855 |
| 1943 | | | 17 | 13 | 150 | 106 | 110 | 86 | 244 | | 14 | | 740 |
| 1944 | 19 | 1 | | 23 | 159,2 | 281,1 | 67,4 | 277,2 | 48,7 | 107 | 36,8 | | 1020,4 |
| 1945 | | 129,7 | 29,6 | 51,3 | 177,2 | 24,4 | 158,2 | 170,5 | 62 | 113 | 61,7 | 4,5 | 880,4 |
| 1946 | 35,4 | 6,6 | 0,4 | 29,4 | 108,6 | 99,4 | 221,6 | 68,4 | 45,6 | 42,9 | 49,6 | 14,8 | 722,7 |
| 1947 | | | | 52 | 95,4 | 177,2 | 140,6 | 84,8 | 48 | 66,8 | | 0,8 | 664,6 |
| 1948 | | 11 | | 188,4 | 129,6 | 161,2 | 300 | 51 | 102,4 | 41,8 | | 43,8 | 1037,2 |
| 1949 | | 23,6 | 19,2 | 10 | 246,9 | 115,4 | 20,1 | 64,3 | 4,2 | | | 42,2 | 545,9 |
| 1950 | | 6,5 | 24,7 | 195,7 | 265,6 | 204,8 | 43,2 | 166,5 | 71,5 | 67,5 | 250 | 3 | 1119,9 |
| 1951 | 46,3 | 6,2 | 21,6 | 26,1 | 130,3 | 398,4 | 334,8 | 47,9 | 100,2 | 15 | 28,9 | 5,6 | 1161,3 |
| 1952 | | 4,6 | 15,5 | | 159,3 | 165,6 | 145,3 | 69,6 | 65,6 | 43,6 | 2 | | 671,1 |
| 1953 | 37 | | 8 | 95,8 | 233,9 | 98,9 | 102 | 206,9 | 200,8 | 28,4 | 12,3 | 16,7 | 1040,7 |
| 1954 | | 10,2 | | 65,4 | 156,8 | 221,5 | 152 | 73,6 | 35,8 | 7,7 | 0,8 | 31,5 | 755,3 |
| 1955 | | 24,3 | | 42 | 123,7 | 371,9 | 34,3 | 107,2 | 35,5 | 20,9 | 12,9 | 31,2 | 803,9 |
| 1956 | 80,3 | 4 | 195,6 | 267,1 | 172,6 | 73,8 | 206,3 | 148,2 | 37,7 | 81,2 | 21 | | 1287,8 |
| 1957 | 9,2 | | | 29,7 | 188,3 | 41,9 | 140,1 | 191,6 | 50,6 | 30,7 | 12,3 | 18,8 | 713,2 |
| 1958 | | | 13,5 | 35,6 | 234,3 | 152,9 | 45 | 174,3 | 154,7 | 15,5 | 71,9 | | 897,7 |
| 1959 | 93,2 | 2,5 | 53,3 | 258,7 | 169,9 | 204,7 | 221,7 | 92,1 | 60,7 | 70,7 | | | 1227,5 |
| 1960 | 35,3 | | 71,5 | 32,3 | 65,9 | 225,8 | 108,7 | 62,3 | 56 | 56,1 | 6,5 | | 720,4 |
| 1961 | 60,4 | | 73,7 | 4 | 51,8 | 185,2 | 189 | 198,7 | 217 | 34 | | | 1013,8 |
| 1962 | | | | 36,5 | 43,7 | 186,6 | 29,2 | 108,7 | 29,1 | 40,6 | | | 474,4 |
| 1963 | | | 19,6 | 37,1 | 101,7 | 104,5 | 248,5 | 210,6 | 159,7 | 83,9 | 65,4 | 2,6 | 1038,6 |
| 1964 | 37 | | 12 | 8 | 26 | 99 | 83 | 136 | 14 | 4 | 19 (2) | 68,1(2) | 506,1 |
| 1965 | 3 | 54 | | 204 | 170 | 100 | 496 | 287 | 36 | 94 | 30 | 10 | 1484 |
| 1966 | | | | 120 | 85 | 363 | 130 | 146 | 36 | 36 | 13 | 61 | 990 |
| 1967 | 33 | 6 | 1,9 | 5,6 | 173,9 | 71,3 | 135,1 | 57,2 | 119 | 42,7 | 19,8 | 1,2 | 666,7 |
| 1968 | | 15,7 | 29,3 | 40,6 | 3,9 | 81 | 53,8 | 61,2 | 44,8 | 44,2 | 26,6 | 66,4 | 467,5 |
| 1969 | | 1 | 3,4 | 59,1(2) | 158 | 334,5 | 123,5 | 119,5 | 36,5 | 43,5 | 9,5 | | 888,5 |
| 1970 | 12,5 | 7 | 17,5 | 1 | 117 | 222,5 | 197,8 | 76 | 55,5 | 26 | 3 | 25 | 760,8 |
| 1971 | | | | 5,5 | 34 | 181,5 | 193,5 | 82 | 40 | 32 | | 49,5 | 618 |
| 1972 | 14 | | 64 | 32,5 | 382,5 | 52 | | | | | | | 1590 (1) |
| 1973 | | | | | | | | | | | | 23 | 669,1(1) |
| 1974 | 8 | | 9,1 | | 314,9 | 450,3 | 44,2 | 21,8 | 36,9 | 33,9 | 32,2 | 23 | 974,3 |
| 1975 | | 24,7 | 0,4 | 80,6 | 167,9 | 206,5 | 304,4 | 92,4 | 15,2 | 18 | 21,3 | 9,6 | 941 |
| 1976 | 7 | 1,6 | 3 | 41,9 | 162 | 64,6 | 53 | 83,1 | | | | | |

(1) Relleno anual por correlación con Embalse Digna
(2) Relleno por promedios ponderados: Ancoa en El Morro, Embalse Digna, Talca.

## TABLA I.5

### PRECIPITACIONES ANUALES ACUMULADAS ESTACION DEL PATRON (mm)

| Año | Precip.Anual (mm) Curicó (OMC) | Curepto (OMC) | Talca DGA | Linares DGA | Patrón | E. Curicó | E. Curep. | E. Talca | E. Linar. | E. Patrón | Curicó | Curep. | Patrón | Precip.anuales correg.,acumul.(mm). E. Curicó | E. Curep. | E. Patrón |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942 | 520 | 820,9 | 773 | 855 | 722,2 | 520 | 820,9 | 773 | 855 | 722,2 | 576,7 | 697 | 725,4 | 567,7 | 697 | 725,4 |
| 1943 | 732 | 633,9 | 603 | 740 | 677,2 | 1252 | 1454,8 | 1376 | 1595 | 1399,4 | 811,8 | 538,2 | 673,3 | 1379,5 | 1235,2 | 1398,7 |
| 1944 | 810,7 | 847,8 | 671,1 | 1.020,4 | 837,5 | 2062,7 | 2302,6 | 2047,1 | 2615,4 | 2236,9 | 899,1 | 719,8 | 827,6 | 2278,6 | 1955 | 2226,3 |
| 1945 | 509,3 | 456,2 | 441,5 | 880,4 | 571,4 | 2572 | 2758,8 | 2488,6 | 3495,8 | 2808,3 | 564,8 | 387,3 | 568,5 | 2843,4 | 2342,3 | 2794,8 |
| 1946 | 561,1 | 479 | 408,8 | 722,7 | 547,9 | 3133,1 | 3237,8 | 2917,4 | 4218,5 | 3356,2 | 622,3 | 406,7 | 545,1 | 3465,7 | 2749 | 3339,9 |
| 1947 | 531,6 | 559 | 601,7 | 664,6 | 589,2 | 3664,7 | 3796,8 | 3519,1 | 4883,1 | 3945,4 | 589,6 | 474,6 | 582,6 | 4055,3 | 3223,6 | 3922,5 |
| 1948 | 719,7 | 671 | 648,7 | 1.037,2 | 769,2 | 4384,4 | 4467,8 | 4167,8 | 5920,3 | 4714,6 | 798,2 | 569,7 | 763,5 | 4853,5 | 3793,3 | 4686 |
| 1949 | 545,8 | 543 | 618,6 | 545,9 | 563,3 | 4930,2 | 5010,8 | 4786,4 | 6466,7 | 5277,9 | 605,3 | 461 | 557,7 | 5458,8 | 4254,3 | 5243,7 |
| 1950 | 736,8 | 901,8 | 797,9 | 1.199 | 908,9 | 5667 | 5912,6 | 5584,3 | 7665,2 | 6189,8 | 817,1 | 765,6 | 894,9 | 6275,9 | 5019,9 | 6138,6 |
| 1951 | 766,3 | 954,1 | 920,7 | 1.161,3 | 950,6 | 6433,3 | 6866,7 | 6505 | 8826,5 | 7137,4 | 849,9 | 810 | 935,5 | 7125,8 | 5829,9 | 7074,1 |
| 1952 | 630 | 573,4 | 585,9 | 671,1 | 615,1 | 7063,3 | 7440,1 | 7090,9 | 9497,6 | 7752,5 | 698,7 | 486,8 | 610,6 | 7824,5 | 6316,7 | 7684,7 |
| 1953 | 995 | 1086 | 940,7 | 1.040,7 | 1015,6 | 8058,3 | 8526,1 | 8031,5 | 10538,3 | 8768,1 | 1103,5 | 922 | 1001,7 | 8928 | 7238,7 | 8686,4 |
| 1954 | 675 | 754 | 628,3 | 755,3 | 703,2 | 8733,3 | 9280,1 | 8659,9 | 11293,6 | 9471,3 | 748,6 | 640,2 | 693,1 | 9676,6 | 7878,9 | 9379,5 |
| 1955 | 480 | 448 | 434 | 803,9 | 541,5 | 9213,3 | 9728,1 | 9093,9 | 12097,5 | 10012,8 | 532,3 | 380,4 | 537,7 | 10208,9 | 8259,3 | 9917,2 |
| 1956 | 685 | 670,6 | 636,4 | 1.287,8 | 820 | 9898,3 | 10398,7 | 9730,3 | 13385,3 | 10832,8 | 759,7 | 569,4 | 813,3 | 10968,6 | 8828,7 | 10730,5 |
| 1957 | 555 | 529,6 | 508,2 | 713,2 | 576,5 | 10453,3 | 10928,3 | 10238,5 | 14098,5 | 11409,3 | 615,5 | 449,6 | 571,6 | 11584,1 | 9278,3 | 11302,1 |
| 1958 | 660 | 644,6 | 612,7 | 897,7 | 703,8 | 11113,3 | 11572,9 | 10851,2 | 14996,2 | 12113,1 | 732 | 547,3 | 697,4 | 12316,1 | 9825,6 | 11999,5 |
| 1959 | 763,4 | 949 | 924,9 | 1.227,5 | 966,2 | 11876,7 | 12521,9 | 11776,1 | 16223,7 | 13079,3 | 846,6 | 805,7 | 951,2 | 13162,7 | 10631,3 | 12950,7 |
| 1960 | 436 | 509 | 524,3 | 720,4 | 547,4 | 12312,7 | 13030,9 | 12300,4 | 16944,1 | 13626,7 | 483,5 | 432,1 | 540,1 | 13646,2 | 11063,4 | 13490,8 |
| 1961 | 763,7 | 980 | 750 | 1.013,8 | 876,7 | 13076,4 | 14010,9 | 13050,4 | 17957,9 | 14503,4 | 847 | 832 | 860,7 | 14493,2 | 11895,4 | 14351,5 |
| 1962 | 431,6 | 297 | 257,8 | 474,4 | 365,2 | 13508 | 14307,9 | 13308,2 | 18432,3 | 14868,6 | | 252,2 | 354,0 | 14924,8 | 12147,6 | 14705,5 |
| 1963 | 884,8 | 864 | 747,9 | 1.038,6 | 883,8 | 14392,8 | 15171,9 | 14056,1 | 19470,9 | 15752,4 | | 733,6 | 851,2 | 15809,6 | 12881,2 | 15556,7 |
| 1964 | 520 | 370 | 344,7 | 506,1 | 435,2 | 14912,8 | 15541,9 | 14400,8 | 19977 | 16187,6 | | 314,1 | 421,2 | 16329,6 | 13195,3 | 15977,9 |
| 1965 | 1027,1 | 1047 | 928 | 1.484 | 1121,5 | 15939,9 | 16588,9 | 15328,8 | 21461 | 17309,1 | | 888,9 | 1082 | 17356,7 | 14084,2 | 17059,9 |
| 1966 | 1005 | 731,2 | 691,5 | 990 | 854,4 | 16944,9 | 17320,1 | 16020,3 | 22451 | 18163,5 | | | | 18361,7 | 14815,4 | 17914,3 |
| 1967 | 448,5 | 376,5 | 454 | 666,7 | 486,4 | 17393,4 | 17696,6 | 16474,3 | 23117,7 | 18649,9 | | | | 18810,2 | 15191,9 | 18400,7 |
| 1968 | 267,4 | 273,4 | 269 | 467,5 | 319,3 | 17660,8 | 17970,0 | 16743,3 | 23585,2 | 18969,2 | | | | 19077,6 | 15465,3 | 18720 |
| 1969 | 501,6 | 550,2 | 523 | 888,5 | 615,8 | 18162,4 | 18520,2 | 17266,3 | 24473,7 | 19585,0 | | | | 19579,2 | 16015,5 | 19335,8 |
| 1970 | 568,2 | 463,1 | 461 | 760,8 | 563,3 | 18730,6 | 18983,3 | 17727,3 | 25234,5 | 20148,3 | | | | 20147,4 | 16478,6 | 19899,1 |
| 1971 | 583,6 | 530,1 | 579 | 618 | 577,7 | 19314,2 | 19513,4 | 18306,3 | 25852,5 | 20726,0 | | | | 20731 | 17008,7 | 20476,8 |
| 1972 | 1381,7 | 1007,6 | 1203,5 | 1.590 | 1295,7 | 20695,9 | 20521 | 19509,8 | 27442,5 | 22021,7 | | | | 22112,7 | 18016,5 | 21772,5 |
| 1973 | 546,4 | 371,5 | 494,5 | 669,1 | 520,4 | 21242,3 | 20892,5 | 20004,3 | 28111,6 | 22542,1 | | | | 22659,1 | 18387,8 | 22292,9 |
| 1974 | 874,8 | 621,3 | 638,3 | 974,3 | 777,2 | 22117,1 | 21513,8 | 20642,6 | 29085,9 | 23319,3 | | | | 23533,9 | 19009,1 | 23070,1 |
| 1975 | 781,4 | 691,0 | 514 | 941 | 731,9 | 22898,5 | 22204,8 | 21156,6 | 30026,9 | 24051,2 | | | | 24315,3 | 19700,1 | 23802 |

TABLA I.6

ESTACION FUNDO EL PERAL

Latitud:
Longitud:
Altura:

| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942 | | 3,3 | 6,5 | 21,6 | 150,5 | 142,5 | 212,8 | 147,7 | 18,1 | 12,2 | 73,3 | 6,5 | 795 |
| 1943 | | | 15,8 | 18,9 | 106,4 | 141,8 | 69,9 | 61,9 | 211,5 | 1,5 | 7,3 | | 635 |
| 1944 | 13,5 | | 0,1 | 24,7 | 94,7 | 258 | 34 | 190 | 10,2 | 64 | 5,8 | | 695 |
| 1945 | 19,2 | 62,2 | 18,5 | 22,6 | 81,4 | 9,2 | 118,1 | 70,6 | 36,7 | 0,5 | 40,8 | 0,2 | 480 |
| 1946 | 26,9 | 5,6 | | 23,1 | 69,1 | 95,7 | 127,1 | 45 | 25,2 | 19,9 | 15,1 | 12,3 | 465 |
| 1947 | | | 14 | 69 | 114,5 | 199,1 | 83,6 | 41,5 | 79,3 | 29,0 | | | 630 |
| 1948 | | | | 100 | 88,7 | 106,5 | 241,2 | 36,7 | 79,3 | 15,4 | | 7,2 | 675 |
| 1949 | | 21,4 | 26,5 | 6 | 323,7 | 178,6 | 11,3 | 35,5 | 7,5 | | | 34,3 | 645 |
| 1950 | | 2,5 | 24,7 | 162,2 | 221,9 | 137,3 | 19,6 | 96,5 | 53,4 | 18,9 | 78 | | 815 |
| 1951 | 27,3 | 3,8 | 2,8 | 16,5 | 116,8 | 372,0 | 277,5 | 9,2 | 84,2 | 6,1 | 15,1 | 3,7 | 935 |
| 1952 | | 4,7 | 26,6 | | 203,6 | 161,1 | 97 | 24,7 | 63 | 34,3 | | | 615 |
| 1953 | 29,1 | | 0,9 | 46 | 238 | 87,2 | 133 | 134 | 240,6 | 31,1 | 1,3 | 13,8 | 955 |
| 1954 | | 3,6 | | 62 | 87,8 | 251 | 185,6 | 29 | 24,4 | 1,2 | | 10,4 | 655 |
| 1955 | | 26 | | 14,9 | 47,6 | 247,9 | 28,3 | 80,4 | 20 | 5,5 | 1,2 | 23,2 | 495 |
| 1956 | 49,8 | 0,2 | 77,3 | 43,1 | 140,2 | 45 | 205,7 | 61,2 | 40,5 | 29,1 | 2,9 | | 695 |
| 1957 | 5,9 | | | 15,2 | 227,9 | 46,9 | 120,7 | 83,5 | 33,4 | 19,7 | | 16,8 | 570 |
| 1958 | | | 3 | 21,1 | 271,3 | 153,1 | 6,3 | 82,9 | 94,7 | | 32,1 | 10,5 | 675 |
| 1959 | 82,1 | | 49,5 | 210 | 134,8 | 208,7 | 187,2 | 53,9 | 25,4 | 33,4 | | | 985 |
| 1960 | 67,8 | | 40,3 | | 39,7 | 213 | 85,2 | 50,8 | 54,4 | 23,5 | 10,3 | | 585 |
| 1961 | 45,4 | | 53,4 | | 43,9 | 225,4 | 124,8 | 123,8 | 179,5 | 13,8 | | | 810 |
| 1962 | | | 1,1 | 12,9 | 39,5 | 156,1 | 20,6 | 55,2 | 23 | 11,6 | | | 320 |
| 1963 | | | 18,6 | 13,1 | 84,3 | 109,9 | 190,5 | 167 | 138 | 30,9 | 52,7 | | 805 |
| 1964 | 17,5 | | 12,4 | 3,1 | 14,3 | 93,8 | 81 | 99,3 | 6,6 | 1,7 | 6,2 | 69,1 | 405 |
| 1965 | | 43,5 | | 129,7 | 113 | 71,3 | 356,4 | 231,9 | 10,9 | 4,1 | 22,9 | 6,3 | 990 |
| 1966 | | | | 73 | 61,5 | 371,4 | 131,4 | 51,5 | 5,8 | 26,1 | 3,3 | 28 | 752 |
| 1967 | 5 | 15 | | 2 | 128 | 73 | 88 | 28 | 37 | 30 | 10 | | 416 |
| 1968 | | 1,5 | 7 | 27 | 3 | 64 | 25,5 | 46 | 37,5 | 30 | 21,5 | 45 | 308 |
| 1969 | | | 2 | 60 | 113 | 230 | 70 | 60 | 34 | 29 | 10 | | 608 |
| 1970 | | | 9 | | 104 | 163 | 177 | 34 | 44 | 19 | | 2 | 552 |
| 1971 | 2 | | | 64 | 79 | 165 | 101 | 57 | 22 | 17 | | 90 | 597 |
| 1972 | 3 | | 46 | 20 | 315 | 326 | 126 | 219 | 113 | 28 | 12 | | 1208 |
| 1973 | | | | 9 | 170 | 28 | 169 | 15 | 9 | 58 | | 7 | 515 |
| 1974 | 3 | | 3 | | 268 | 373 | 29 | 34 | 21 | 17 | | | 748 |
| 1975 | 0,2 | 3,7 | 0,3 | 46,9 | 128,2 | 146,4 | 198,4 | 59,6 | 8,5 | 10 | 11 | 1,8 | 615 |
| 1976 | 2,1 | | 3 | | | | | | | | | | |

## TABLA I.7

## ESTACION FUNDO EL PERAL

Valores Sintetizados por Correlación (mm)

| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Anual | Precip. Anual Correl. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942 | | 3,3 | 6,5 | 21,7 | 151,3 | 143,2 | 213,9 | 148,5 | 18,2 | 12,3 | 73,7 | 6,5 | 799,1 | 795 |
| 1943 | | | 16,3 | 19,5 | 110 | 146,7 | 72,3 | 64,0 | 218,7 | 1,5 | 7,6 | | 656,6 | 635 |
| 1944 | 13 | | 0,1 | 23,8 | 91,3 | 248,9 | 32,8 | 183,2 | 9,8 | 61,7 | 5,6 | | 670,2 | 695 |
| 1945 | 18,4 | 59,7 | 17,8 | 21,7 | 78,1 | 8,8 | 113,4 | 67,8 | 35,2 | 0,5 | 39,2 | 0,2 | 460,8 | 480 |
| 1946 | 26 | 5,4 | | 22,3 | 66,7 | 92,4 | 122,8 | 43,5 | 24,3 | 19,2 | 14,6 | 11,9 | 449,1 | 465 |
| 1947 | | | 14,4 | 70,7 | 117,4 | 204,1 | 85,7 | 42,5 | 81,3 | 29,7 | | | 645,8 | 630 |
| 1948 | | | | 102 | 90,4 | 108,6 | 295,9 | 37,4 | 30,9 | 15,7 | | 7,3 | 688,2 | 675 |
| 1949 | | 22,9 | 28,3 | 6,4 | 346 | 190,9 | 12,1 | 37,9 | 8 | | | 36,6 | 689,1 | 645 |
| 1950 | | 2,6 | 25,8 | 169,5 | 231,8 | 143,5 | 20,5 | 100,8 | 55,8 | 19,8 | 81,5 | | 851,6 | 815 |
| 1951 | 29,5 | 4,1 | 3 | 17,8 | 126,4 | 402,2 | 300,1 | 9,9 | 91 | 6,6 | 16,3 | 4 | 1010,9 | 935 |
| 1952 | | 4,8 | 27,4 | | 209,3 | 165,7 | 99,8 | 25,4 | 64,8 | 35,3 | | | 632,5 | 615 |
| 1953 | 30,2 | | 0,9 | 47,8 | 247,5 | 90,6 | 38,3 | 139,3 | 250 | 32,3 | 1,3 | 14,3 | 992,5 | 955 |
| 1954 | | 3,7 | | 64,4 | 91,2 | 260,6 | 192,7 | 30,1 | 25,3 | 1,2 | | 10,8 | 680 | 655 |
| 1955 | | 24,3 | | 13,9 | 44,5 | 231,8 | 26,5 | 75,2 | 18,7 | 5,1 | 1,1 | 21,7 | 462,8 | 495 |
| 1956 | 47,6 | 0,2 | 73,9 | 41,2 | 134,1 | 43 | 196,8 | 58,5 | 38,7 | 27,8 | 2,8 | | 664,6 | 695 |
| 1957 | 5,5 | | | 14,2 | 212,8 | 43,8 | 112,6 | 78 | 31,2 | 18,4 | | 15,7 | 532,2 | 570 |
| 1958 | | | 3 | 20,9 | 268,9 | 151,7 | 6,2 | 82,1 | 93,8 | | 31,8 | 10,4 | 668,8 | 675 |
| 1959 | 82,1 | | 49,5 | 210,1 | 134,8 | 208,8 | 187,2 | 53,9 | 25,4 | 33,4 | | | 985,2 | 985 |
| 1960 | 64,6 | | 38,4 | | 37,8 | 203,2 | 81,2 | 48,4 | 51,9 | 22,4 | 9,8 | | 557,7 | 585 |
| 1961 | 44,4 | | 52,2 | | 42,9 | 220,1 | 121,9 | 121 | 175,4 | 13,5 | | | 791,4 | 810 |
| 1962 | | | 1 | 11,4 | 34,9 | 137,7 | 18,2 | 48,7 | 20,3 | 10,2 | | | 282,4 | 320 |
| 1963 | | | 17,6 | 12,4 | 80 | 104,3 | 180,8 | 158,4 | 130,9 | 29,3 | 50 | | 763,7 | 805 |
| 1964 | 15,2 | | 10,8 | 2,7 | 12,4 | 81,4 | 70,3 | 86,2 | 5,7 | 1,5 | 5,4 | 60 | 351,6 | 405 |
| 1965 | | 41,2 | | 123 | 107,1 | 67,6 | 337,9 | 219,8 | 10,3 | 3,9 | 21,7 | 6 | 938,5 | 990 |
| 1966 | | | | 72,1 | 60,7 | 366,7 | 129,7 | 50,8 | 5,7 | 25,8 | 3,3 | 27,6 | 742,4 | 752 |

Notas: - Meses de Mayo a Octubre obtenidos de correlaciones mensuales con Talca

- Meses de Noviembre a Abril: $P_{Talca} \frac{P_{El\ Peral}}{P_{Talca}}$

TABLA I.8

ANALISIS DE FRECUENCIA

PRECIPITACIONES ANUALES ESTACION FUNDO EL PERAL

| Nº de Orden | Precipitaciones Anuales (mm) | Probabilidad de Excedencia (%) |
|---|---|---|
| 1 | 1159 | 2,9 |
| 2 | 961,5 | 5,7 |
| 3 | 946,5 | 8,6 |
| 4 | 932,4 | 11,4 |
| 5 | 928,6 | 14,3 |
| 6 | 821,7 | 17,1 |
| 7 | 816,3 | 20 |
| 8 | 803,6 | 22,9 |
| 9 | 801 | 25,7 |
| 10 | 781,3 | 28,6 |
| 11 | 772 | 31,4 |
| 12 | 746,2 | 34,3 |
| 13 | 722,9 | 37,1 |
| 14 | 712,3 | 40 |
| 15 | 677,4 | 42,9 |
| 16 | 644 | 45,7 |
| 17 | 632,8 | 48,6 |
| 18 | 624,1 | 51,4 |
| 19 | 616 | 54,3 |
| 20 | 615,9 | 57,1 |
| 21 | 615 | 60 |
| 22 | 613,7 | 62,9 |
| 23 | 596,3 | 65,7 |
| 24 | 575,7 | 68,6 |
| 25 | 573,6 | 71,4 |
| 26 | 567,1 | 74,3 |
| 27 | 545 | 77,1 |
| 28 | 521 | 80 |
| 29 | 446,5 | 82,9 |
| 30 | 418,6 | 85,7 |
| 31 | 412,6 | 88,6 |
| 32 | 404,5 | 91,4 |
| 33 | 337,5 | 94,3 |
| 34 | 301,5 | 97,1 |

## TABLA I.9

## ESTACION CONSTITUCION (OMC)

Latitud: 35º20' S
Longitud: 72º26' W
Altura: 2 m.s.n.m.

| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1942 | | 6 | 15 | 11 | 186 | 107 | 121 | 251 | 44 | 31 | 38 | | 810 |
| 1943 | | | 22 | 43 | 174 | 138 | 151 | 145 | 161 | 6 | 11 | | 851 |
| 1944 | | 8 | | 35 | 130,9 | 188,6 | 153,5 | 169,1 | 3,6 | 116,3 | 9,1 | | 812,1 |
| 1945 | | 51 | 28 | 42 | 129,5 | 36,5 | 126,6 | 116,9 | 77,1 | | 28,8 | 1,2 | 637,6 |
| 1946 | 19,3 | 8,3 | 0,9 | 43,2 | 126,5 | 160,9 | 173 | 130,1 | 61,3 | 11,1 | 35,1 | 2,3 | 778 |
| 1947 | 2,5 | | 0,1 | 42,6 | 99,5 | 244,4 | 122,5 | 87,3 | 62,5 | 42,7 | 2,4 | | 656,5 |
| 1948 | | 1,2 | | 19,4 | 176,9 | 152,2 | 295,6 | 63,7 | 99,4 | 35,4 | | 5,2 | 949 |
| 1949 | | 16,6 | 16,8 | 11,3 | 295,7 | 170 | 49,1 | 51,9 | 7,5 | | 3 | 20,9 | 642,8 |
| 1950 | | 1 | 12,7 | 133,3 | 308,3 | 239,4 | 111,4 | 215,5 | 114,5 | 32,2 | 142,4 | | 1310,7 |
| 1951 | 25,7 | 4,3 | 8,1 | 9,3 | 165 | 503,9 | 331,4 | 55,6 | 72,4 | 15,8 | 37,6 | 5,6 | 1234,7 |
| 1952 | | 6 | 40,7 | | 227,5 | 167,9 | 129,3 | 48,3 | 36,8 | 54,3 | 2,5 | | 713,3 |
| 1953 | 39,1 | 6,9 | 13,6 | 56,2 | 459,1 | 132,9 | 200,2 | 328,7 | 272,1 | 38 | 5,9 | 11,8 | 1564,5 |
| 1954 | | 14,5 | | 78 | 184 | 294,2 | 180,1 | 55,5 | 31,4 | 33,8 | 5,1 | 21,2 | 898,4 |
| 1955 | 0,5 | 20,8 | | 46,3 | 73,6 | 291,6 | 38,9 | 109,1 | 21,2 | 8 | | 11,6 | 621,6 |
| 1956 | 32,6 | 3,6 | 133,6 | 51,9 | 157,2 | 94,7 | 216,8 | 53,1 | 46,9 | 23,8 | 20,8 | | 835 |
| 1957 | 9 | | | 21,6 | 204,9 | 52,3 | 180,8 | 67,7 | - | - | - | - | - |
| 1958 | | | - | - | - | 63 | 44 | 101 | 138,7 | 4 | 44 | | - |
| 1959 | 43,4 | | 26,4 | 225,8 | 143,1 | 181,7 | 214,3 | 73,6 | 55,2 | 35,6 | | | 999,1 |
| 1960 | 11,9 | | 26 | 13,2 | 47,8 | 274,6 | 129,6 | 62,3 | 27,3 | 49,5 | 1,2 | 1,2 | 644,6 |
| 1961 | 28,1 | | 65,4 | | 28,6 | 93 | 166,3 | 128,4 | 65,9 | 18,4 | | | 594,1 |
| 1962 | | | 34 | 29 | 57,8 | 123,6 | 34,7 | 155,2 | 16,4 | 67,3 | 1,8 | | 519,8 |
| 1963 | | | 7,2 | 35,3 | 68,3 | 152 | 133,2 | 176 | 224,4 | 30,4 | 77,1 | 3,2 | 907,1 |
| 1964 | 10 | | 3 | 9 | 21 | 73 | 88 | 164 | 13 | 3 | 33 | 44 | 461 |
| 1965 | | 24 | 1 | 104 | 104 | 86 | 401 | 209 | 32 | 48 | 27 | 11 | 1047 |
| 1966 | 0,6 | 1,5 | | 114 | 79 | 380 | 176 | 226 | 42 | 24 | 7 | 92 | 1142,1 |
| 1967 | 12 | 10 | 5,8 | 5 | 176 | 53 | 93 | 53 | 57 | 42 | 9,2 | 1,8 | 577,8 |
| 1968 | | 1,5 | 4,4 | 25,3 | 4,4 | 70 | 43,9 | 47,4 | 75,3 | 40,1 | 23,5 | 27,6 | 363,4 |
| 1969 | | 1,4 | 3 | 38,1 | 116,3 | 250,8 | 136 | 102,1 | 55,7 | 47,2 | 1,8 | | 762,4 |
| 1970 | 11 | | 0,1 | 2,6 | 69 | 169,3 | 212 | 58,1 | 55,1 | 10,2 | 7,1 | 11,7 | 606,2 |
| 1971 | | 2,2 | 0,6 | 47,8 | 79,7 | 172,1 | 148,8 | 120,2 | 38,7 | 27,9 | | 19,7 | 657,7 |
| 1972 | 1 | | 27,3 | 16,2 | 291,1 | 265,7 | 171,3 | 226,5 | 129,6 | 58,3 | 26,2 | | 1222,2 |
| 1973 | | | 6,8 | 22,8 | 162 | 107 | 145,4 | 48,1 | 4,8 | 64,5 | 3,1 | 13,4 | 577,9 |
| 1974 | 6,3 | | 0,5 | | 211,8 | 489,3 | 80,6 | 36,8 | 19,3 | 26,3 | 29,5 | 11,3 | 911,7 |
| 1975 | | 11,6 | 1 | 41,8 | 217,7 | 154,2 | 276,8 | 91 | 19,7 | 35 | 28,3 | 5 | 882,1 |

TABLA I.10

ESTACION CONSTITUCION (OMC)

Estadística Corregida

| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1957 | 9,7 | | | 23,2 | 220,3 | 56,2 | 194,4 | 72,8 | 95(3) | 32,5(3) | 6 | 19,9(3) | 680 (2) |
| 1958 | | | 9,5(3) | 34,6(3) | 313,6(3) | 73,8 | 51,5 | 118,3 | 162,5 | 4,7 | 51,5 | | 820 (2) |
| 1959 | 43,4 | | 26,4 | 225,8 | 143,1 | 181,7 | 214,3 | 73,6 | 55,2 | 35,6 | | | 999,1 |
| 1960 | 11,9 | | 26 | 13,2 | 47,8 | 274,6 | 129,6 | 62,3 | 27,3 | 49,5 | 1,2 | 1,2 | 644,6 |
| 1961 | 47 | | 109,4 | | 47,9 | 155,6 | 278,3 | 214,8 | 110,3 | 30,8 | | | 994,1(1) |
| 1962 | | | 34 | 29 | 57,8 | 123,6 | 34,7 | 155,2 | 16,4 | 67,3 | 1,8 | | 519,8 |
| 1963 | | | 7,2 | 35,3 | 68,3 | 152 | 133,2 | 176 | 224,4 | 30,4 | 77,1 | 3,2 | 907,1 |
| 1964 | 10 | | 3 | 9 | 21 | 73 | 88 | 164 | 13 | 3 | 33 | 44 | 461 |
| 1965 | | 24 | 1 | 104 | 104 | 86 | 401 | 209 | 32 | 48 | 27 | 11 | 1047 |
| 1966 | 0,6 | 1,5 | | 114 | 79 | 380 | 176 | 226 | 42 | 24 | 7 | 92 | 1142,1 |
| 1967 | 12 | 10 | 5,8 | 5 | 176 | 53 | 93 | 53 | 57 | 42 | 9,2 | 1,8 | 577,8 |
| 1968 | | 1,5 | 4,4 | 25,3 | 4,4 | 70 | 43,9 | 47,4 | 75,3 | 40,1 | 23,5 | 27,6 | 363,4 |
| 1969 | | 1,4 | 3 | 38,1 | 116,3 | 250,8 | 136 | 102,1 | 55,7 | 47,2 | 11,8 | | 762,4 |
| 1970 | 11 | | 0,1 | 2,6 | 69 | 169,3 | 212 | 58,1 | 55,1 | 10,2 | 7,1 | 11,7 | 606,2 |
| 1971 | | 2,2 | 0,6 | 47,8 | 79,7 | 172,1 | 148,8 | 120,2 | 38,7 | 27,9 | | 19,7 | 657,7 |
| 1972 | 1 | 27,3 | 16,2 | 291,1 | 291,1 | 265,7 | 171,3 | 226,5 | 129,6 | 58,3 | 26,2 | | 1222,2 |
| 1973 | | | 6,8 | 22,8 | 162 | 107 | 145,4 | 48,1 | 4,8 | 64,5 | 3,1 | 13,4 | 577,9 |
| 1974 | 6,3 | | 0,5 | | 211,8 | 489,3 | 80,6 | 36,8 | 19,3 | 26,3 | 29,5 | 11,3 | 911,7 |
| 1975 | | 11,6 | 1 | 49,8 | 217,7 | 154,2 | 276,8 | 91 | 19,7 | 35 | 28,3 | 5 | 882,1 |

(1) Corregida por CDA

(2) Relleno anual por correlación con Talca

(3) Rellenos mensuales por promedios ponderados

TABLA I.11

ANALISIS DE FRECUENCIA PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HRS.
TALCA

| Año | Precipitación (mm) | m | Prob.no exced. (100 m/N+1) | Precipitación (mm) |
|---|---|---|---|---|
| 1942 | 62,4 | 1 | 96,9 | 111,7 |
| 1943 | 75,0 | 2 | 93,8 | 106,3 |
| 1944 | 62 | 3 | 90,6 | 88,8 |
| 1945 | 52 | 4 | 87,5 | 79 |
| 1946 | 41,8 | 5 | 84,4 | 75 |
| 1947 | - | 6 | 81,3 | 73,5 |
| 1948 | 62,8 | 7 | 78,1 | 72,5 |
| 1949 | 54,8 | 8 | 75 | 66,6 |
| 1950 | 66,6 | 9 | 71,9 | 66,3 |
| 1951 | 111,7 | 10 | 68,8 | 66 |
| 1952 | 53,5 | 11 | 65,6 | 65 |
| 1953 | 79 | 12 | 62,5 | 62,8 |
| 1954 | 88,8 | 13 | 59,4 | 62,4 |
| 1955 | 60,5 | 14 | 56,3 | 62 |
| 1956 | 45 | 15 | 53,1 | 60,5 |
| 1957 | 66,3 | 16 | 50 | 58,4 |
| 1958 | 58,4 | 17 | 46,9 | 57 |
| 1959 | 66 | 18 | 43,8 | 56 |
| 1960 | 73,5 | 19 | 40,6 | 55 |
| 1961 | 106,3 | 20 | 37,5 | 54,8 |
| 1962 | 41 | 21 | 34,4 | 53,5 |
| 1963 | 72,5 | 22 | 31,3 | 52 |
| 1964 | 33 | 23 | 28,1 | 50 |
| 1965 | 55 | 24 | 25 | 45 |
| 1966 | 50 | 25 | 21,9 | 42 |
| 1967 | 42 | 26 | 18,8 | 41,8 |
| 1968 | 38 | 27 | 15,6 | 41 |
| 1969 | 57 | 28 | 12,5 | 38 |
| 1970 | 38 | 29 | 9,4 | 38 |
| 1971 | 56 | 30 | 6,3 | 33 |
| 1972 | 65 | 31 | 3,1 | 29 |
| 1973 | 29 | | | |
| 1974 | - | | | |
| 1975 | - | | | |

Media: $\bar{x}$ = 60,1 mm.

Desviación standard: $\sigma_x$ = 19,07 mm.

# A P E N D I C E  II

## ANTECEDENTES FLUVIOMETRICOS

# TABLA II-1

## HOYA DEL RIO MAULE

Estación : RIO CLARO EN CAMARICO
Control : D. G. A

Latitud : 35° 10' S
Longitud : 71° 23' O
Altura : 220 m s.m.
Area : 778 km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m³/s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m³/s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO Caudal | INSTANTANEO Fecha | |
| 1936 | | | 5,78 | 6,37 | 40,6 | 49,8 | 31.4 | 28,7 | 33,9 | 25,7 | 26,8 | 12,5 | 26,2 | 225,0 | | | 3,40 |
| 1937 | 8,47 | 9,26 | 6,45 | 5,00 | 28,8 | 37,2 | 50,9 | 67,7 | 39,3 | 31,0 | 22,8 | 15,3 | 26,8 | 190,0 | | | 4,08 |
| 1938 | 5,84 | 3,87 | 5,97 | 3,56 | 7,73 | 16,7 | 24,8 | 16,2 | 18,1 | 20,2 | 26,8 | 13,4 | 13,6 | 161,0 | | | 3,40 |
| 1939 | 4,50 | 3,69 | 2,35 | 2,43 | 21,3 | 55,9 | 27,5 | 58,0 | 24,9 | 31,0 | 16,7 | 14,4 | 21,9 | 178,0 | | | 2,02 |
| 1940 | 6,67 | 7,26 | 6,69 | 9,96 | 69,6 | 70,2 | 114,0 | 50,9 | 32,0 | 46,6 | 21,7 | 12,6 | 37,3 | 270,0 | | | 3,40 |
| 1941 | 7,19 | 8,67 | 15,7 | 9,57 | 44,5 | 48,4 | 83,3 | 101,0 | 39,8 | 32,4 | 51,1 | 34,2 | 39,7 | 270,0 | | | 3,40 |
| 1942 | 23,2 | 11,2 | 12,8 | 10,4 | 19,6 | 29,1 | 24,7 | 87,6 | 27,1 | 29,9 | 32,7 | 20,3 | 27,4 | 270,0 | | | 7,86 |
| 1947 | | | | | | | | 15,3 | 17,9 | 21,5 | 13,5 | 4,23 | | | | | 1,80 |
| 1948 | 3,90 | 2,04 | 2,14 | 4,62 | 10,1 | 15,4 | 66,3 | 23,8 | 35,1 | 26,9 | 20,8 | 10,2 | 18,4 | 270,0 | | | 1,20 |
| 1949 | 5,24 | 4,0 | 6,61 | 3,79 | 46,6 | 53,0 | 16,7 | 13,9 | 9,20 | 7,13 | 5,40 | 3,29 | 14,6 | 215,0 | | | 1,80 |
| 1950 | 3,10 | 1,24 | 1,63 | 10,7 | 44,0 | 32,2 | 15,6 | 34,6 | 44,2 | 22,6 | 25,7 | 14,1 | 20,8 | 182,0 | | | 1,00 |
| 1951 | 6,18 | 4,99 | 5,59 | 4,49 | 7,59 | 55,1 | 74,7 | 32,8 | 36,4 | 21,4 | 16,5 | 18,3 | 23,7 | 225,0 | | | 3,30 |
| 1952 | 7,45 | 5,51 | 4,65 | 5,47 | 29,5 | 31,7 | —— | 15,9 | 18,0 | 14,9 | 8,30 | 6,82 | 13,5 | 200,0 | | | 2,78 |
| 1953 | 5,22 | 2,37 | 2,19 | 2,11 | 32,0 | 18,1 | 41,5 | 102,0 | 106,0 | 40,5 | 32,8 | 25,2 | 34,2 | 538,0 | 983,0 | 19-AGO | 0,80 |
| 1954 | 12,3 | 7,81 | 6,41 | 10,6 | 9,95 | 43,1 | 43,9 | 28,9 | 24,1 | 11,9 | 13,6 | 8,94 | 18,5 | 131,0 | 178,0 | 12-JUL | 5,2 |
| 1955 | 4,01 | 2,37 | 2,37 | 2,78 | 7,24 | 42,2 | 19,9 | 22,9 | 28,6 | 11,9 | —— | 7,76 | 13,8 | 61,7 | 83,8 | 29-AGO | 2,14 |
| 1956 | 5,83 | 3,91 | 3,94 | 4,16 | 9,24 | 8,08 | 16,2 | —— | —— | 22,0 | —— | 8,88 | 9,10 | 53,2 | 83,2 | 15-JUL | 2,84 |
| 1957 | 6,38 | 5,19 | 2,05 | 1,98 | —— | 16,7 | —— | —— | —— | 14,6 | 16,7 | 9,79 | 9,20 | 23,6 | 28,5 | 24-OCT | 1,91 |
| 1958 | 2,27 | 2,94 | —— | —— | —— | —— | —— | 53,9 | 31,5 | —— | 19,9 | 6,79 | | 215,0 | 372,0 | 13-AGO | 0,01 |
| 1959 | 9,75 | 6,01 | 5,28 | 42,6 | 32,4 | 39,0 | 61,8 | 39,2 | 48,4 | 17,7 | 15,7 | 7,78 | 27,1 | 134,0 | 194,0 | 4-JUL | 3,61 |

OBSERVACIONES:

# TABLA II-1 (continuación)

## HOYA DEL RIO MAULE

Estación : RIO CLARO EN CAMARICO
Control : D. G. A

Latitud : 35° 10' S
Longitud : 71° 23' O
Altura : 220 m.s.m.
Area : 776 km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m³/s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m³/s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO Caudal | INSTANTANEO Fecha | |
| 1960 | 7,63 | 6,38 | 5,94 | 5,67 | 5,25 | 19,1 | 22,6 | 19,2 | 18,1 | 17,8 | 13,4 | 7,52 | 12,4 | 106,0 | 144,0 | 21-JUN | 3,38 |
| 1961 | 5,24 | 2,55 | 12,1 | 4,55 | 3,23 | 14,0 | 30,1 | 29,0 | 82,5 | 47,4 | 20,2 | 11,3 | 21,8 | 248,0 | 272,0 | 27-SEP | 2,31 |
| 1962 | 5,46 | 5,55 | 5,28 | 4,58 | 4,03 | 17,4 | 13,5 | 16,7 | 8,31 | 18,0 | 12,0 | 8,73 | 10,0 | 99,4 | 151,0 | 27-JUN | 2,71 |
| 1963 | 4,33 | 3,20 | 4,55 | 4,84 | 5,49 | 8,82 | 44,9 | 22,3 | 61,2 | 38,6 | 49,6 | 26,4 | 22,9 | 360,0 | 615,0 | 2-SEP | 3,08 |
| 1964 | 11,8 | 6,99 | 9,12 | 7,46 | 6,61 | 11,4 | 16,7 | 20,3 | 19,1 | 10,3 | 10,1 | 18,4 | 12,4 | 78,0 | 130,0 | 24-DIC | 5,62 |
| 1965 | 5,17 | 3,98 | 3,08 | 12,3 | 46,5 | 37,7 | 98,1 | 108,0 | 29,2 | 33,5 | 24,4 | 20,3 | 3,52 | 433,0 | 718,0 | 15-AGO | 2,76 |
| 1966 | 11,7 | 10,1 | 10,0 | 12,7 | 13,6 | 73,8 | 59,4 | 30,7 | 28,7 | 15,1 | 18,1 | 21,5 | 25,5 | 317,0 | 445,0 | 15-JUN | 9,02 |
| 1967 | 7,82 | 5,74 | 6,31 | 5,24 | 8,0 | 10,2 | 12,6 | 12,3 | 14,1 | 17,4 | 12,7 | 7,95 | 10,0 | 52,8 | 105,0 | 17-JUL | 3,69 |
| 1968 | 4,01 | 2,38 | 2,50 | 2,89 | 3,42 | 3,15 | 2,64 | 3,85 | 3,12 | 3,12 | 2,56 | 2,20 | 3,0 | 9,60 | 17,2 | 17-AGO | 1,94 |
| 1969 | —— | 1,06 | 1,18 | 2,26 | 11,3 | 56,0 | 27,9 | 26,8 | 12,8 | 3,41 | 8,10 | 6,68 | 14,3 | 523,0 | 986,0 | 7-JUN | 0,98 |
| 1970 | 4,25 | 3,16 | 2,93 | 2,75 | 5,30 | 15,9 | 29,7 | 21,5 | 15,1 | —— | 10,4 | 6,23 | 10,7 | 102,0 | 170,0 | 29-JUL | 2,33 |
| 1971 | 4,11 | 2,54 | 2,42 | 3,0 | 10,4 | 36,4 | 35,8 | 31,0 | 17,6 | 12,0 | 7,43 | 6,41 | 14,1 | 180,0 | 395,0 | 20-JUL | 2,02 |
| 1972 | 3,60 | 160 | 3,65 | 4,25 | 88,9 | —— | —— | —— | —— | —— | —— | —— | | —— | —— | —— | 1,42 |
| 1973 | 5,24 | 5,04 | 6,10 | 5,19 | 10,5 | 15,1 | 40,6 | 24,0 | —— | 17,0 | 11,0 | 7,16 | 13,4 | 144,0 | 244,0 | 8-JUL | 4,26 |
| 1974 | 5,19 | 3,50 | 3,98 | 4,30 | 30,5 | 52,1 | —— | —— | 18,8 | 11,8 | 10,8 | 7,99 | 14,9 | 380,0 | 631,0 | 20-MAY | 2,84 |
| 1975 | 6,73 | 3,47 | 4,60 | 8,65 | 16,3 | 21,5 | 53,9 | 28,2 | 18,7 | 10,0 | 16,2 | 8,98 | 16,4 | 128,0 | 181,0 | 13-JUL | 2,46 |
| 1976 | 4,96 | 4,17 | 3,95 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES :

# TABLA II-2

## HOYA DEL RIO MAULE

Estación : RIO CLARO EN TALCA
Control : D.G.A.

Latitud : 35°25' S
Longitud : 71°42' O
Altura : 150 m s.m.
Area : km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m³/s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m³/s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Media Diaria | INSTANTANEO Caudal | INSTANTANEO Fecha | |
| 1958 | | | | | | | | | | | 33,0 | 21,2 | 27,0 | 39,5 | 40,8 * | 26-NOV | 15,7 |
| 1959 | 35,0 | 19,4 | 19,3 | 131,0 | 104,0 | 132,0 | 202,0 | 74,6 | 88,7 | 44,3 | 35,8 | 17,4 | 75,6 | 498,0 | 575,0 * | 25 AGO | 10,7 |
| 1960 | 19,0 | 15,0 | 21,4 | 19,2 | 28,7 | 94,5 | 129,0 | 93,8 | 75,1 | 90,3 | 59,6 | 33,5 | 56,8 | 422,0 | 457,0 | 22-JUN | 11,9 |
| 1961 | 24,2 | 9,9 | 32,6 | 12,3 | 12,5 | 82,6 | 118,0 | 102,0 | 254,0 | 106,0 | 45,7 | 23,4 | 69,0 | 725,0 | 945,0 | 26-SEP | 7,25 |
| 1962 | 15,4 | 15,7 | 20,3 | 20,4 | 18,4 | 71,7 | 29,2 | 53,9 | 75,0 | 39,3 | 21,8 | 13,2 | 32,9 | 542,0 | 664,0 | 27-JUN | 9,03 |
| 1963 | 7,27 | 8,18 | 15,3 | 14,7 | 24,1 | 26,6 | 137,0 | 81,7 | —— | 81,2 | 91,1 | 47,0 | 49,0 | 583,0 | 955,0 | 20-AGO | 5,68 |
| 1964 | 17,4 | 12,3 | 24,8 | 25,6 | 20,9 | 25,5 | 41,1 | 65,6 | 38,2 | 24,3 | 19,6 | 38,8 | 29,6 | 345,0 | 449,0 | 18-AGO | 10,0 |
| 1965 | 7,80 | 13,9 | 11,0 | 74,6 | 106,0 | 77,3 | 308,0 | 330,0 | 55,0 | 90,2 | 63,3 | 45,5 | 99,6 | 1841,0 | —— | 10-AGO | 6,87 |
| 1966 | 15,8 | 13,6 | 21,3 | 36,2 | 34,1 | 397,0 | 203,0 | 84,4 | 60,4 | 53,9 | 55,9 | 64,8 | 86,9 | 1227,0 | 1560,0 | 16-JUN | 10,0 |
| 1967 | 28,8 | 21,2 | 25,2 | 25,4 | 39,9 | 36,2 | 45,5 | 26,2 | 37,1 | 86,4 | 25,3 | 22,3 | 35,1 | 219,0 | 323,0 | 22-JUN | 11,0 |
| 1968 | 15,3 | 12,1 | 15,2 | 20,7 | 19,7 | 14,3 | 10,0 | 12,9 | 14,6 | 24,1 | 16,4 | 15,2 | 15,9 | 40,9 | 47,3 | 2-OCT | 8,20 |
| 1969 | 14,9 | 10,3 | 13,8 | 18,3 | 53,9 | 181,0 | 87,5 | 93,7 | 38,2 | 24,8 | 27,1 | 18,8 | 48,7 | 1130,0 | 1507,0 | 7-JUN | 9,19 |
| 1970 | 22,0 | 13,2 | 13,7 | 16,4 | 30,6 | 101,0 | 158,0 | 61,1 | 32,0 | 40,0 | 42,3 | 25,9 | 46,0 | 710,0 | 1050,0 | 29-JUL | 10,9 |
| 1971 | 20,0* | 13,4 | 13,3 | —— | —— | 82,9 | 121,0 | 86,7 | 48,5 | 47,8 | 56,9 | 29,2 | 55,2 | 539,0 | 1008,0 | 29-JUN | 10,7 |
| 1972 | 18,1 | 12,5 | 21,4 | 23,7 | 322,0 | 423,0 | 143,0 | 321,0 | 163,0 | 113,0 | 80,2 | 47,5 | 141,0 | ≥3000 | ≥3000 | 7-MAY | 10,8 |
| 1973 | 32,7 | 32,4 | 41,7 | 43,4 | 99,7 | 49,5 | 176,0 | 64,9 | 32,5 | —— | —— | —— | 63,6 | 581,0 | 926,0 | 8-JUL | 25,0 |
| 1974 | —— | 17,3 | 16,3 | 21,5 | 60,6 | 331,0 | 107,0 | 46,5 | 48,3 | 51,1 | 49,9 | 49,9 | 72,6 | 1368,0 | 1667,0 | 29-JUN | 14,8 |
| 1975 | 30,9 | 27,7 | 31,2 | 42,8 | 72,1 | 144,0 | 335,0 | 122,0 | 48,9 | 51,1 | 58,8 | 36,0 | 83,4 | 1378,0 | 2195,0 | 4-JUL | 25,2 |
| 1976 | 23,4 | 26,8 | 28,7 | 31,7 | 28,8 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES: * VALOR INTERPOLADO

# TABLA II-3

## HOYA DEL RIO MAULE

Estación : RIO LIRCAY EN PUENTE LAS RASTRAS
Control : D.G.A.

Latitud : 35° 29' S
Longitud : 71° 17' O
Altura : 240 m s.m.
Area : 375 km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m³/s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m³/s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO Caudal | INSTANTANEO Fecha | |
| 1961 | | | | | | | | | | | | 0,92 | | | | | |
| 1962 | 0,85 | 0,84 | 1,25 | 1,64 | 1,61 | 17,6 | 7,40 | 16,5 | 5,82 | 13,4 | 2,64 | 0,50 | 5,84 | 169,0 | 387,0 | 26-JUN | 0,15 |
| 1963 | 0,76 | 0,77 | 1,34 | 0,61 | 3,34 | 5,53 | 37,2 | 42,6 | 44,9 | 26,1 | 24,8 | 5,97 | 16,2 | 305,0 | 492,0 | 31-OCT | 0,20 |
| 1964 | 1,09 | 0,57 | 1,37 | 1,01 | 1,26 | 3,81 | 8,73 | 11,9 | 11,9 | 4,84 | 0,84 | 1,84 | 4,10 | 51,8 | 134,0 | 6-JUL | 0,16 |
| 1965 | 0,67 | —— | 0,43 | —— | —— | 19,4 | 115,0 | 89,8 | 17,8 | 26,8 | 12,7 | 6,65 | 32,8 | 1040,0 | 1276,0 | 23-JUL | 0,36 |
| 1966 | 1,57 | 0,60 | 0,91 | 5,46 | 7,07 | 52,2 | 51,1 | 24,2 | 19,3 | 12,9 | 11,4 | 15,5 | 26,5 | 366,0 | 651,0 | 11-JUL | 0,26 |
| 1967 | 8,67 | 4,92 | 4,15 | 2,92 | 7,33 | 6,33 | 8,24 | 9,88 | 12,4 | 17,7 | 5,52 | 4,23 | 7,69 | 56,7 | 100,0 | 3-OCT | 0,36 |
| 1968 | 2,38 | 1,05 | 0,39 | 0,86 | 1,51 | 1,85 | 2,15 | 3,33 | 1,28 | 1,78 | 1,12 | 1,45 | 1,60 | 10,2 | 16,16 | 17-AGO | 0,08 |
| 1969 | 1,02 | 1,03 | 1,38 | 1,55 | 10,4 | 47,5 | 25,7 | 25,3 | 14,0 | 4,51 | 4,71 | 5,50 | 11,9 | 343,0 | 714,0 | 7-JUN | 0,48 |
| 1970 | 3,86 | 2,37 | 1,07 | 1,10 | 5,64 | 17,2 | 26,5 | 20,6 | 12,4 | 9,79 | 13,8 | 6,34 | 10,1 | 100,0 | 225,0 | 29-JUL | 0,35 |
| 1971 | 3,10 | 3,36 | 1,32 | 2,78 | 12,4 | 17,0 | 33,6 | 29,0 | 15,0 | 9,91 | 6,11 | 4,71 | 11,5 | 180,0 | 399,0 | 2-AGO | 0,89 |
| 1972 | 2,84 | 1,08 | 3,23 | 1,50 | 62,7 | 96,6 | 30,0 | 90,3 | 40,0 | 37,2 | 17,7 | 10,9 | 32,9 | 715,0 | 1190,0 | 8-MAY | 0,81 |
| 1973 | 8,22 | 5,65 | 6,42 | —— | —— | —— | 17,5 | 12,0 | 6,03 | 12,4 | 7,22 | 3,52 | 8,77 | 63,8 | 135,0 | 30-JUL | 2,19 |
| 1974 | 2,364 | 7,11 | 5,72 | 2,88 | 40,4 | 29,8 | 24,3 | 13,1 | 13,7 | 8,65 | 7,82 | 4,19 | 13,3 | 237,0 | 524,0 | 20-MAY | 0,02 |
| 1975 | 3,72 | 3,55 | 4,29 | 4,77 | 12,6 | 34,4 | 25,0 | 20,5 | 11,4 | 7,33 | 7,85 | 8,06 | 12,0 | 51,2 | 82,6 | 14-NOV | 0,58 |
| 1976 | 9,89 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# TABLA II-4

## HOYA DEL RIO MAULE

Estación : RIO PURAPEL EN NIRIVILO
Control : D. G. A.

Latitud : 35° 33' S
Longitud : 72° 05' O
Altura : 96 m s.m.
Area : 259 km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m³/s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m³/s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO Caudal | INSTANTANEO Fecha | |
| 1957 | | | | 0,09 | 2,59 | 1.21 | 3,63 | 5,33 | 1.99 | 0,91 | 0,49 | 029 | 1,84 | 16,8 | 24,7 | 20 MAY | 0,05 |
| 1958 | 0,16 | 0,11 | 0,12 | 0,19 | 4,7* | 7,13 | 4,22 | 6,40 | 4,42 | 2,30 | 0,88 | 0,34 | 2,39 | 33,3 | 60,0 | 1-JUN | 0,07 |
| 1959 | 0,19 | 0,19 | 0,14 | 0,61 | 3,61 | 6,56 | 12,0 | 6,91 | 5,0 | 2,17 | 1,05 | 0,49 | 3,24 | 25,3 | 36,2 | 13 AGO | 0,11 |
| 1960 | 0,30 | 0,22 | 0,25 | 0,33 | 0,54 | 5,69 | 4,63 | 2,87 | 2,20 | 1,33 | 0,59 | 0,23 | 1,60 | 40,3 | 69,6 | 21 JUN | 0,15 |
| 1961 | 0,15 | 0,19 | 0,26 | 0,20 | 0,22 | 3,73 | 7,90 | 6,27 | 11,1 | 3,66 | 1,33 | 0,71 | 2,98 | 31,6 | 37,6 | 18 JUL | 0,10 |
| 1962 | 0,30 | 0,22 | 0,23 | 0,37 | 0,48 | 2,30 | 1,43 | 2,59 | 0,87 | 1,06 | 0,38 | 0,17 | 0,87 | 20,1 | 26,8 | 14-AGO | 0,08 |
| 1963 | 0,06 | 0,02 | 0,04 | 0,09 | 0,24 | 1,23 | 7,91 | 7,33 | 11,7 | 2,23 | 1,46 | 0,76 | 2,76 | 30,0 | 49,8 | 23 AGO | 0,01 |
| 1964 | 0,33 | 0,23 | 0,21 | 0,27 | 0,42 | 0,83 | 1,83 | 2,52 | 1,65 | 0,65 | 0,29 | 0,27 | 0,79 | 9,10 | 12,2 | 6 JUL | 0,16 |
| 1965 | 0,12 | 0,11 | 0,08 | 0,53 | 1,11 | 1,94 | 10,9 | 11,4 | 3,09 | 1,95 | 0,99 | 0,73 | 2,75 | 42,9 | 63,5 | 15 AGO | 0,07 |
| 1966 | 0,31 | 0,27** | 0,23 | 0,50 | 1,56 | 11,5 | 9,80 | 9,64 | 4,68 | 2,60 | 1,03 | 1,39 | 3,93 | 36,2 | 59,8 | 13 JUN | 0,22 |
| 1967 | 0,45 | 0,29 | 0,25 | 0,35 | 2,35 | 2,25 | 3,79 | 2,08 | 2,35 | 1,06 | 0,46 | 0,19 | 1,32 | 11,6 | 13,0 | 22 MAY | 0,12 |
| 1968 | 0,09 | 0,04 | 0,12 | 0,19 | 0,28 | 0,42 | 0,53 | 0,65 | 0,36 | 0,32 | 0,15 | 0,02 | 0,26 | 1,77 | 1,86 | 18 AGO | 0,01 |
| 1969 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,68 | 9,51 | 5,16 | 5,82 | 3,89 | 1,18 | 0,50 | 0,12 | 2,24 | 37,1 | 57,1 | 7 JUN | 0,0 |
| 1970 | 0,02 | 0,03 | 0,07 | 0,13 | 0,47 | 2,98 | 4,75 | 4,62 | 1,06 | 0,73 | 0,29 | 0,13 | 1,27 | 19,5 | 22,9 | 30 JUL | 0,0 |
| 1971 | | | | | 0,61 | 5,18 | 5,58 | 5,97 | 2,23 | 1,35 | 0,53 | 0,38 | 2,73 | 37,5 | 100,0 | 29 JUN | 0,33 |
| 1972 | 0,23** | 0,08 | 0,16 | 0,53 | 35,6 | 7,92 | 2,93 | 6,85 | 6,70 | 3,74 | 2,18 | 0,98 | 6,70 | 166,0 | 170,0 | 9 MAY | 0,07 |
| 1973 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1974 | | | | | | | 3,31 | 7,01 | | | 0,49 | 0,40 | 2,80 | 7,53 | 7,63 | 2-AGO | 0,24 |
| 1975 | 0,17 | 0,15 | 0,17 | 0,36 | 1,70 | 7,94 | 19,2 | 5,49 | 2,08 | 1,19 | 0,67 | 0,38 | 3,29 | 150,0 | 202,0 | 3 JUL | 0,13 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES: (*) VALOR ESTIMADO
(**) VALOR INTERPOLADO

## TABLA II.5

## HOYA DEL RIO MAULE

Estación: CANAL MAULE NORTE

Controlada por: D. DE AGUAS - ENDESA (Lm-Af)

Latitud: 35°42'30" S
Longitud: 71°07' W
Alt.de la estación: 461 m
Area de la cuenca: - $Km^2$

CAUDAL MEDIO ($m^3$/seg)

| Año | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1943 | 27.9 | 27.0 | 26.9 | 24.5 | 10.9 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 2.80 | 20.3 | 24.3 | 26.2 |
| 1944 | 26.2 | 25.0 | 23.9 | 19.2 | 6.0 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 9.48 | 18.4 | 20.6 | 25.2 |
| 1945 | 27.8 | 23.9 | 22.9 | 15.1 | 4.0 | 2.48 | 0.00 | 0.00 | 4.81 | 17.6 | 15.6 | 22.7 |
| 1946 | 23.6 | 24.4 | 20.9 | 15.1 | 10.3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.6 | 20.5 | 19.0 | 22.9 |
| 1947 | 20.3 | 21.0 | 18.8 | 16.2 | 1.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.78 | 16.6 | 20.4 | 16.9 |
| 1948 | 17.4 | 20.5 | 17.8 | 6.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.66 | 17.8 | 18.9 | 20.0 |
| 1949 | 17.0 | 16.6 | 10.1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.8 | 23.0 | 21.1 |
| 1950 | 23.6 | 24.0 | 22.4 | 9.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.77 | 10.2 | 15.4 | 16.8 |
| 1951 | 18.0 | 22.0 | 21.5 | 11.8 | 4.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.20 | 17.8 | 21.0 |
| 1952 | 23.0 | 23.0 | 14.8 | 8.90 | 3.85 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.65 | 15.8 | 21.0 | 24.0 |
| 1953 | 23.0 | 24.0 | 17.8 | 12.0 | 2.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.90 | 19.2 | 25.5 |
| 1954 | 21.5 | 22.5 | 22.0 | 5.90 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.85 | 19.0 | 24.0 | 28.5 |
| 1955 | 27.5 | 27.5 | 21.0 | 16.8 | 5.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | - | - | - |
| 1956 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1957 | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.40 | 21.5 | 26.0 | 27.5 |
| 1958 | 27.0 | 31.0 | 26.0 | 18.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 19.0 | 21.0 | 27.5 |
| 1959 | 27.5 | 17.9 | 19.0 | 4.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.44 | 18.0 | 20.4 | 29.0 |
| 1960 | 26.0 | 25.5 | 23.5 | 20.5 | 13.4 | 6.29 | 0.00 | 0.00 | 4.30 | 20.5 | 24.5 | 28.5 |
| 1961 | 28.0 | 29.0 | 12.4 | 9.40 | 4.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.0 | 25.5 | 29.0 |
| 1962 | 29.0 | 27.0 | 18.4 | 12.4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 29.0 | 30.5 | 31.5 |
| 1963 | 31.5 | 31.5 | 28.5 | 24.0 | 17.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.4 | 11.8 | 20.0 |
| 1964 | 29.0 | 30.5 | 28.5 | 27.5 | 22.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.10 | 7.00 | 5.50 | 24.0 |
| 1965 | 27.5 | 26.5 | 25.5 | 11.2 | 6.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.4 | 22.5 | 25.0 |
| 1966 | 26.0 | 27.6 | 34.9 | 18.2 | 10.1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.61 | 17.0 | 21.9 | 27.0 |
| 1967 | 36.2 | 36.3 | 36.2 | 27.0 | 2.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.74 | 18.4 | 26.6 | 36.6 |
| 1968 | 37.4 | 35.3 | 29.4 | 21.8 | 18.4 | 2.48 | 0.00 | 0.00 | 13.0 | 27.6 | 27.7 | 29.4 |
| 1969 | 31.7 | 33.9 | 26.7 | 16.8 | 5.77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.19 | 22.4 | 31.1 | 32.8 |
| 1970 | 37.5 | 36.8 | 26.9 | 25.0 | 21.1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.48 | 22.1 | 32.6 | 32.3 |
| 1971 | 38.2 | 39.6 | 31.5 | 19.3 | 9.5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.8 | 20.9 | 31.7 | 40.6 |
| 1972 | 41.1 | 36.3 | 28.9 | 18.2 | 2.7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.2 | 15.8 | 34.0 |
| 1973 | 42.1 | 42.5 | 42.1 | 28.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.9 | 10.0 | 34.1 | 41.6 |
| 1974 | 37.2 | 42.4 | 31.4 | 30.3 | 12.6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 27.0 | 37.0 | 36.2 |
| 1975 | 40.6 | 35.8 | 36.7 | 24.2 | 4.3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.2 | 33.8 | 35.6 | 40.0 |
| 1976 | 51.3 | 40 * | 35 * | 20 * | 28.3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 23.4 | 22.9 | 23.7 | 45.0 |
| 1977 | 51.3 | 51.4 | 43.4 | - | - | | | | | | | |

* Valores estimados

NOTA: Estadística entre Ene.71 y Mar.77 proporcionada por la Dirección de Riego - Talca

# TABLA 11-6

## HOYA DEL RIO MATAQUITO

Estación : RIO COLORADO EN JUNTA CON PALOS
Control : D.G.A - ENDESA

Latitud : 35° 16' S
Longitud : 71° 01' O
Altura : 600 m s.m.
Area : 883 km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m³/s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m³/s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Media Diario | INSTANTANEO Caudal | INSTANTANEO Fecha | |
| 1941 | | | | | | 69,7 | 52.4 | 44,8 | 32,6 | 68,5 | 84,6 | 144.0 | | | | | |
| 1942 | 180,0 | 96,5 | 41,9 | 20.2 | 19,9 | 18.5 | 15.1 | 32.3 | 24,7 | 40,0 | 109,0 | 102,0 | | | | | |
| 1943 | 56,0 | 26,9 | 16.0 | 11.8 | 15.1 | 20,7 | 19,7 | 18.2 | 46,6 | 44.8 | 87.6 | 66,6 | | | | | |
| 1944 | 31.3 | 24,2 | 17.5 | 15,7 | 20,1 | 27.0 | 23,8 | 33,5 | 44,3 | 55,3 | 101.0 | 135,0 | | | | | |
| 1945 | 70,2 | 53,1 | 25,2 | 19.0 | 31,7 | 22,9 | 18,5 | 26,2 | 36,7 | 52,4 | 67,9 | 51,9 | | | | | |
| 1946 | 29,5 | 21,6 | 16,6 | 14,1 | 14,7 | 16,5 | 21,8 | 14,9 | 20,1 | 29,3 | 50,7 | 37,4 | | | | | |
| 1947 | 20,3 | 14,2 | 11,7 | 10,8 | 13,4 | 18,8 | 17,2 | 15,5 | 21,0 | 34,8 | 76,9 | 45,2 | | | | | |
| 1948 | 22,4 | 16,0 | 12,8 | 13,9 | 17,9 | 20,8 | 33,5 | 19,8 | 34,1 | 48,6 | 95,4 | 113,0 | | | | | |
| 1949 | 53,7 | 24,2 | 20,3 | 14,7 | 56,5 | 39,1 | 21,8 | 22,5 | 26,2 | 46,6 | 48,0 | 33,0 | | | | | |
| 1950 | 25,8 | — | — | — | — | — | — | — | — | 50,2 | 84,0 | 134.0 | | | | | |
| 1951 | 81.0 | 36,5 | 24,0 | 16,8 | 18,2 | 40.0 | 53.0 | 35,5 | 38,5 | 54,0 | 95,0 | 126.0 | | | | | |
| 1952 | 68,0 | 32.0 | 22.0 | 14.8 | 40,0 | 38,5 | 29,5 | 19,0 | 30,0 | 43,0 | 76,0 | 71,0 | | | | | |
| 1953 | 31.0 | 21.5 | 16,0 | 13,6 | 21,0 | 24,5 | 27,0 | 61,0 | 76,0 | 47,0 | 108,0 | 164,0 | | | | | |
| 1954 | 130,0 | 81,0 | 40,5 | 27,0 | 22,5 | 41,0 | 25,5 | 25,5 | 27,0 | 46,0 | 96,0 | 79,0 | | | | | |
| 1955 | 42,5 | 23,5 | 16,2 | 12,4 | 13,0 | 35,5 | 18,8 | 18,6 | 27,5 | 47,0 | 98,0 | 64,0 | | | | | |
| 1956 | 34,5 | 19,4 | 13,8 | 13,0 | 17,4 | 12,6 | 26,0 | 28,5 | 27,0 | 49,0 | 98,0 | 74,0 | | | | | |
| 1957 | 30,5 | 18,8 | 14,6 | 10,4 | 19,8 | 18,2 | 22,5 | 29,5 | 25,5 | 46,0 | 83,0 | 69,0 | | | | | |
| 1958 | 32,9 | 18,0 | 14,4 | 11,2 | 20,5 | 43,0 | 25,5 | 31,0 | 29,5 | 98,3 | 102,0 | 98,0 | | | | | |
| 1959 | 56,0 | 34,0 | 20,0 | 50,0 | 34,0 | 33,5 | 49,5 | — | — | — | — | — | | | | | |
| 1960 | 71,0 | 43,0 | 28,5 | — | 19,6 | 26,0 | 23,0 | 21,0 | 26,0 | 47,5 | 91,0 | 63,0 | | | | | |

# TABLA II-6 (continuación)

## HOYA DEL RIO MATAQUITO

Estación : RIO COLORADO EN JUNTA CON PALOS
Control : D.G.A.

Latitud : 35° 16' S
Longitud : 71° 01' O
Altura : 600 m s.m.
Area : 883 km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m³/s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m³/s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO Caudal | INSTANTANEO Fecha | |
| 1961 | 31,0 | 21,6 | 29,0 | 12,8 | 11,8 | 28,0 | 29,5 | 27,5 | 51,0 | 76,0 | 123,0 | 137,0 | | | | | |
| 1962 | 82,5 | 47,6 | 27,5 | 17,2 | 14,8 | 21,0 | 18,6 | 27,0 | 24,0 | 45,5 | 80,0 | 49,5 | | | | | |
| 1963 | 22,5 | 17,8 | 14,0 | 11,4 | 12,0 | 13,0 | 29,7 | 33,4 | —— | 62,4 | 93,2 | 83,1 | | | | | |
| 1964 | 135,0 | 64,7 | 30,4 | 19,2 | 15,2 | 15,6 | 17,8 | 17,4 | 27,0 | 46,0 | 71,0 | 58,0 | | | | | |
| 1965 | 33,5 | 20,0 | 14,8 | 38,5 | 31,4 | 42,5 | 43,5 | 55,8 | 33,2 | 53,5 | 107,0 | 110,0 | | | | | |
| 1966 | 117,0 | 61,4 | 34,5 | 33,3 | 28,9 | 49,5 | 34,8 | —— | —— | —— | —— | —— | | | | | |
| 1967 | —— | —— | 27,8 | 20,4 | 19,3 | 17,3 | 16,2 | 16,9 | 19,8 | 52,3 | 75,5 | 81,4 | | | | | |
| 1968 | 35,7 | 26,7 | 15,9 | 13,5 | 12,3 | 11,2 | 10,8 | 11,6 | 13,8 | 16,3 | 26,1 | 16,8 | | | | | |
| 1969 | 16,0 | 13,5 | 11,6 | 11,3 | 20,1 | 45,5 | 34,7 | 29,4 | 29,1 | 28,2 | 67,7 | 105,0 | | | | | |
| 1970 | —— | —— | 16,8 | 12,9 | 13,0 | 16,4 | 21,4 | 20,8 | 23,7 | 62,9 | 69,9 | 63,0 | | | | | |
| 1971 | 27,8 | 18,0 | 13,8 | 11,7 | 18,0 | 15,5 | 36,9 | 33,5 | 27,5 | 51,9 | 78,8 | 63,5 | | | | | |
| 1972 | 35,9 | 22,2 | 19,1 | 15,5 | 57,9 | 108,0 | 42,4 | 95,1 | 49,3 | 58,6 | 87,0 | 149,0 | | | | | |
| 1973 | 126,0 | 80,8 | 43,7 | 25,7 | 47,7 | 24,5 | 38,7 | 26,5 | 28,1 | —— | 99,1 | 88,7 | | | | | |
| 1974 | 49,6 | 30,0 | —— | —— | 17,2 | 23,4 | 19,6 | 23,3 | 27,1 | 51,0 | 82,0 | 86,6 | | | | | |
| 1975 | 67,6 | 33,4 | —— | 21,4 | 23,8 | 26,4 | 43,4 | 26,7 | 28,8 | 42,1 | 79,0 | 111,0 | | | | | |
| 1976 | 38,2 | 29,5 | 21,7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# TABLA II·7

## HOYA DEL RIO MATAQUITO

Estación : RIO PALOS ANTES DE JUNTA CON COLORADO
Contrat : D.G.A - ENDESA

Latitud : 35° 16' S
Longitud : 71° 01' O
Altura : 599 m s.m.
Area : 506 km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m³/s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m³/s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO Caudal | INSTANTANEO Fecha | |
| 1941 | | | | | | 56,9 | 43,9 | 43,5 | 31,7 | 48,9 | 64,5 | 75,3 | | | | | |
| 1942 | 83,3 | 60,6 | 38,5 | 24,5 | 23,3 | 20,3 | 17,6 | 41,0 | 20,8 | 27,8 | 54,6 | 52,7 | | | | | |
| 1943 | 37,7 | 23,9 | 16,5 | 12,6 | 14,5 | 14,0 | 12,7 | 12,2 | 34,1 | 36,3 | 53,6 | 35,8 | | | | | |
| 1944 | 19,1 | 14,1 | 10,5 | 9,70 | 11,7 | 18,9 | 14,9 | 23,0 | 25,0 | 37,1 | 58,7 | 72,0 | | | | | |
| 1945 | 45,3 | 42,0 | 24,6 | 18,2 | 28,8 | 21,3 | 16,3 | 21,7 | 30,3 | 34,3 | 44,5 | 37,8 | | | | | |
| 1946 | 26,2 | 19,6 | 14,2 | 12,1 | 12,8 | 13,6 | 20,2 | 14,0 | 18,1 | 22,2 | 33,8 | 27,4 | | | | | |
| 1947 | 17,0 | 12,3 | 10,5 | 9,70 | 10,8 | 14,9 | 14,6 | 13,1 | 16,5 | 24,9 | 46,9 | 31,6 | | | | | |
| 1948 | 18,5 | 13,4 | 11,2 | 11,7 | 15,2 | 17,6 | 26,9 | 15,7 | 24,0 | 35,1 | 57,4 | 61,0 | | | | | |
| 1949 | 32,7 | 19,5 | 18,9 | 14,0 | 36,1 | 33,7 | 19,5 | 20,3 | 19,0 | 26,5 | 33,0 | 27,0 | | | | | |
| 1950 | 14,9 | —— | —— | —— | —— | —— | —— | —— | —— | 34,5 | 46,5 | 73,0 | | | | | |
| 1951 | 49,0 | 26,0 | 17,2 | 13,0 | 13,8 | 29,0 | 37,0 | 21,5 | 22,5 | 28,0 | 44,5 | 65,0 | | | | | |
| 1952 | 42,5 | 22,0 | 15,4 | 11,0 | 30,0 | 29,0 | 24,0 | 18,2 | 23,0 | 26,5 | 36,5 | 37,0 | | | | | |
| 1953 | 22,5 | 15,6 | 12,2 | 11,4 | 17,4 | 16,8 | 18,8 | 27,0 | 37,0 | 47,0 | 63,0 | 83,0 | | | | | |
| 1954 | 68,0 | 53,0 | 34,0 | 25,0 | 20,5 | 31,5 | 18,6 | 17,0 | 18,2 | 28,0 | 47,2 | 43,8 | | | | | |
| 1955 | 29,0 | 19,8 | 14,8 | 12,6 | 13,0 | 29,1 | 15,4 | 15,0 | 18,8 | 28,0 | 44,0 | —— | | | | | |
| 1956 | —— | 17,0 | 14,2 | 12,8 | —— | 22,5 | 22,5 | 20,0 | 30,0 | 47,6 | 43,5 | 25,7 | | | | | |
| 1957 | 25,7 | —— | —— | 10,0 | 17,2 | 15,0 | 17,6 | 20,0 | 17,2 | 20,0 | 38,5 | 36,5 | | | | | |
| 1958 | 21,0 | 17,0 | 13,8 | 12,6 | 17,7 | 31,3 | 21,5 | 25,1 | 22,5 | 39,2 | 55,3 | 49,8 | | | | | |
| 1959 | 34,5 | 24,5 | 18,2 | 35,5 | 27,5 | 27,0 | 34,5 | 24,0 | 34,0 | 32,5 | 53,2 | 61,8 | | | | | |
| 1960 | 50,1 | 33,0 | 23,5 | 13,5 | 16,6 | 21,5 | 19,0 | 17,2 | 17,8 | 24,5 | 44,5 | 34,5 | | | | | |

OBSERVACIONES:

# TABLA 11·7 (continuación)

## HOYA DEL RIO MATAQUITO

Estación : RIO PALOS ANTES DE JUNTA CON COLORADO
Control : D. G.A. – ENDESA

Latitud : 31° 16' S
Longitud : 71° 01' O
Altura : 599 m s.m.
Area : 506 km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m3/s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m³/s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO Caudal | INSTANTANEO Fecha | |
| 1961 | 20,0 | 15,0 | 21,6 | 13,0 | 11,4 | 18,2 | 20,0 | 19,6 | 38,1 | 49,4 | 61,6 | 61,6 | | | | | |
| 1962 | 47,9 | 34,0 | 23,0 | 17,2 | 12,6 | 17,0 | 14,2 | 17,0 | 16,1 | 26,0 | 42,5 | 29,5 | | | | | |
| 1963 | 14,6 | 11,4 | 11,5 | 19,0 | 10,0 | 14,5 | 22,0 | 24,5 | 28,5 | 37,9 | 55,6 | 66,4 | | | | | |
| 1964 | 65,5 | 43,2 | 29,5 | 17,0 | —— | 16,8 | 17,8 | 17,6 | 22,0 | 30,5 | 38,0 | 40,0 | | | | | |
| 1965 | 27,0 | 18,8 | 13,4 | 29,0 | 27,9 | 32,4 | 33,5 | 40,0 | 24,5 | 34,4 | 53,2 | 49,6 | | | | | |
| 1966 | 49,1 | 34,7 | 26,2 | 24,2 | 16,9 | 31,1 | —— | —— | —— | —— | —— | —— | | | | | |
| 1967 | —— | —— | —— | 17,6 | 17,2 | 14,7 | 13,1 | 13,2 | 15,0 | 29,8 | 39,3 | 33,1 | | | | | |
| 1968 | 7,63 | 4,39 | 11,3 | 12,9 | 11,4 | 9,81 | 8,87 | 10,4 | 13,1 | 10,9 | 17,6 | 13,1 | | | | | |
| 1969 | 10,3 | 8,34 | 8,08 | 8,57 | 15,7 | 37,1 | 23,2 | 19,3 | 19,4 | 18,3 | 31,6 | 43,0 | | | | | |
| 1970 | 27,3 | 18,8 | 14,9 | 11,9 | 11,3 | 12,7 | 15,4 | 14,6 | 16,1 | 30,6 | 33,4 | 34,2 | | | | | |
| 1971 | 22,6 | 15,3 | 12,3 | 10,6 | 17,3 | 14,7 | 27,1 | 23,0 | 17,6 | 28,5 | 37,1 | 30,8 | | | | | |
| 1972 | 22,6 | 15,4 | 13,3 | 10,3 | 41,4 | 25,2 | 28,8 | 63,7 | 35,3 | 35,0 | 39,4 | 86,1 | | | | | |
| 1973 | 68,9 | 46,7 | 31,1 | 21,4 | 32,0 | 19,5 | 24,8 | 18,0 | —— | —— | 39,2 | 39,3 | | | | | |
| 1974 | 30,2 | 20,7 | 15,6 | 12,6 | 27,3 | 27,3 | 22,3 | 18,1 | 19,1 | 28,2 | 41,3 | 43,5 | | | | | |
| 1975 | 34,3 | 26,3 | 17,2 | 18,3 | 20,0 | 23,2 | 36,3 | 22,7 | 22,4 | 28,9 | 44,6 | 56,5 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:

## TABLA II.8

ENERGIA GENERADA CENTRAL LIRCAY-TALCA EN MILES DE kWh
1950 - 1977 C.G.E.J (*)

| AÑO | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1950 | 372,2 | 248,2 | 426,5 | 591,9 | 580,3 | 488,4 | 719,9 | 733,2 | 738,2 | 782,3 | 847,4 | 772,9 | 7,301,4 |
| 1951 | 580,8 | 533,8 | 673,5 | 709,5 | 757,4 | 778,0 | 797,8 | 760,4 | 767,7 | 796,1 | 710,4 | 706,5 | 8,571,9 |
| 1952 | 403,6 | 77,1 | 610,4 | 628,8 | 732,1 | 755,1 | 887,0 | 872,6 | 776,4 | 837,7 | 603,4 | 474,4 | 7,658,8 |
| 1953 | 419,0 | 260,9 | 325,4 | 470,7 | 629,2 | 692,4 | 820,6 | 844,6 | 773,0 | 827,0 | 810,2 | 785,4 | 7,658,4 |
| 1954 | 519,3 | 403,7 | 491,2 | 621,5 | 750,4 | 831,7 | 920,7 | 903,0 | 765,4 | 869,2 | 801,1 | 675,0 | 8,552,2 |
| 1955 | 452,1 | 294,9 | 377,8 | 506,7 | 698,8 | 831,7 | 853,9 | 758,9 | 858,7 | 927,9 | 806,8 | 590,9 | 7,959,0 |
| 1956 | 729,3 | 427,9 | 693,6 | 763,1 | 673,9 | 716,4 | 740,4 | 842,4 | 814,9 | 936,8 | 855,4 | 742,3 | 7.966,4 |
| 1957 | 510,7 | 244,8 | 533,4 | 609,7 | 729,0 | 710,3 | 918,4 | 1023,7 | 866,2 | 945,2 | 864,6 | 755,3 | 8.711,3 |
| 1958 | 453,2 | 252,8 | 603,2 | 688,7 | 787,2 | 817,9 | 905,5 | 895,7 | 849,5 | 887,1 | 836,6 | 731,6 | 8.709,0 |
| 1959 | 589,9 | 430,0 | 686,2 | 827,1 | 825,3 | 816,1 | 844,5 | 858,8 | 783,1 | 820,0 | 810,7 | 662,0 | 8.953,7 |
| 1960 | 552,3 | 420,8 | 597,8 | 627,8 | 662,1 | 776,9 | 833,4 | 863,4 | 821,3 | 814,8 | 781,7 | 499,5 | 8.251,8 |
| 1961 | 544,4 | 360,1 | 600,6 | 491,5 | 528,9 | 782,2 | 850,3 | 849,6 | 796,8 | 830,1 | 801,6 | 765,3 | 8.201,4 |
| 1962 | 652,4 | 575,8 | 506,0 | 799,6 | 735,2 | 627,1 | 821,1 | 834,1 | 739,1 | 865,6 | 736,0 | 493,0 | 8.385,0 |
| 1963 | 295,9 | 355,0 | 390,2 | 600,3 | 616,4 | 565,0 | 613,3 | 597,2 | 558,1 | 569,6 | 596,5 | 625,6 | 6.383,1 |
| 1964 | 656,3 | 576,5 | 813,4 | 841,8 | 795,8 | 668,5 | 731,4 | 762,8 | 838,7 | 808,1 | 693,1 | 809,6 | 8.996,0 |
| 1965 | 504,5 | 528,2 | 653,2 | 750,6 | 816,5 | 917,3 | 818,8 | 755,9 | 757,5 | 822,6 | 786,6 | 734,5 | 8.746,2 |
| 1966 | 588,8 | 315,9 | 644,8 | 801,2 | 808,8 | 716,1 | 834,9 | 888,6 | 820,3 | 844,9 | 813,4 | 833,4 | 8.911,1 |
| 1967 | 828,0 | 737,5 | 821,1 | 758,2 | 757,5 | 708,4 | 711,5 | 700,0 | 795,0 | 805,0 | 700,0 | 787,4 | 9.109,6 |
| 1968 | 757,5 | 558,1 | 582,7 | 340,4 | 611,8 | 533,6 | 324,3 | 404,8 | 506,8 | 700,0 | 647,8 | 588,3 | 6.556,6 |
| 1969 | 526,7 | 364,2 | 473,0 | 532,1 | 718,4 | 696,9 | 750,6 | 687,7 | 733,7 | 693,1 | 709,9 | 637,9 | 7.524,2 |
| 1970 | 595,7 | 471,5 | 472,3 | 480,7 | 686,2 | 542,8 | 647,8 | 762,8 | 748,3 | 764,4 | 739,1 | 769,0 | 7.680,5 |
| 1971 | 675,4 | 537,4 | 578,9 | 573,5 | 624,1 | 540,5 | 637,9 | 654,9 | 642,5 | 678,5 | 637,9 | 588,8 | 7.369,3 |
| 1972 | 565,0 | 404,0 | 512,9 | 600,3 | 248,4 | 169,4 | 190,9 | 215,4 | 232,3 | 253,8 | 292,9 | 323,5 | 4.008,8 |
| 1973 | 343,5 | 309,9 | 541,6 | 318,9 | 313,6 | 328,9 | 329,7 | 353,4 | 335,8 | 343,5 | 326,6 | 345,8 | 4.190,2 |
| 1974 | 344,2 | 312,0 | 341,9 | 335,8 | 214,7 | 142,6 | 36,0 | 49,1 | 37,6 | 58,3 | 46,8 | 49,8 | 1.968,8 |
| 1975 | 38,3 | 25,3 | - | - | 29,9 | 39,9 | 133,4 | 39,9 | 20,7 | - | - | - | 327,4 |
| 1976 | - | - | - | NO SE GENERO | | | - | - | - | - | - | - | - |
| 1977 | - | - | - | NO SE GENERO | | | | | | | | | |

(*) Datos proporcionados por la Compañía General de Electricidad Industrial

## TABLA II-9

### CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS CENTRAL HIDROELECTRICA LIRCAY-TALCA

($m^3$/seg)

| AÑO | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1950 | 5,75 | 4,25 | 6,59 | 9,45 | 8,97 | 7,80 | 11,12 | 11,33 | 11,78 | 12,09 | 13,65 | 11,94 |
| 1951 | 8,97 | 9,13 | 10,41 | 11,33 | 11,70 | 12,42 | 12,32 | 11,75 | 12,26 | 12,30 | 11,34 | 10,91 |
| 1952 | 6,23 | 1,32 | 9,43 | 10,04 | 11,31 | 12,05 | 13,70 | 13,48 | 12,40 | 12,94 | 9,63 | 7,33 |
| 1953 | 6,47 | 4,46 | 5,03 | 7,51 | 9,72 | 11,05 | 12,68 | 13,05 | 12,34 | 12,78 | 12,93 | 12,13 |
| 1954 | 8,02 | 6,91 | 7,59 | 9,92 | 11,59 | 13,28 | 14,22 | 13,95 | 12,22 | 13,43 | 12,79 | 10,43 |
| 1955 | 6,98 | 5,04 | 5,84 | 8,09 | 10,80 | 13,28 | 13,19 | 11,72 | 13,71 | 14,34 | 12,88 | 9,13 |
| 1956 | 11,27 | 7,32 | 10,72 | 12,18 | 10,41 | 11,44 | 11,44 | 13,02 | 13,01 | 14,47 | 14,14 | 11,47 |
| 1957 | 7,89 | 4,19 | 8,24 | 9,73 | 11,26 | 11,34 | 14,19 | 15,82 | 13,83 | 14,60 | 13,80 | 11,67 |
| 1958 | 7,00 | 4,32 | 9,32 | 10,99 | 12,16 | 13,06 | 13,99 | 13,84 | 13,56 | 13,71 | 13,36 | 11,30 |
| 1959 | 9,11 | 7,36 | 10,60 | 13,20 | 12,75 | 13,03 | 13,05 | 13,27 | 12,50 | 12,67 | 12,94 | 10,23 |
| 1960 | 8,53 | 7,20 | 9,24 | 10,02 | 10,23 | 12,40 | 12,88 | 13,34 | 13,11 | 12,59 | 12,48 | 7,72 |
| 1961 | 8,41 | 6,16 | 9,28 | 7,85 | 8,17 | 12,49 | 13,14 | 13,13 | 12,72 | 12,82 | 12,80 | 11,82 |
| 1962 | 10,08 | 9,85 | 7,82 | 12,77 | 11,36 | 10,81 | 12,69 | 12,89 | 11,80 | 13,37 | 11,75 | 7,62 |
| 1963 | 4,57 | 6,07 | 6,03 | 9,58 | 9,52 | 9,02 | 9,48 | 9,23 | 8,91 | 8,80 | 9,52 | 9,67 |
| 1964 | 10,14 | 9,86 | 12,57 | 13,44 | 12,29 | 10,67 | 11,30 | 11,79 | 13,39 | 12,48 | 11,06 | 12,51 |
| 1965 | 7,79 | 9,04 | 10,09 | 11,98 | 12,61 | 14,64 | 12,65 | 11,68 | 12,09 | 12,71 | 12,56 | 11,35 |
| 1966 | 9,10 | 5,40 | 9,96 | 12,79 | 12,50 | 11,43 | 12,90 | 13,73 | 13,10 | 13,05 | 12,99 | 12,87 |
| 1967 | 12,79 | 12,62 | 12,69 | 12,10 | 11,70 | 11,31 | 10,99 | 10,81 | 12,69 | 12,44 | 11,17 | 12,16 |
| 1968 | 11,70 | 9,55 | 9,00 | 5,43 | 9,45 | 8,52 | 5,01 | 6,25 | 8,09 | 10,81 | 10,34 | 9,10 |
| 1969 | 8,14 | 6,23 | 7,31 | 8,49 | 11,10 | 11,13 | 11,60 | 10,62 | 11,71 | 10,71 | 11,33 | 9,85 |
| 1970 | 9,20 | 8,06 | 7,30 | 7,67 | 10,60 | 8,67 | 10,01 | 11,79 | 11,95 | 11,81 | 11,80 | 11,88 |
| 1971 | 10,43 | 9,19 | 8,94 | 9,15 | 9,64 | 8,63 | 9,85 | 10,10 | 10,26 | 10,48 | 10,18 | 9,10 |
| 1972 | 8,73 | 6,91 | 7,92 | 9,58 | 3,84 | 2,70 | 2,95 | 3,33 | 3,71 | 3,92 | 4,68 | 5,0 |
| 1973 | 5,31 | 5,28 | 8,37 | 5,09 | 4,84 | 5,25 | 5,09 | 5,46 | 5,36 | 5,31 | 5,21 | 5,34 |
| 1974 | 5,32 | 5,34 | 5,28 | 5,36 | 3,32 | 2,28 | 0,56 | 0,76 | 0,60 | 0,90 | 0,75 | 0,77 |
| 1975 | 0,59 | 0,43 | - | - | 0,46 | 0,64 | 2,06 | 0,62 | 0,33 | - | - | - |
| 1976 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1977 | - | - | - | - | | | | | | | | |

## TABLA II.10

## RIO LIRCAY EN PUENTE LAS RASTRAS

### Caudal Máximo Instantáneo

| Año | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1961 | | | | | | | | |
| 1962 | | 387 | | 346 | 19 | 252 | | |
| 1963 | 34 | 31 | 546 | 423 | 448 | 492 | 38 | |
| 1964 | | 22 | 134 | 76 | 26 | 17 | 4,4 | 16 |
| 1965 | | 386 | 1276 | 588 | 22 | 510 | 56 | 142 |
| 1966 | 151 | 315 | 651 | 245 | 79 | 39 | 20 | 190 |
| 1967 | 56 | 47 | 42 | 55 | 34 | 100 | | |
| 1968 | | | | | | | | |
| 1969 | 115 | 714 | 283 | 80 | 48 | | | |
| 1970 | 63 | 170 | 225 | 51 | 24 | 71 | | |
| 1971 | | 390 | 313 | 399 | 63 | | | |
| 1972 | 1190 | 866 | 282 | 476 | 180 | 528 | 59 | |
| 1973 | | | 135 | 60 | | 52 | | |
| 1974 | 524 | | 111 | 27 | 38 | 23 | 28 | 24 |
| 1975 | 61 | | 57 | 47 | 20 | | 83 | |
| 1976 | | | | | | | | |

## TABLA II.11

## RIO LIRCAY EN PUENTE LAS RASTRAS

### Caudal Máximo Medio Diario

| Año | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1961 | | | | | | | | |
| 1962 | | 169 | | 95 | 15 | 147 | | |
| 1963 | 25 | 20 | 171 | 204 | 305 | 260 | 97 | |
| 1964 | | 17 | 43 | 52 | 23 | 15 | 3,3 | 8,9 |
| 1965 | | 118 | 1040 | 461 | 22 | 152 | 27 | 41 |
| 1966 | 31 | 176 | 366 | 112 | 42 | 25 | 17 | 89 |
| 1967 | 34 | 25 | 24 | 27 | 25 | 57 | | |
| 1968 | | | | | | | | |
| 1969 | 51 | 343 | 136 | 58 | 31 | | | |
| 1970 | 22 | 93 | 100 | 43 | 19 | 31 | | |
| 1971 | | 108 | 180 | 180 | 34 | | | |
| 1972 | 715 | 497 | 205 | 332 | 114 | 238 | 41 | |
| 1973 | | | 64 | 30 | | 32 | | |
| 1974 | 237 | | 91 | 22 | 29 | 15 | 15 | 15 |
| 1975 | 51 | | 41 | 34 | 16 | | 31 | |
| 1976 | | | | | | | | |

TABLA II.12

RIO CLARO EN CAMARICO - Caudal Máximo Diario

| Año | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1948 | | | | | | | | |
| 1949 | | | | | | | | |
| 1950 | | | | | | | | |
| 1951 | | | | | | | | |
| 1952 | | | | | | | | |
| 1953 | 396,3 | 45,6 | 126,3 | 537,9 | 272;2 | | | |
| 1954 | 29,5 | 80,8 | 124,8 | 52,4 | 26,5 | | | |
| 1955 | 21,0 | | 35,6 | 61,7 | 97,2 | | | |
| 1956 | 15,8 | 13,1 | 53,2 | - | - | | | |
| 1957 | - | 22,2 | - | - | - | | | |
| 1958 | - | - | - | 215 | 71,7 | | | |
| 1959 | 51,9 | 134,2 | 117,6 | 86,9 | 32,0 | | | |
| 1960 | 16,98 | 105,8 | 43,7 | 23,2 | 27,7 | | | |
| 1961 | 3,8 | 24,7 | 86,6 | 116,4 | 247,9 | | | |
| 1962 | 6,6 | 99,4 | 23,1 | 57,5 | 14,6 | | | |
| 1963 | 19,4 | 29,9 | 223,6 | 32,4 | 359;7 | 341,8 | 206,3 | 34,5 |
| 1964 | 8,4 | 20,9 | 59,2 | 63,5 | 34,3 | 16,8 | 12,5 | 78 |
| 1965 | 500,3 | 99,7 | 667,2 | 433,4 | 32,5 | | | |
| 1966 | 38,6 | 240,9 | 316,9 | 70,6 | 50,6 | | | |
| 1967 | 22,05 | 12,8 | 52,8 | 23,36 | 24,9 | | | |
| 1968 | 4,26 | 4,0 | 3,3 | 9,6 | 5,6 | | | |
| 1969 | 42,5 | 552,6 | 139,2 | 51,7 | 22,2 | | | |
| 1970 | 17,4 | 62,7 | 101,6 | 48,2 | 18,2 | | | |
| 1971 | 53,7 | 93,6 | 180,2 | 158 | 28,16 | | | |
| 1972 | 519,5 | - | - | - | - | | | |
| 1973 | 58,6 | 46,9 | 143,7 | 34,1 | | | | |
| 1974 | 380 | 222,4 | - | - | 28,7 | | | |
| 1975 | 82,3 | 41,5 | 128,4 | 43,5 | 22,7 | | | |
| 1976 | | | | | | | | |

## TABLA II.13

## RIO CLARO EN CAMARICO

### Caudal Máximo Instantáneo

| Año | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1948 | | | | | | | | |
| 1949 | | | | | | | | |
| 1950 | | | | | | | | |
| 1951 | | | | | | | | |
| 1952 | | | | | | | | |
| 1953 | 635,4 | 78,2 | 181,5 | 983,1 | 349,4 | | | |
| 1954 | 35,0 | 117,0 | 178,1 | 86,6 | 30,7 | | | |
| 1955 | 25,8 | | 38,5 | 83,8 | 121,5 | | | |
| 1956 | 24,9 | 16,3 | 83,2 | - | - | | | |
| 1957 | - | 23,4 | - | - | - | | | |
| 1958 | - | - | - | 372 | 80,6 | | | |
| 1959 | 59,9 | 175,8 | 194,3 | 130,1 | 40,2 | | | |
| 1960 | 25,2 | 144,3 | 58,7 | 28,0 | 35,7 | | | |
| 1961 | 3,9 | 30,7 | 98,9 | 154,0 | 271,5 | | | |
| 1962 | 6,7 | 151,2 | 25,9 | 108 | 15,4 | | | |
| 1963 | 21,7 | 42,2 | 394,7 | 61,2 | 615,1 | 552 | 297,3 | 40,0 |
| 1964 | 9,1 | 24,9 | 125,1 | 77,2 | 40,6 | 19,1 | 14,4 | 129,5 |
| 1965 | 707,8 | 225,15 | 971,5 | 717,5 | 35,8 | | | |
| 1966 | 45,7 | 444,7 | 437,1 | 135,9 | 61,3 | | | |
| 1967 | 27,1 | 14,6 | 105,0 | 32,1 | 27,5 | | | |
| 1968 | 4,85 | 4,35 | 3,8 | 17,2 | 6,1 | | | |
| 1969 | 57,7 | 985,9 | 241,9 | 67,5 | 82,6 | | | |
| 1970 | 26,4 | 132,5 | 170,3 | 59,2 | 20,7 | | | |
| 1971 | 86,9 | 312,9 | 394,5 | 292,6 | 34,9 | | | |
| 1972 | 707,8 | - | - | - | - | | | |
| 1973 | 78,4 | 76,8 | 243,7 | 36,6 | | | | |
| 1974 | 630 | 549,8 | - | - | 37,8 | | | |
| 1975 | 137,4 | 51,3 | 180,8 | 50,9 | 23,2 | | | |
| 1976 | | | | | | | | |

# APENDICE III

## MODELO DE SIMULACION HIDROLOGICA

Figura III - 1

## ESQUEMA CONCEPTUAL DEL MODELO DE SIMULACION HIDROLOGICA

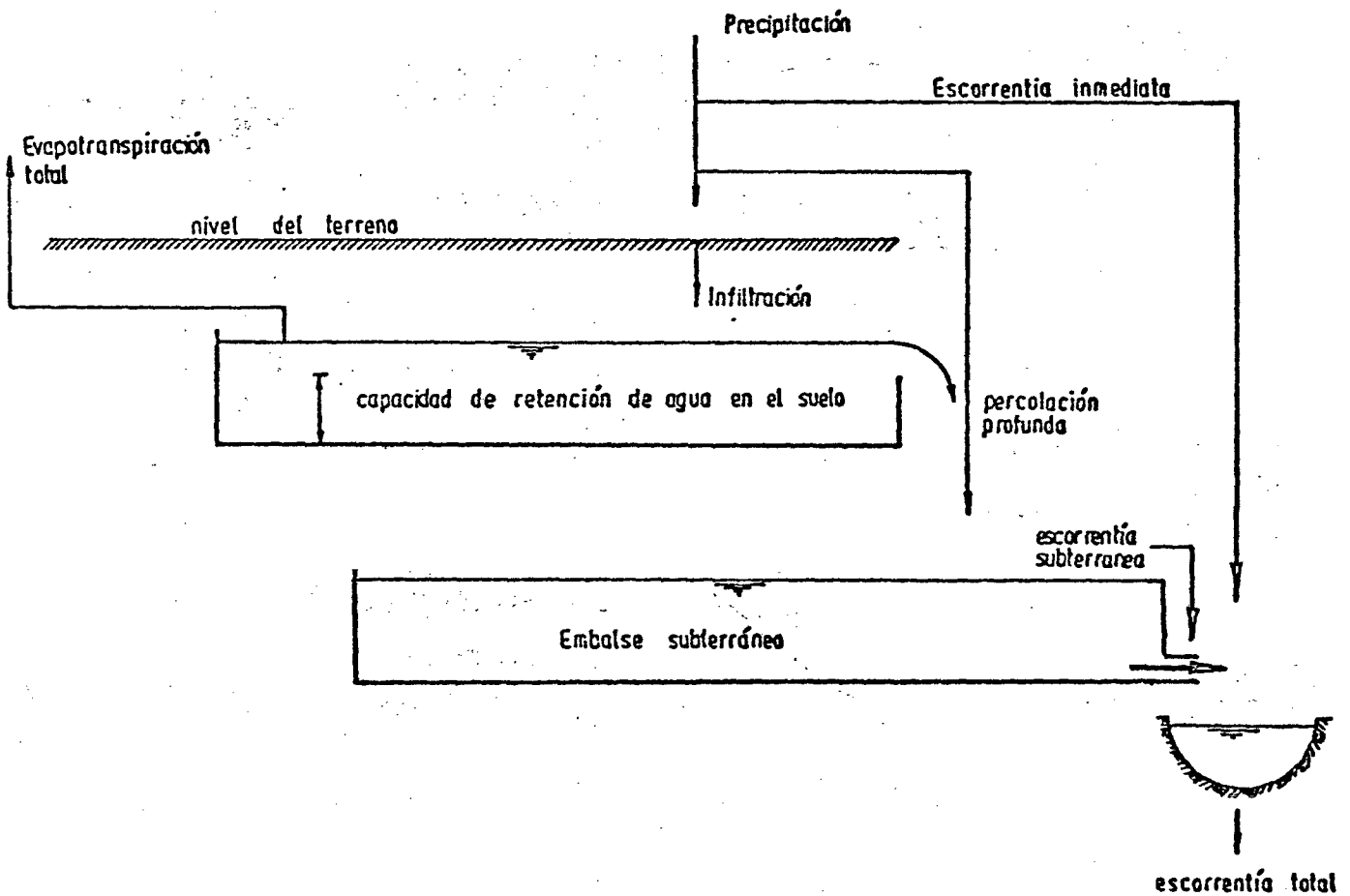
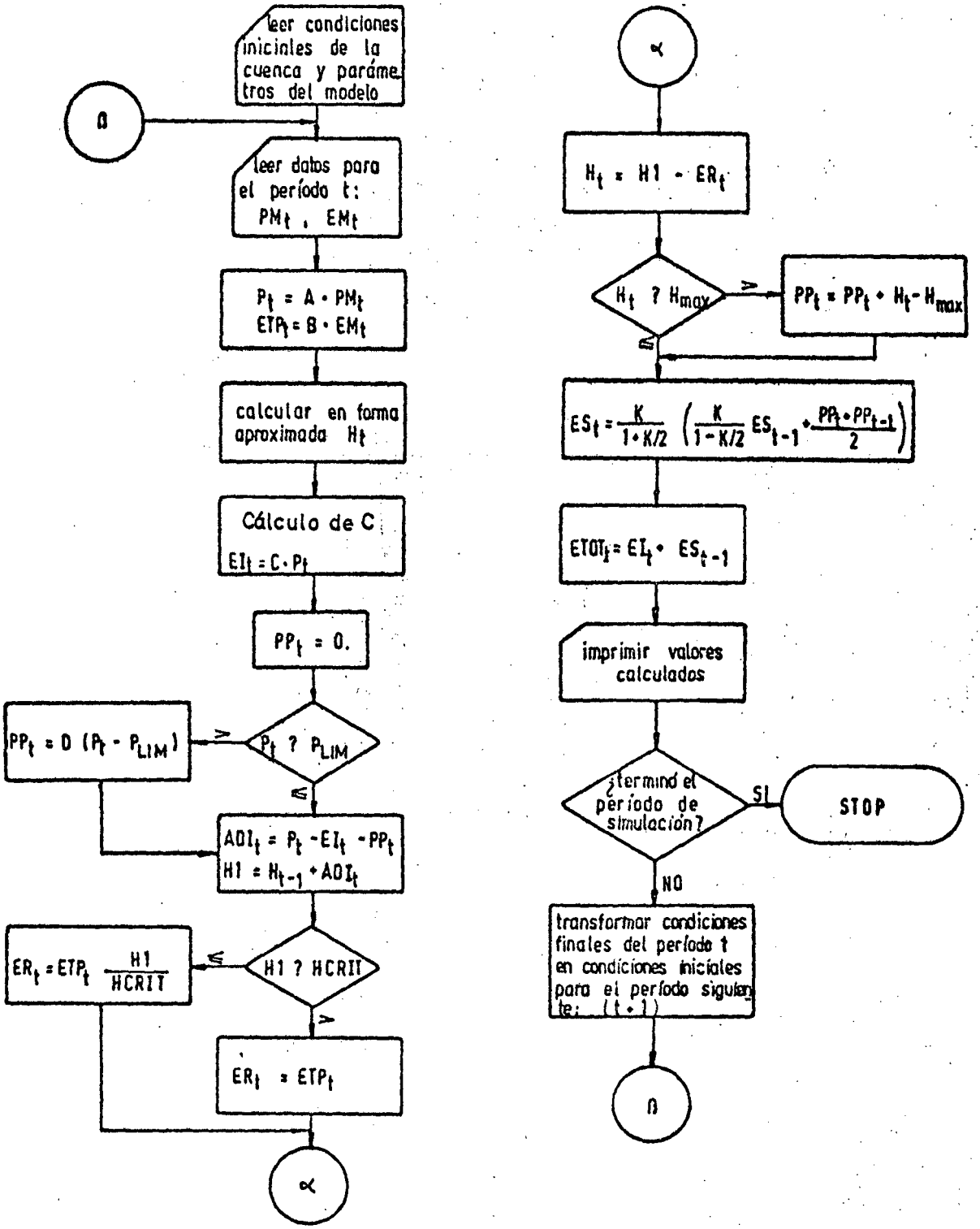


Figura III - 2

DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO DE SIMULACION HIDROLOGICA



## III.1 DESCRIPCION DEL MODELO

En la figura III.1 aparece un esquema conceptual del modelo, todos los elementos de embalse y todas las posibilidades de flujo de agua. A continuación se explica en base a esta figura, el funcionamiento del modelo.

En este modelo se ha considerado que existen dos elementos de embalse: (1) un volumen de almacenamiento cercano a la superficie del suelo, cuya magnitud representa la capacidad media de retención de agua en la cuenca y desde el cual se extrae agua para suplir las demandas evapotranspirativas. La cantidad de agua almacenada en esta capa representa la humedad del suelo en los primeros horizontes. (2) Un volumen subterráneo que retiene el agua que percola durante el invierno y que al vaciarse en forma lenta contribuye al escurrimiento subsuperficial y subterráneo, y que es el que produce la escorrentía en la sección de salida de la cuenca durante los períodos de estiaje.

Los aportes al embalse cercano a la superficie provienen de la precipitación que no escurre en forma inmediata y los aportes al embalse subterráneo están constituídos ya sea, por el rebalse (1), (cuando los aportes al embalse (1) más el agua retenida en ese embalse sobrepasan su capacidad máxima, o por agua de percolación proveniente directamente de la precipitación.

En la figura III.2 aparece el diagrama de flujo del modelo que permite explicar en forma detallada el funcionamiento del mismo.

A partir de los datos de evaporación y precipitación mensual y con las condiciones iniciales, (valores del mes anterior),

de humedad del suelo, escorrentía subterránea y percolación profunda, el modelo calcula la escorrentía total y la evapotranspiración "real" del mes y además, determina las condiciones finales de humedad en el suelo, percolación profunda y escorrentía subterránea que serán las condiciones iniciales para el mes siguiente.

El proceso se inicia multiplicando los índices de precipitación (PM) y evaporación (EM) por dos parámetros A y B, respectivamente. Estos parámetros tienen por objeto alterar la información básica de entrada, de modo de considerar la posibilidad de que dichos índices no sean representativos de las condiciones medias de la cuenca. Además, si se utiliza como dato la evaporación desde un evaporímetro, el coeficiente B convierte ese valor en una magnitud representativa de la evapotranspiración potencial media. Luego:

$$P_t = A \circ PM_t$$

$$ETP_t = B \circ EM_t$$

donde:

$P_t$ : precipitación media sobre la cuenca en el mes t.

$ETP_t$ : evapotranspiración potencial media en la cuenca en el mes t.

A continuación se determina la escorrentía inmediata ($EI_t$) multiplicando la precipitación por un coeficiente de escorrentía C.

$$EI_t = C \circ P_t$$

donde:

$$C = C\ min + (C_{max} - C_{min}) \frac{H_t + H_{t-1}}{2\ H_{max}}$$

$C_{max}$ : coeficiente de escorrentía máximo cuando el suelo se encuentra saturado, (parámetro del modelo).

$C_{min}$ : coeficiente mínimo de escorrentía cuando el suelo se encuentra seco (parámetro del modelo).

$H_t$ : nivel de humedad del suelo (almacenamiento del embalse cercano a la superficie) al final del mes t.

$H_{t-1}$ : nivel de humedad del suelo en el mes t-1.

$H_{max}$ : capacidad de retención de agua de los primeros horizontes del suelo; es igual al volumen máximo del embalse cercano a la superficie, (parámetro del modelo).

El agua de precipitación que no participa de la escorrentía inmediata puede infiltrarse, (aumentando la humedad del suelo), y percolar en forma profunda hacia el embalse subterráneo.

La percolación profunda (PP) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$PP_t = D \cdot (P_t - P_{LIM})$$

donde:

D : porcentaje de la lluvia sobre $P_{LIM}$ que se transforma en percolación profunda (parámetro del modelo).

$P_{LIM}$ : precipitación límite sobre la cual hay aportes directos al embalse subterráneo (parámetro del modelo).

De acuerdo con lo anterior, el agua disponible para infiltrarse en el suelo ($ADI_t$) queda dada por la siguiente expresión:

$$ADI_t = P_t - EI_t - PP_t$$

y el nuevo nivel de humedad en el suelo será:

$$H1 = H_t - 1 + ADI_t$$

Lo primero que se debe satisfacer con esta agua almacenada es la evapotranspiración potencial (ETP). Para ello, se considera que la máxima capacidad de retención de agua en el suelo es $H_{max}$ (parámetro del modelo) y que además, existe un nivel crítico de humedad, $H_{crit}$, sobre el cual no existe dificultad para extraer agua para evaporación. Este nivel de humedad se calcula como un porcentaje de $H_{max}$.

$$H_{crit} = P^{\circ}_{ORC} \cdot H_{max}/100$$

donde:

$P^{\circ}_{ORC}$ : es un porcentaje (parámetro del modelo)

Bajo este nivel crítico de humedad, la evapotranspiración real (ER), se supone que es proporcional a la evapotranspiración potencial y el factor de proporcionalidad es igual a la razón entre el nivel de humedad existente y el nivel crítico. Así:

$$ER_t = ETP_t \quad \text{si} \quad H_{crit} < H1 \leqslant H_{max}$$

$$ER_t = ETP_t \frac{H1}{H_{crit}} \quad \text{si} \quad 0 \leqslant H1 \leqslant H_{crit}$$

El nivel de humedad al final del período t será, por lo tanto:

$$H_t = H1 - ER_t$$

La percolación profunda total al embalse subterráneo se calcula como el exceso de agua sobre $H_{max}$ más la percolación profunda directa producida por la lluvia y que ya fue calculada. De manera que:

$$PP_t = PP_t + H_t - H_{max} \qquad \text{si } H_t > H_{max}$$

$$PP_t = PP_t \qquad \text{si } H_t \leq H_{max}$$

El agua que percola en forma profunda constituye, como ya se dijo, el aporte o entrada al embalse subterráneo. En este modelo se supone que el embalse subterráneo se comporta como un embalse lineal, es decir, las entregas o salidas del embalse son proporcionales al volumen embalsado. Estas entregas constituyen la escorrentía subterránea (ES), en la cuenca. De acuerdo con lo anterior, se tiene:

$$ES_t = K \cdot V_t$$

donde:

K : constante de proporcionalidad (parámetro del modelo).

$V_t$ : volumen del embalse subterráneo en el período t.

Ahora bien, la ecuación de continuidad se puede expresar de la siguiente forma:

$$zPP - ES = \frac{dV}{dt}$$

y si se discretiza se convierte en:

$$\frac{PP_t + PP_{t-1}}{2} - \frac{ES_t + ES_{t-1}}{2} = \frac{V_t - V_{t-1}}{t}$$

Reemplazando la variable V por su equivalente expresado en función de la escorrentía subterránea, resulta:

$$\frac{PP_t + PP_{t-1}}{2} - \frac{ES_t + ES_{t-1}}{2} = \frac{ES_t - ES_{t-1}}{K \cdot t}$$

En la ecuación anterior, si se presa la escorrentía subterránea y la percolación profunda en términos de lámina de agua escurrida en el mes, se tendrá que t = 1. Despejando $ES_t$, se obtiene:

$$ES_t = \frac{K}{1 + K/2} \left( ES_{t-1} \frac{K}{1 - K/2} + \frac{PP_t + PP_{t-1}}{2} \right)$$

Como la escorrentía subterránea del mes t-1 y la percolación profunda del mes t y el mes t-1, son conocidas, la última ecuación permite calcular la escorrentía subterránea del mes t.

La escorrentía total en el período t ($ETOT_t$), será por lo tanto:

$$ETOT_t = EI_t + ES_t$$

En resumen, el modelo elaborado contiene 9 parámetros que son los siguientes:

| Parámetro | Descripción |
|---|---|
| A | Factor que multiplica al índice de precipitación para hacerlo representativo de las condiciones medias de la cuenca. |
| B | Factor que multiplica al índice de evaporación para determinar la evapotranspiración potencial media de la cuenca. |

| Parámetro | Descripción |
|---|---|
| $C_{max}$ | Máximo coeficiente de escorrentía de la cuenca |
| $C_{min}$ | Coeficiente de escorrentía mínimo de la cuenca |
| D) | Porcentaje de lluvia sobre una precipitación límite ($P_{LIM}$) que se incorpora directamente al embalse subterráneo. |
| $P_{LIM}$ | Precipitación límite, bajo la cual no hay aportes directos de la precipitación al embalse subterráneo. |
| $H_{max}$ | Máxima capacidad de retención de agua de los primeros horizontes de suelo. |
| PORC | Porcentaje de $H_{max}$ bajo el cual la evapotranspiración real es restringida. |
| K | Coeficiente de proporcionalidad entre la escorrentía subterránea y el volumen embalsado en el embalse subterráneo. |

El modelo descrito está escrito en un programa de computación en lenguaje FORTRAN IV, operable en un computador digital IBM 360/40 o similar.

## III.2 CALIBRACION DEL MODELO DE SIMULACION

La calibración del modelo consiste en realizar una serie de simulaciones haciendo variar los valores de los parámetros dentro de su rango físico posible y/o probable y comparar sus resultados con datos medidos. La combinación de parámetros que de la mejor concordancia entre ambas series de valores, señala el término de la calibración.

El modelo dispone de una metodología de optimización para acelerar el proceso de calibración. Esta metodología se describe extensivamente en la referencia original.

# APENDICE IV

## CORRIDAS DE AFOROS

1976-1977

## HOYA HIDROGRAFICA RIO MAULE

### BALANCES HIDRICOS DE CORRIDAS DE AFOROS

Nomenclatura:

Qa Caudal propio en cabecera.
Qap Caudal de aporte del canal Maule Norte Bajo y otros esteros.
R Caudal de Recuperaciones.
Qb Caudal final de aguas abajo.
Qc Caudal extraído por canales.

| NOMBRE ESTERO O RIO | DIA | Qa | + | Qap | + | R | = | Qb | + | S Qc | R($m^3$/seg) | Qb($m^3$/seg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CORRIDA DE AFOROS MES DE NOVIEMBRE DE 1976. | | | | | | | | | | | | |
| ESTERO PELARCO | 24 | 0,447 | + | 3,436 | + | R | = | 1,451 | + | 4,686 | 2,254 | 1,451 |
| ESTERO TRICAHUE | 24 | 0,009 | + | 2,021 | + | R | = | 0,252 | + | 2,652 | 0,874 | 0,252 |
| ESTERO DE LAS CHILCAS | 24 | 0,757 | + | 0 | + | R | = | 1,961 | + | 0,598 | 1,802 | 1,961 |
| ESTERO PANGUE | 25 | 3,195 | + | 1,575 | + | R | = | 6,038 | + | 0 | 1,268 | 6,038 |
| ESTERO CAMPUSANO | 23 | 1,357 | + | 0 | + | R | = | 0,904 | + | 1,433 | 0,980 | 0,904 |
| ESTERO EL GUINDO | 23 | 0,254 | + | 0,362 | + | R | = | 2,147 | + | 0,272 | 1,803 | 2,147 |
| ESTERO EL ROBLE | 23 | 1,615 | + | 0 | + | R | = | 3,135 | + | 2,156 | 3,676 | 3,135 |
| ESTERO LAS CHILCAS | 23 | 2,907 | + | 3,135 | + | R | = | 7,805 | + | 1,753 | 3,516 | 7,805 |
| | | | | | | | | | | | 16,143 | 23,693 |
| CORRIDA DE AFOROS MES DE ENERO DE 1977. | | | | | | | | | | | | |
| RIO LIRCAY | 11 | 4,244 | + | 3,809 | + | R | = | 10,677 | + | 10,057 | 12,681 | 10,677 |
| ESTERO PELARCO | 13 | 0 | + | 2,556 | + | R | = | 0,600 | + | 2,701 | 0,745 | 0,600 |
| ESTERO TRICAHUE | 13 | 0 | + | 3,200 | + | R | = | 0,138 | + | 3,513 | 0,451 | 0,138 |
| ESTERO DE LAS CHILCAS | 13 | 0,155 | + | 0 | + | R | = | 0,867 | + | 0,670 | 1,382 | 0,867 |
| ESTERO PANGUE | 14 | 1,447 | + | 0,600 | + | R | = | 4,854 | + | 0 | 2,807 | 4,854 |
| ESTERO CAMPUSANO | 12 | 0,062 | + | 1,851 | + | R | = | 0,648 | + | 1,655 | 0,390 | 0,648 |
| ESTERO EL GUINDO | 12 | 0,257 | + | 0 | + | R | = | 2,006 | + | 0,207 | 1,956 | 2,006 |
| ESTERO EL ROBLE | 12 | 0,872 | + | 0 | + | R | = | 2,101 | + | 1,070 | 2,299 | 2,101 |
| ESTERO LAS CHILCAS | 12 | 0 | + | 4,800 | + | R | = | 5,100 | + | 2,197 | 2,497 | 5,100 |
| | | | | | | | | | | | 25,208 | 27,001 |

## HOYA HIDROGRAFICA RIO MAULE

### BALANCES HIDRICOS DE CORRIDAS DE AFOROS

Nomenclatura:

Qa Caudal propio en cabecera.
Qap Caudal de aporte del canal Maule Norte Bajo y otros esteros.
R Caudal de Recuperaciones.
Qb Caudal final de aguas abajo.
Qc Caudal extraído por canales.

| NOMBRE ESTERO O RIO | DIA | $Q_A$ | + | $Q_{AP}$ | + R = | $Q_B$ | + | $Q_C$ | R ($m^3$/seg) | $Q_B$ ($m^3$/seg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CORRIDA DE AFOROS DEL MES DE DICIEMBRE DE 1976. | | | | | | | | | | |
| RIO LIRCAY | 1° | 3,800 | + | 5,080 | + R = | 21,417 | + | 2,748 | 15,285 | 21,417 |
| RIO LIRCAY | 16 | 4,703 | + | 4,835 | + R = | 13,019 | + | 10,697 | 14,178 | 13,019 |
| ESTERO TRICAHUE | 30 Nov-1 Dic | 0,181 | + | 2,109 | + R = | 0,505 | + | 4,024 | 2,239 | 0,505 |
| ESTERO TRICAHUE | 14 | 0 | + | 2,991 | + R = | 0,337 | + | 4,828 | 2,174 | 0,337 |
| ESTERO PELARCO | 14 | 0,010 | + | 2,545 | + R = | 1,200 | + | 4,332 | 2,957 | 1,200 |
| ESTERO DE LAS CHILCAS | 14 | 0,686 | + | 0 | + R = | 2,260 | + | 0,905 | 2,479 | 2,260 |
| ESTERO PANGUE | 14 | 2,480 | + | 1,200 | + R = | 6,630 | + | 0,114 | 3,064 | 6,630 |
| ESTERO CAMPUSANO | 13 | 0,731 | + | 0 | + R = | 0,550 | + | 1,182 | 1,000 | 0,550 |
| ESTERO EL GUINDO | 13 | 0,053 | + | 0 | + R = | 2,175 | + | 0,234 | 2,356 | 2,175 |
| ESTERO EL ROBLE | 13 | 2,087 | + | 0 | + R = | 2,375 | + | 2,214 | 2,502 | 2,375 |
| ESTERO LAS CHILCAS | 13 | 2,676 | + | 2,375 | + R = | 6,109 | + | 2,177 | 3,325 | 6,199 |
| ESTERO VILLAHUESO | 15 | 0,020 | + | 0,039 | + R = | 1,267 | + | 0,020 | 1,228 | 1,267 |
| | | | | | | | | | 35,263 | 36,012 |
| CORRIDA DE AFOROS DEL MES DE ABRIL DE 1977.(3) | | | | | | | | | | |
| RIO LIRCAY | 11 | 1,773 | + | 4,725 | + R = | 11,996 | + | 1,893 | 7,391 | 11,996 |
| ESTERO TRICAHUE | 12 | 0,765 | + | 0,060 | + R = | 0,154 | + | 0,899 | 0,228 | 0,154 |
| ESTERO DE LAS CHILCAS | | | | | + R = | 0,933 | + | | | 0,933 |
| ESTERO PELARCO | 13 | 0 | + | 0 | + R = | 0,526 | + | 0,571 | 1,097 | 0,526 |
| ESTERO PANGUE | 13 | 1,395 | + | 0,526 | + R = | 5,092 | + | 0,110 | 3,281 | 5,092 |
| ESTERO CAMPUSANO | 13 | 0 | + | 0 | + R = | 0,354 | + | 0,661 | 1,015 | 0,354 |
| ESTERO EL GUINDO | 13 | 0,619 | + | 0 | + R = | 1,181 | + | 0,484 | 1,046 | 1,181 |
| ESTERO EL ROBLE | 13 | 0,651 | + | 0 | + R = | 1,217 | + | 0,684 | 1,250 | 1,217 |
| ESTERO LAS CHILCAS | 13 | 1,655 | + | 1,217 | + R = | 4,340 | + | 0,689 | 2,157 | 4,340 |
| ESTERO VILLAHUESO | 13 | 0 | + | 0,280 | + R = | 0,465 | + | 0,011 | 0,196 | 0,465 |
| | | | | | | | | | 17,661 | 26,258 |

## HOYA HIDROGRAFICA RIO MAULE

### BALANCES HIDRICOS DE CORRIDAS DE AFOROS

Nomenclatura:

Qa Caudal propio en cabecera.
Qap Caudal de aporte del canal Maule Norte Bajo y otros esteros.
R Caudal de Recuperaciones.
Qb Caudal final de aguas abajo.
Qc Caudal extraído por canales.

### CORRIDA DE AFOROS MES DE FEBRERO DE 1977

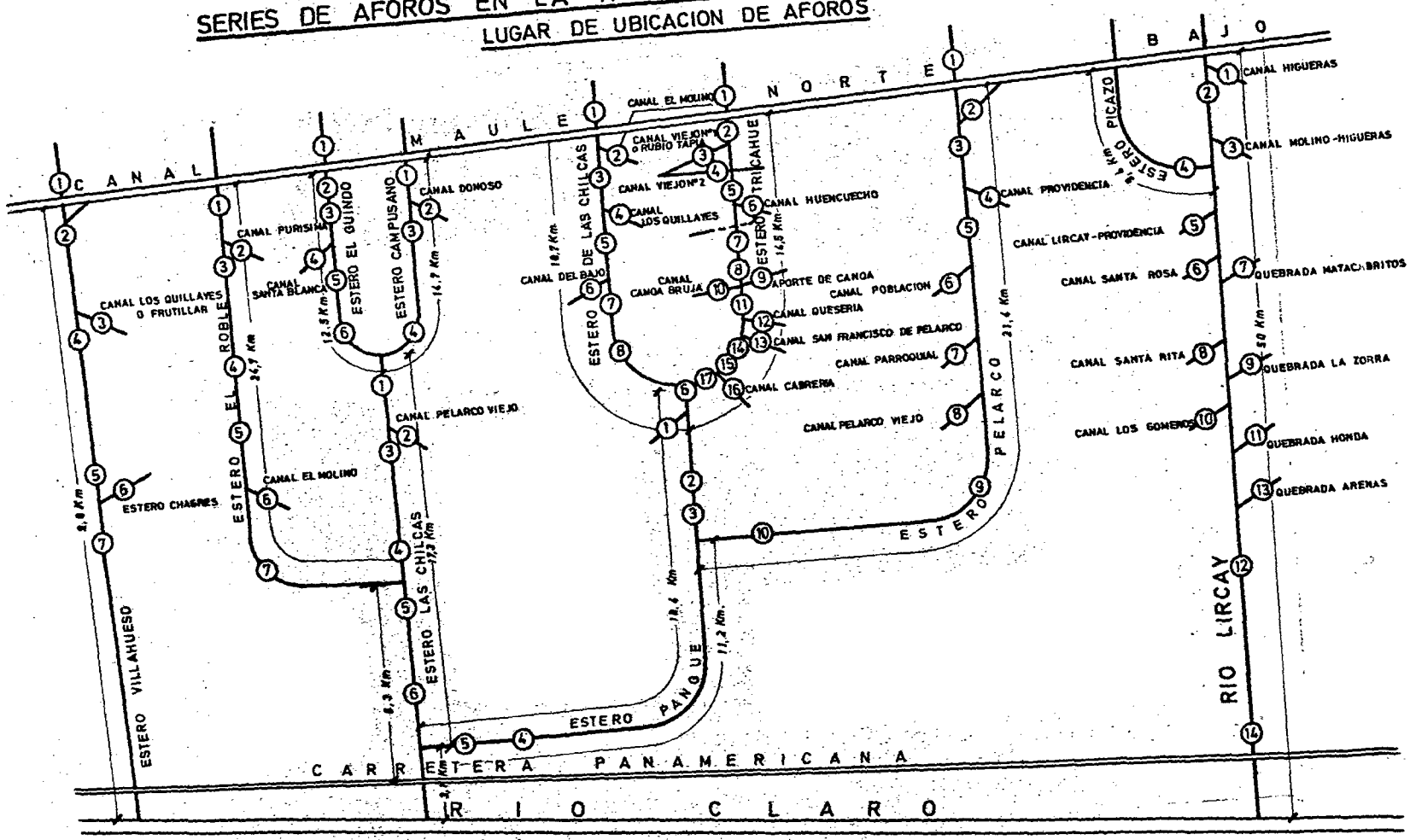
| NOMBRE ESTERO O RIO | DIA | Qa | + | Qap | + | R | = | Qb | + | S Qc | R($m^3$/seg) | Qb($m^3$/seg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RIO LIRCAY. | 15 | 2,504 | + | 4,223 | + | R | = | 9,503 | + | 10,260 | 13,036 | 9,503 |
| ESTERO PELARCO | 17 | 0 | + | 1,930 | + | R | = | 1,016 | + | 2,671 | 1,757 | 1,016 |
| ESTERO TRICAHUE | 17 | 0 | + | 3,385 | + | R | = | 0,288 | + | 5,492 | 2,395 | 0,288 |
| ESTERO DE LAS CHILCAS | 17 | 0,159 | + | 0 | + | R | = | 0,932 | + | 0,771 | 1,544 | 0,932 |
| ESTERO PANGUE | 17 | | | 3,350 | + | R | = | 6,180 | + | 0 | 2,830 | 6,180 |
| ESTERO CAMPUSANO | 16 | 1,596 | + | 0 | + | R | = | 0,852 | + | 1,427 | 0,683 | 0,852 |
| ESTERO EL GUINDO | 16 | 0,273 | + | 0 | + | R | = | 1,681 | + | 0,329 | 1,737 | 1,681 |
| ESTERO EL ROBLE | 16 | 1,395 | + | 0 | + | R | = | 2,043 | + | 1,498 | 2,146 | 2,043 |
| ESTERO LAS CHILCAS | 16 | 2,533 | + | 2,043 | + | R | = | 5,874 | + | 1,680 | 2,978 | 5,874 |
| | | | | | | | | | | | 29,106 | 28,369 |

### CORRIDA DE AFOROS MES DE MARZO DE 1977.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RIO LIRCAY | 22 | 1,177 | + | 5,363 | + | R | = | 15,756 | + | 5,159 | 14,375 | 15,756 |
| ESTERO PELARCO | 24 | 0 | + | 1,616 | + | R | = | 1,574 | + | 3,031 | 2,989 | 1,574 |
| ESTERO TRICAHUE | 24 | 0 | + | 0,227 | + | R | = | 0,691 | + | 3,201 | 3,665 | 0,691 |
| ESTERO DE LAS CHILCAS | 24 | 0,332 | + | 0 | + | R | = | 1,196 | + | 0,471 | 1,335 | 1,196 |
| ESTERO PANGUE | 24 | 1,850 | + | 1,574 | + | R | = | 7,362 | + | 0 | 3,938 | 7,362 |
| ESTERO CAMPUSANO | 23 | | | 0,369 | + | R | = | 0,460 | + | 0,425 | 0,516 | 0,460 |
| ESTERO EL GUINDO | 23 | 0,365 | + | 0 | + | R | = | 1,142 | + | 0,264 | 1,041 | 1,142 |
| ESTERO EL ROBLE | 23 | 0,990 | + | 0 | + | R | = | 1,438 | + | 1,024 | 1,472 | 1,438 |
| ESTERO LAS CHILCAS | 23 | 1,741 | + | 1,438 | + | R | = | 5,697 | + | 0,714 | 3,232 | 5,697 |
| | | | | | | | | | | | 32,563 | 35,316 |

# SERIES DE AFOROS EN LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO MAULE

## LUGAR DE UBICACION DE AFOROS



# SERIES DE AFOROS EN LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO MAULE

## LISTA DE LUGARES DE UBICACION DE AFOROS

### A. - RIO LIRCAY

| Aforo Nº | Ubicación |
|---|---|
| 1 | Canal Higueras (º) |
| 2 | Río Lircay en Puente Las Rastras |
| 3 | Canal Molino-Higueras |
| 4 | Estero Picazo |
| 5 | Canal Lircay-Providencia |
| 6 | Canal Santa Rosa |
| 7 | Quebrada Matacabritos |
| 8 | Canal Santa Rita |
| 9 | Quebrada La Zorra |
| 10 | Canal Los Gomeros |
| 11 | Quebrada Honda |
| 12 | Río Lircay en Fundo La Higuera |
| 13 | Quebrada Arenas |
| 14 | Río Lircay en Panamericana |

### B - ESTERO PELARCO

| Aforo Nº | Ubicación |
|---|---|
| 1 | Estero Pelarco antes C.Maule Norte Bajo |
| 2 | Aporte del C.Maule Norte Bajo al Estero Pelarco |
| 3 | Estero Pelarco después de aporte |
| 4 | Canal Providencia |
| 5 | Estero Pelarco sobrante |
| 6 | Canal Población |
| 7 | Canal Parroquial |
| 8 | Canal Pelarco Viejo |
| 9 | Estero Pelarco antes de junta c/Estero Pangue |
| 10 | Estero Pelarco en desembocadura en Estero Pangue. |

(º) Nota: Todos los aforos de los canales se han realizado en la bocatoma respectiva.

C - ESTERO TRICAHUE

| Aforo Nº | Ubicación |
|---|---|
| 1 | Estero Tricahue antes C.Maule Norte Bajo |
| 2 | Estero Tricahue después C.Maule Norte Bajo |
| 3 | Canal Viejo Nº 1 o Rubio Tapia |
| 4 | Canal Viejo Nº 2 |
| 5 | Estero Tricahue después C.Viejo Nº2 |
| 6 | Canal Huencuecho |
| 7 | Estero Tricahue después de C.Huencuecho |
| 8 | Estero Tricahue antes de Canoa |
| 9 | Aporte de Canoa |
| 10 | Canal Canoa Bruja |
| 11 | Estero Tricahue antes de Canal Quesería |
| 12 | Canal Quesería |
| 13 | Canal San Francisco de Pelarco |
| 14 | Estero Tricahue después C.Sn.Francisco de Pelarco |
| 15 | Estero Tricahue antes Canal Cabrería |
| 16 | Canal Cabrería |
| 17 | Estero Tricahue antes de junta c/Estero de Las Chilcas |

D - ESTERO DE LAS CHILCAS

| Aforo Nº | Ubicación |
|---|---|
| 1 | Estero de Las Chilcas antes C.Maule Norte Bajo |
| 2 | Canal El Molino |
| 3 | Estero de Las Chilcas después de C. El Molino |
| 4 | Canal Los Quillayes |
| 5 | Estero de Las Chilcas después C.Los Quillayes |
| 6 | Canal del Bajo |
| 7 | Estero de Las Chilcas después de C. del Bajo |
| 8 | Estero de Las Chilcas antes junta con Estero Tricahue |

E - ESTERO PANGUE

| Aforo Nº | Ubicación |
|---|---|
| 1 | Canal Independencia |
| 2 | Est.Pangue antes junta c/Est.Pelarco 1er. brazo |
| 3 | Est.Pangue antes junta c/Est.Pelarco 2º brazo |

| Aforo Nº | Ubicación |
|---|---|
| 4 | Est.Pangue antes junta c/Est.Las Chilcas 1ºbrazo |
| 5 | Est.Pangue antes junta c/Est.Las Chilcas 2ºbrazo |
| 6 | Est.Pangue después junta Est.de Las Chilcas y Tricahue. |

F - ESTERO CAMPUSANO

| Aforo Nº | Ubicación |
|---|---|
| 1 | Est.Campusano después cruce C.Maule Norte Bajo |
| 2 | Canal Donoso |
| 3 | Est.Campusano después C.Donoso |
| 4 | Est.Campusano antes junta c/Est.El Guindo. |

G - ESTERO EL GUINDO

| Aforo Nº | Ubicación |
|---|---|
| 1 | Est.El Guindo antes C.Maule Norte Bajo |
| 2 | Est.El Guindo después aporte C.Maule Norte Bajo |
| 3 | Est.El Guindo antes C.San Blanca |
| 4 | Canal Santa Blanca |
| 5 | Est.El Guindo después C.Santa Blanca |
| 6 | Est.El Guindo antes junta c/Est.Campusano. |

H - ESTERO EL ROBLE

| Aforo Nº | Ubicación |
|---|---|
| 1 | Est.El Roble 300m. aguas abajo C.Maule Norte Bajo |
| 2 | Canal Purísima |
| 3 | Est. El Roble sobrante |
| 4 | Est. El Roble en Santa María de Chagres |
| 5 | Est. El Roble antes C.Molino |
| 6 | Canal El Molino |
| 7 | Est.El Roble antes junta c/Est.Las Chilcas |

I - ESTERO LAS CHILCAS

| Aforo Nº | Ubicación |
|---|---|
| 1 | Est.Las Chilcas después junta de Est.El Guindo y Campusano |
| 2 | Canal Pelarco Viejo |
| 3 | Est.Las Chilcas después Canal Pelarco Viejo |
| 4 | Est.Las Chilcas antes junta c/Est.El Roble |
| 5 | Est.Las Chilcas después junta c/Est. El Roble |
| 6 | Est.Las Chilcas antes junta c/Est.Pangue |

J - ESTERO VILLAHUESO

| Aforo Nº | Ubicación |
|---|---|
| 1 | Est.Villahueso antes de C.Maule Norte Bajo |
| 2 | Est.Villahueso después aporte C.Maule Norte Bajo |
| 3 | Canal Los Quillayes o Frutillar |
| 4 | Est.Villahueso después C.Los Quillayes o Frutillar |
| 5 | Est.Villahueso antes junta c/Est.Chagres |
| 6 | Est.Chagres antes junta c/Est.Villahueso |
| 7 | Est.Villahueso después junta c/Est.Chagres. |

13 al 16 de DICIEMBRE de 1976

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO $m^3/seg.$ |
|---|---|---|---|
| | | ESTERO EL GUINDO | |
| 1 | 13 | Est. El Guindo a. C.Maule Norte Bajo | 0,053 |
| 2 | 13 | Est. El Guindo d.C.Maule Norte Bajo | 0,341 |
| 4 | 13 | Canal Santa Blanca | 0,234 |
| 5 | 13 | Est.El Guindo d.C. Santa Blanca | 0,105 |
| 6 | 13 | Est.El Guindo a. j. Est. Campusano | 2,175 |
| | | ESTERO CAMPUSANO | |
| 1 | | Est.Campusano en cruce c/C.Maule Norte | 0,731 |
| 2 | | Canal Donoso | 1,182 |
| 3 | | Est.Campusano d. Canal Donoso | 0,030 |
| 4 | 13 | Est. Campusano a.j. Est. El Guindo | 0,550 |
| | | ESTERO EL ROBLE | |
| 1 | 13 | Est. El Roble en Pte. El Alamo | 2,087 |
| 2 | 13 | Canal Purísima | 2,020 |
| 3 | 13 | Est.El Roble d. Canal Purísima + ó - | 0,005 |
| 4 | 13 | Est.El Roble en Sta. María de Chagres | 0,856 |
| 6 | 13 | Canal El Molino | 0,194 |
| | 13 | Est.El Roble d. Canal El Molino | 1,874 |
| 7 | 13 | Est.El Roble a.j. c/Est. Las Chilcas | 2,375 |
| | | ESTERO LAS CHILCAS | |
| 2 | | Canal Pelarco en B.T. | 2,177 |
| 4 | 13 | Est.Las Chilcas a.j. c/Est. El Roble | 2,737 |
| 1 | 13 | Est.Las Chilcas d.j.Est.Campusano c/Guindo | 2,676 |
| 3 | | Est.Las Chilcas d.Canal Pelarco Viejo | 0,663 |
| 5 | 13 | Est.Las Chilcas d.j. c!Est.El Roble | 5,967 |
| 6 | 15 | Est.Las Chilcas a.j. c!Est. El Pangue | 6,199 |
| 5 | 15 | Est.Las Chilcas d.j. c!Est. El Roble | 5,574 |
| | | ESTERO VILLAHUESO | |
| 1 | 15 | Est.Villahueso a. C.Maule Norte Bajo | 0,020 |
| 2 | 15 | Est.Villahueso d. C.Maule Norte Bajo | 0,039 |
| 3 | 15 | Canal Frutillar | 0,020 |
| 4 | 15 | Est.Villahueso d. Canal Frutillar | 0,093 |
| 5 | 15 | Est.Villahueso a.j.c/Quebrada La Empresa | 0,055 |
| 7 | 15 | Est.Villahueso d.j. c/Quebrada La Empresa | 1,267 |
| | | ESTERO PELARCO | |
| 1 | 14 | Est.Pelarco en cruce c/C.Maule Norte + ó - | 0,010 |
| 2 | 14 | Aporte del C.Maule Norte B.a Estero Pelarco | 2,545 |
| 3 | 14 | Est.Pelarco en Puente Huencuecho | 3,585 |
| 4 | 14 | Canal Providencia en Quesería | 3,221 |
| 5 | 14 | Est.Pelarco d. Canal Providencia | 0,777 |

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO $m^3/seg.$ |
|---|---|---|---|
| 6 | 14 | Canal Población | 0,103 |
| 7 | 14 | Canal Parroquial | 0,262 |
| 10 | 14 | Est.Pelarco en junta c/Pangue; cierre | 1,200 |
| 10 | 14 | Est.Pelarco en junta c/Pangue; apertura | 1,346 |
| 8 | 14 | Canal Panguilemo en B.T.,o, Pelarco Viejo | 0,632 |
| 9 | 14 | Est.Pelarco d. Canal Panguilemo | 0,498 |
| | | ESTERO TRICAHUE | |
| 1 | 14 | Est.Tricahue a. C. Maule Norte Bajo | seco |
| 2 | 14 | Est.Tricahue d. C. Maule Norte Bajo | 2,874 |
| | 14 | Aporte a Est. Tricahue d. C.Rubio Tapia | 0,336 |
| 5 | 14 | Est. Tricahue d. C.Rubio Tapia y aporte | 2,621 |
| 6 | 14 | Canal Huencuecho | 1,383 |
| 7 | 14 | Est.Tricahue d.Canal Huencuecho | 1,735 |
| 8 | 14 | Est. Tricahue a. Canoa | 1,784 |
| 9 | 14 | Aporte a Est. Tricahue | 0,117 |
| 10 | 14 | Canal Canoa Bruja | 0,394 |
| 11 | 14 | Est. Tricahue a. Canal Quesería | 1,892 |
| 12 | 14 | Canal Quesería | 0,290 |
| 13 | 14 | Canal San Francisco de Pelarco | 1,082 |
| 14 | 14 | Est. Tricahue d. C.Sn.Francisco de Pelarco | 0,479 |
| 15 | 14 | Est. Tricahue a. Canal Cabrería | 0,681 |
| 16 | 14 | Canal Cabrería | 0,479 |
| 17 | 14 | Est. Tricahue a.j. c!Est. Pangue | 0,337 |
| | | ESTERO DE LAS CHILCAS | |
| 1 | 14 | Est. de Las Chilcas a. C.Maule Norte Bajo | 0,686 |
| 2 | 14 | Canal Molino | 0,051 |
| 3 | 14 | Est. de Las Chilcas d.Canal Molino | 0,876 |
| 4 | 14 | Canal Los Quillayes | 0,0286 |
| 5 | 14 | Est.de Las Chilcas d. C.Los Quillayes | 1,345 |
| 6 | 14 | Canal del Bajo | 0,825 |
| 7 | 14 | Est. de Las Chilcas d. Canal del Bajo | 1,696 |
| 8 | 14 | Est. de Las Chilcas a.j. c!Est. Pangue | 2,260 |
| | | ESTERO PANGUE | |
| 1 | 14 | C.Las Yeguas, S.Andrés ó Independencia | 0,114 |
| 6 | 14 | Est. Pangue d.j.Tricahue c/de L.Chilcas | 2,480 |
| 2 | | Est.Pangue en j.c/Est.Pelarco 1º brazo | 3,158 |
| 3 | | Est.Pangue en j.c/Est.Pelarco 2º brazo | 0,083 |
| 2 | 15 | Est.Pangue j.c/Est.Pelarco 1ºbrazo,apert. | 3,243 |
| 3 | 15 | Est.Pangue j.c/Est.Pelarco 2º brazo | 0,077 |
| 4 | | Est.Pangue j.c/Est.Las Chilcas 1º brazo | 1,689 |
| 5 | | Est.Pangue j.c/Est.Las Chilcas 2º brazo | 4,941 |

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO $m^3/seg.$ |
|---|---|---|---|
| | | RIO LIRCAY | |
| 2 | 16 | Río Lircay en Puente Las Rastras | 4,703 |
| 1 | 16 | Canal Higueras Lircay | 0,219 |
| 3 | 16 | Canal Molino Lircay | 0,087 |
| | 16 | Río Lircay a.j. c/Est. Picazo | 5,390 |
| 4 | 16 | Est. Picazo a.j. c/Río Lircay | 2,308 |
| 6 | 16 | Canal Santa Rita | 3,844 |
| 5 | 16 | Canal Lircay Providencia | 4,039 |
| 8 | 16 | Canal Santa Rosa | 0,331 |
| 12 | 16 | Río Lircay en Fundo La Higuera | 10,205 |
| | 16 | Quebrada Matacabritos | 0,094 |
| 7 | 16 | Quebrada La Zorra | 0,224 |
| 9 | 16 | Quebrada Matacabritos en desembocadura | 0,661 |
| 11 | 16 | Quebrada Honda | 0,897 |
| 13 | 16 | Quebrada Arena | 0,745 |
| 14 | 16 | Río Lircay en Carretera Longitudinal | 13,019 |

23 al 25 de NOVIEMBRE de 1976

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO $m^3/seg.$ |
|---|---|---|---|
| | | ESTERO PELARCO | |
| 1 | 24 | Estero Pelarco | 0,477 |
| 2 | 24 | Aporte del C.Maule al Estero Pelarco | 3,436 |
| 3 | 24 | Estero Pelarco después de entrega | 5,826 |
| 4 | 24 | Canal Providencia | 4,454 |
| 5 | 24 | Estero Pelarco Sobrante | 0,440 |
| 6 | 24 | Canal Población | 0,062 |
| 7 | 24 | Canal Parroquial | 0,165 |
| 8 | 24 | Canal Pelarco Viejo (casi seco ) + ó - | 0,005 |
| 9 | 24 | Est.Pelarco después C.Pelarco Viejo | 1,129 |
| 10 | 24 | Est.Pelarco en desembocadura con Pangue | 1,451 |
| 10 | 25 | Estero Pelarco en desembocadura con Pangue | 1,575 |
| | | ESTERO PANGUE | |
| 1 | 24 | Estero Pangue Nº1 | 3,038 |
| 1 | 24 | 2º brazo Pangue | 0,041 |
| 2 | 25 | 1er. brazo Est.Pangue a.j. con Pelarco | 0,056 |
| 3 | 25 | 2º brazo Est.Pangue a.j. con Pelarco | 3,139 |
| 4 | 25 | Est.Pangue a.j. con Las Chilcas 1er.brazo | 1,363 |
| 5 | 25 | Est.Pangue a.j. con Las Chilcas 2º brazo | 4,675 |
| | | ESTERO DE LAS CHILCAS | |
| 1 | 24 | Est.de Las Chilcas a. C.Maule Norte | 0,757 |
| 2 | 24 | Canal El Molino | 0,066 |
| 3 | 24 | Est.de Las Chilcas d. Canal Molino | 0,926 |
| 4 | 24 | Canal Los Quillayes | 0,030 |
| 5 | 24 | Est.Las Chilcas d. del Canal L.Quillayes | 0,824 |
| 6 | 24 | Canal del Bajo | 0,502 |
| 7 | 24 | Est.Las Chilcas d. del Canal del Bajo | 1,258 |
| 8 | 24 | Est. Las Chilcas a.j. con Est.Tricahue | 1,961 |
| | | ESTERO EL ROBLE | |
| 1 | 23 | Est.El Roble 300m. abajo C.Maule Norte | 1,615 |
| 2 | 23 | Canal Purísima | 1,942 |
| 3 | 23 | Est.El Roble después Canal Purísima | 0,183 |
| 4 | 23 | Est.El Roble en Sta. María de Chagres | 1,215 |
| 5 | 23 | Est.El Roble an.j.con Canal El Molino | 2,568 |
| 6 | 23 | Canal El Molino | 0,214 |
| 7 | 23 | Est.Los Robles a.j. con Est. Las Chilcas | 3,135 |

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO $m^3/seg$ |
|---|---|---|---|
| | | **ESTERO TRICAHUE** | |
| 1 | 24 | Est.Tricahue antes Canal Maule Norte | 0,009 |
| 2 | 24 | Est.Tricahue después Canal Meule Norte | 1,975 |
| 3 | 24 | Canal Viejo Nº 1 | 0,066 |
| 4 | 24 | Canal Viejo Nº 2 | 0,156 |
| 5 | 24 | Est.Tricahue después de C.Viejo Nº 2 | 2,079 |
| 6 | 24 | Canal Huencuecho | 0,909 |
| 7 | 24 | Est.Tricahue después de C.Huencuecho | 1,073 |
| 8 | 24 | Est.Tricahue antes Canoa | 1,033 |
| 9 | 24 | Aporte de Canoa | 0,046 |
| 10 | 24 | Canal Canoa Bruja | 0,227 |
| 11 | 24 | Est.Tricahue antes Canal Quesería | 0,974 |
| 12 | 24 | Canal Quesería | 0,177 |
| 13 | 24 | Canal San Francisco de Pelarco | 0,645 |
| 14 | 24 | Est.Tricahue después C.San Francisco | 0,210 |
| 14 | 25 | Est.Tricahue después C.San Francisco | 0,265 |
| 15 | 25 | Est.Tricahue antes Canal Cabrería | 0,450 |
| 16 | 25 | Canal Cabrería | 0,472 |
| 17 | 25 | Est.Tricahue a.j. c/Estero de Las Chilcas | 0,252 |
| | | **ESTERO LAS CHILCAS** | |
| 1 | 23 | Est.Las Chilcas d.j.c/Est.Campusano y Est. El Guindo | 2,907 |
| 2 | 23 | Canal Pelarco en Bocatoma | 1,753 |
| 3 | 23 | Est.Las Chilcas d.de toma C.Pelarco Viejo | 1,211 |
| 4 | 24 | Est.Las Chilcas a.j. c/Est.Los Robles | 2,966 |
| 5 | 24 | Est.Las Chilcas d.j. c/Est.Los Robles | 6,192 |
| 6 | 24 | Est.Las Chilcas después junta con Pangue | 7,805 |
| | | **ESTERO EL GUINDO** | |
| 1 | 23 | Est.El Guindo a.del C.Maule Norte | 0,254 |
| 2 | 23 | Est.El Guindo d.de aporte C.Maule Norte | 0,362 |
| 3 | 23 | Est.El Guindo a. del C.Santa Blanca | 0,376 |
| 4 | 23 | Canal Santa Blanca | 0,272 |
| 5 | 23 | Est.El Guindo d.del C.Santa Blanca | 0,189 |
| 6 | 23 | Est.El Guindo a.j. c/Est. Campusano | 2,147 |
| | | **ESTERO CAMPUSANO** | |
| 1 | 23 | Est.Campusano aguas abajo cruce c/Canal Maule Norte | 1,357 |
| 2 | 23 | Canal Donoso próximo bocatoma (saque) | 1,433 |
| 3 | 23 | Est.Campusano después de Canal Donoso | 0,437 |
| 4 | 23 | Est.Campusano a.j. c/Estero El Guindo | 0,904 |

11 de ENERO a 19 de ENERO 1977

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE, LUGAR O UBICACION | GASTO $m^3/seg$ |
|---|---|---|---|
| | | RIO LIRCAY | |
| 1 | 11 | Canal Higueras Lircay | 0,848 |
| 3 | 11 | Canal Molino | 0,122 |
| 4 | 11 | Estero Picazo en junta con Lircay | 1,854 |
| | 11 | Río Lircay en junta con Picazo | 6,300 |
| 10 | 11 | Canal Los Gomeros | 0,722 |
| 8 | 11 | Canal Santa Rita | 3,871 |
| 7 | 11 | Quebrada Matacabritos | 0,544 |
| 9 | 11 | Quebrada de la Zorra | 0,645 |
| 11 | 11 | Quebrada Honda | 0,419 |
| 13 | 11 | Quebrada Arenas | 0,347 |
| 14 | 11 | Lircay en la Carretera | 10,611 |
| 2 | 11 | Río Lircay en Las Rastras | 4,204 |
| 5 | 11 | Lircay Providencia en B.T. | 4,101 |
| 6 | 11 | Sta.Rosa aguas abajo B.T. Río Lircay | 0,393 |
| 12 | 11 | Río Lircay en Fdo. La Higuera | 6,695 |
| | | ESTERO PELARCO | |
| 1 | 13 | Estero Pelarco | seco |
| 2 | 13 | Entrega C.Maule Norte a Est. Pelarco | 2,556 |
| 3 | 13 | Est.Pelarco en camino a Huencuecho | 2,751 |
| 4 | 13 | Canal Providencia | 2,075 |
| 5 | 13 | Est.Pelarco aguas abajo C.Providencia | 0,488 |
| 6 | 13 | Canal San Francisco o Población | 0,071 |
| 7 | 13 | Canal de La Luz o Parroquial | 0,086 |
| | 13 | Est.Pelarco en Pte.Pelarco d. B.T. Canal Pelarco Viejo | 0,393 |
| 8 | 13 | Canal Pelarco Viejo en B.T. | 0,353 |
| 10 | 13 | Estero Pelarco en desembocadura | 0,600 |
| | | TRICAHUE | |
| 1 | 13 | Est.Tricahue a.C.Maule Norte Bajo | seco |
| 2 | 13 | Est.Tricahue d.aporte C.Maule Norte Bajo | 2,971 |
| 3 | 13 | Canal Rubio-Tapia | 0,350 |
| | 13 | Aporte al Estero Tricahue | 0,161 |
| 5 | 13 | Est.Tricahue d.de aporte y C.Rubio-Tapia | 2,786 |
| 6 | 13 | Canal Huencuecho en B.T. | 1,411 |
| 7 | 13 | Estero Tricahue d.Canal Huencuecho | 1,553 |
| 8 | 13 | Est.Tricahue a. Canoa Bruja | 1,581 |
| 9 | 13 | Canal Aporte Canoa Bruja | 0,095 |
| 10 | 13 | Saque Canoa Bruja | 0,163 |
| 11 | 13 | Est.Tricahue a.Canal Quesería | 1,677 |
| 12 | 13 | Canal Quesería en B.T. | 0,287 |
| 13 | 13 | Canal Sn.Francisco de Pelarco en B.T. | 0,912 |
| 14 | 13 | Est.Tricahue d.Canal San Francisco | 0,422 |
| 15 | 13 | Est.Tricahue a.Canal Cabrería | 0,474 |
| 16 | 13 | Canal Cabrería en B.T. | 0,350 |
| 17 | 13 | Est.Tricahue a.j.c. Est.de Las Chilcas | 0,154 |

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE, LUGAR O UBICACION | GASTO $m^3/seg$ |
|---|---|---|---|
| | | DE LAS CHILCAS | |
| 13 | 13 | Est. Las Chilcas a. de sifón | 0,155 |
| 2 | 11 | Canal El Molino en B.T. | 0,033 |
| 3 | 11 | Est.de Las Chilcas d.Canal Molino | 0,425 |
| 4 | 11 | Canal Los Quillayes (Toma) | 0,014 |
| 5 | 11 | Est.de Las Chilcas d.Canal Quillayes | 0,670 |
| 7 | 11 | Est.de Las Chilcas d.toma Canal del Bajo | 0,576 |
| 6 | 11 | Canal del Bajo en toma | 0,623 |
| 8 | 11 | Est.de Las Chilcas a.j.c.Est.Tricahue | 0,920 |
| 6 | 11 | Est.Pangue d.j. Est.Chilcas y Tricahue | 1,338 |
| 6 | 13 | Est.Pangue d.j. de Tricahue c.Las Chilcas | 1,434 |
| 1 | 13 | Canal Independencia,Las Yeguas o Sn.Andrés | 0,116 |
| 2 y 3 | 14 | Est.Pangue en juntas c.Pelarco | 2,601 |
| 4 | 14 | Est.Pangue en junta c.Chilcas y Brazo | 0,459 |
| | 13 | Est.Pangue a.abajo juntas con Pelarco | 2,362 |
| 5 | 14 | Est.Pangue en juntas con Chilcas | 4,359 |
| | | CAMPUSANO | |
| 4 | 12 | Estero Campusano a.j. con El Guindo | 0,648 |
| 3 | 12 | Est.Campusano d.Canal Donoso | 0,062 |
| 2 | 12 | Canal Donoso | 1,655 |
| 1 | 12 | Est.Campusano en Canal Maule Norte | 1,851 |
| | | EL GUINDO | |
| 6 | 12 | El Guindo a.j. con Campusano | 2,006 |
| 2 | 12 | Estero El Guindo d.de Canal Maule | 0,257 |
| 4 | 12 | Canal Santa Blanca | 0,207 |
| 5 | 12 | Est.El Guindo d.C.Sta. Blanca | 0,110 |
| | | EL ROBLE | |
| 7 | 12 | Est.Los Robles a.j. con Las Chilcas | 2,193 |
| 1 | 12 | Est.El Roble ag.abajo C.Maule Norte | 0,872 |
| 3 | 12 | Est.El Roble d. Canal Purísima | seco |
| 4 | 12 | Canal Purísima d. Estero El Roble | 0,974 |
| 4 | 12 | Est.El Roble en Sta.María de Chagres | 0,660 |
| | 12 | Est.El Roble después Canal Molino | 1,480 |
| 6 | 12 | Canal Molino | 0,096 |
| | | LAS CHILCAS | |
| 2 | 12 | Canal San Cayetano en B.T. | 2,227 |
| 3 | 12 | Est.Las Chilcas d.Canal Cayetano | 0,432 |
| 4 | 12 | Est.Las Chilcas a.j. c.Est.Los Robles | 2,516 |
| 5 | 12 | Est.Las Chilcas d.j. con Los Robles | 5,360 |
| 5 | 14 | Est.Las Chilcas d.j. con Los Robles | 4,423 |
| 1 | 12 | Est.Las Chilcas d.j.c. Est.El Guindo y Campusano | 2,607 |
| 6 | 14 | Est.Las Chilcas a.juntas c/Pangue | 5,100 |

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE, LUGAR O UBICACION | GASTO m3/seg |
|---|---|---|---|
| | | VILLAHUESO | |
| 2 | 12 | Estero Villahueso d.Canal Maule | 0,021 |
| 3 | 12 | Canal Los Quillayes | 0,043 |
| 4 | 12 | Estero Villahueso d.Canal Quillayes | 0,100 |
| 6 | 12 | Est.Villahueso a.confl.Est. Chagres | 0,135 |
| 4 | 12 | Est.Chagres a.confl. Est.Villahueso | 0,564 |
| 14 | 14 | Est.Piduco (Sector Mercedes) | 0,186 |
| 14 | 11 | Estero Caiván (Sector Panamericana) | 0,308 |
| | 11 | Estero Piduco (Sector Panamericana) | 2,887 |
| | 14 | Río Claro en San Rafael | 2,478 |
| | 14 | Río Claro en Camarico | 3,750 |
| | 18 | Canal Maule B. (En Pte.a.a.del Sifón P) | 13,075 |
| | 18 | Canal de Lucrecia Bravo (del C.M.B.) | 0,362 |
| | 18 | Canal de Jorge Venegas | 0,166 |
| | 18 | Canales varios | 0,902 |
| | 18 | Descarga en el Est. Tricahue | 2,813 |
| | 18 | Canal Maule Norte Bajo | 20,292 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 16.232 | 0,027 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 20.893 tubo | 0,054 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 21.545 tubo | 0,084 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 21.993 | 0,156 |
| | 18 | Compuerta estero Km. | 0,012 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 24.650 compuerta | 0,089 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 25.080 C.M. Norte | 16,501 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 26.226 | 0,646 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 28.260 | 0,290 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 29.135 | 0,172 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 30.132 | 0,086 |
| | 18 | Canal Santa Rosa y Manzano | 3,489 |
| | 18 | Cierre C.Maule Norte, Canal y Camino | 12,801 |
| | 19 | Descarga d.Canal Km.41.950(no tiene entrega) | |
| | 19 | Cierre en Canal Maule Norte a.del sifón Las Chilcas (Pte. a 300 m.a arriba del sifón) | 6,477 |
| | 19 | Varios y descarga | 0,980 |
| | 19 | Canal varios | 0,211 |
| | 19 | Cierre C.Maule Bajo Km. 36.800 | 7,654 |
| | 19 | Apertura Canal Maule Bajo | 8,062 |
| | 19 | Canal de Omar Valdés | 0,199 |
| | 19 | Canal de Manuel Olave (aforado G.Cortés) | |
| | 19 | C.Soc.Agrícola Los Cerrillos I | 0,120 |
| | 19 | C.Soc.Agrícola Los Cerrillos II no aforó | |
| | 19 | Canal Km. 41.950 | 0,165 |
| | 19 | Compuerta Km. 38.878 | 0,312 |
| | 19 | Tubo Km. 39.914 | 0,021 |

15 al 18 de FEBRERO 1977

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO m3/seg |
|---|---|---|---|
| | | RIO LIRCAY | |
| 1 | 15 | Canal Higueras Lircay | 0,855 |
| 3 | 15 | Canal Molino Lircay | 0,063 |
| 4 | 15 | Estero Picazo en junta | 2,352 |
| | 15 | Río Lircay en junta | 4,092 |
| 10 | 15 | Canal Los Gomeros | 0,727 |
| 8 | 15 | Canal Santa Rita | 4,020 |
| 2 | 15 | Lircay en Las Rastras | 2,504 |
| 5 | 15 | Canal Lircay Providencia | 5,125 |
| 6 | 15 | Canal Santa Rosa | 0,325 |
| 12 | 15 | Río Lircay en Fdo.La Higuera | 6,800 |
| 7 | 15 | Quebrada Matacabritos | 0,537 |
| 9 | 15 | Quebrada La Zorra | 0,214 |
| 9 | 15 | Aporte de la Quebrada La Zorra | 0,076 |
| 11 | 15 | Quebrada Honda | 0,601 |
| 13 | 15 | Quebrada Arenas | 0,443 |
| 14 | 16 | Lircay en la carretera 1er. brazo | 7,948 |
| 14 | 16 | Lircay en la carretera 2º brazo | 1,555 |
| | | ESTERO EL ROBLE | |
| | 16 | Est.El Roble en Pte.camino (antes C.M.B.) | 1,395 |
| 2 | 16 | Canal Purísima | 1,468 |
| 3 | 16 | Est.El Roble d. Canal Purísima | seco |
| 4 | 16 | Est. en Sta. María de Chagres | 0,008 |
| | 16 | Est. después Canal Molino | 1,648 |
| 6 | 16 | Canal Molino | 0,030 |
| 7 | 16 | Est.Los Robles a.j. Est.Las Chilcas | 2,043 |
| | | ESTERO VILLAHUESO | |
| 1 | 16 | Est. Villahueso a.c. M.N.B. | seco |
| 3 | 16 | Canal Frutillar | 0,024 |
| 4 | 16 | Est.Villahueso d. Canal Frutillas | seco |
| 5 | 16 | Est.Villahueso a. unión Est.Chagres | 0,075 |
| | 16 | Canal Chagres | 0,136 |
| 6 | 16 | Est.Chagres d. Canal Chagres | 0,315 |
| | | ESTERO CAMPUSANO | |
| 1 | 16 | Est.Campusano lado oriente Huencuecho | 1,596 |
| 2 | 16 | Canal derivado Est.Campusano (único) | 1,427 |
| 4 | 16 | Est.Campusano a.j.Estero El Guindo | 0,852 |
| | | ESTERO EL GUINDO | |
| 2 | 16 | Est.El Guindo d. C.M.B. 3a. Sec. | 0,273 |
| 1 | 16 | Canal Santa Blanca | 0,325 |
| 5 | 16 | Est. El Guindo d.C. Santa Blanca | seco |
| 6 | 16 | Est. El Guindo a.j. Est. Campusano | 1,681 |

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO $m^3/seg$ |
|---|---|---|---|
| | | ESTERO LAS CHILCAS | |
| 1 | 16 | Est.Las Chilcas a.j.Est.Los Robles | 3,040 |
| 2 | 16 | C.San Cayetano (Pelarco Viejo) | 1,680 |
| 3 | 16 | Est.Las Chilcas d.C. San Cayetano | 0,651 |
| 5 | 16 | Est.Las Chilcas d.j. Est.Los Robles | 5,298 |
| 5 | 18 | Est.Las Chilcas d.j. Est.Los Robles | 4,893 |
| 6 | 18 | Est.Las Chilcas en junta C. Pangue | 5,874 |
| | | ESTERO PELARCO | |
| 2 | | Entrega Canal Maule Norte | 1,930 |
| 3 | | Est.Pelarco en camino Huencuecho | 3,030 |
| 4 | | Canal Providencia (saque) | 1,983 |
| 5 | | Est.Pelarco d.C. Providencia | 0,705 |
| 6 | | Canal Población | 0,5 |
| 7 | | Canal Molino o Parroquial | 0,314 |
| 9 | | Est. Pelarco en Pelarco | 0,466 |
| 8 | | Canal Pelarco Viejo | 0,210 |
| 10 | | Est.Pelarco en desembocadura | 1,016 |
| | | Est. Pangue (cierre) | 3,348 |
| | | ESTERO DE LAS CHILCAS | |
| 1 | 17 | Est.de Las Chilcas a. C.N.B. | 0,159 |
| 2 | 17 | Canal El Molino | 0,122 |
| 3 | 17 | Est.de Las Chilcas desp. c. El Molino | 0,425 |
| 4 | 17 | Canal Los Quillayes | 0,066 |
| 5 | 17 | Est.de Las Chilcas d.C. Los Quillayes | 0,534 |
| 6 | 17 | Canal del Bajo | 0,583 |
| 7 | 17 | Est. de Las Chilcas d.C. del Bajo | 0,534 |
| 8 | 17 | Est.de Las Chilcas a.confl.Est. Tricahue | 0,932 |
| | | ESTERO TRICAHUE | |
| 2 | 17 | Est. Tricahue d. entrega C.M. | 2,898 |
| | 17 | Aporte al Est. Tricahue | 0,236 |
| 3 | 17 | Canal Rubio Tapia | 0,403 |
| 5 | 17 | Est.Tricahue d.C. Rubio Tapia | 2,336 |
| 6 | 17 | Canal Huencuecho | 2,694 |
| 7 | 17 | Est.Tricahue d.Canal Huencuecho | 1,633 |
| 8 | 17 | Est.Tricahue a. Canoa Bruja | 1,783 |
| 9 | 17 | Aporte Canoa al estero | 0,251 |
| 10 | 17 | Saque Canoa Bruja | 0,249 |
| 11 | 17 | Est.Tricahue a.Canal Quesería | 1,792 |
| 12 | 17 | Canal Quesería d. B.T. | 0,430 |
| 13 | 17 | Canal Sn. Francisco de Pelarco d.B.T. | 1,139 |
| 14 | 17 | Est.Tricahue d.C.Sn.Frco. de Pelarco | 0,476 |
| 15 | 17 | Est.Tricahue a. Canal Cabrería | 0,632 |
| 16 | 17 | Canal Cabrería | 0,577 |
| 17 | 17 | Est.Tricahue a.confl.Est.de Las Chilcas | 0,288 |

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO $m^3/seg$ |
|---|---|---|---|
| | | ESTERO PANGUE | |
| 1 | 17 | C.Las Yeguas-San Andrés-Independencia | 0,159 |
| | 18 | Estero Pangue | 3,915 |
| 4 | 18 | Est.Pangue en desembocadura 1er.brazo | 1,212 |
| 5 | 18 | Est.Pangue en desembocadura 2º brazo | 6,112 |
| 6 | 17 | Est.Pangue de confl.Est.Tricahue y de Las Chilcas | 1,336 |
| | | RIO CLARO | |
| | 18 | Río Claro en Camarico | 3,212 |
| | 18 | Río Claro en San Rafael | 2,102 |
| | 18 | Río Claro en Talca | 29,833 |
| | 18 | Est. Piduco (sector Mercedes) | 0,222 |
| | 18 | Est. Piduco en Panamericana | 2,996 |
| | 18 | Est. Caiván en Panamericana | 0,453 |

22 a 25 de MARZO de 1977

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO $m^3/seg$ |
|---|---|---|---|
| | | **RIO LIRCAY** | |
| 1 | 22 | Canal Higueras Lircay | 0,961 |
| 2 | 22 | Río Lircay en Puente Las Rastras | 1,177 |
| 3 | 22 | Canal Molino-Lircay | 0,062 |
| 4 | 22 | Estero Picazo | 1,958 |
| 5 | 22 | Canal Lircay-Providencia | 2,188 |
| 6 | 22 | Canal Santa Rosa | 0,029 |
| 7 | 22 | Quebrada Matacabritos | 0,691 |
| 8 | 22 | Canal Santa Rita | 2,057 |
| 9 | 22 | Quebrada La Zorra | 0,375 |
| 10 | 22 | Canal Los Gomeros | 0,823 |
| 11 | 22 | Quebrada Honda | 1,334 |
| 12 | 22 | Río Lircay en Fundo La Higuera | 13,768 |
| | 22 | Río Lircay en junta c/Est.Picazo | 2,572 |
| 13 | 22 | Quebrada Arena | 0,957 |
| 14 | 22 | Río Lircay después Carretera 1er. brazo | 10,869 |
| 14 | 22 | Río Lircay después Carretera 2º brazo | 4,887 |
| | | **ESTERO PELARCO** | |
| 1 | 24 | Est.Pelarco en C.Maule Norte Bajo | seco |
| 2 | 24 | Aporte C.Maule Norte B.a Est.Pelarco | 1,616 |
| 3 | 24 | Est.Pelarco después entrega C.Maule | 3,723 |
| 4 | 24 | Canal Providencia | 2,369 |
| 5 | 24 | Est.Pelarco después C.Providencia | 1,142 |
| 6 | 24 | Canal Población | 20 lts. |
| 7 | 24 | Canal Parroquial | 0,135 |
| | 24 | Est.Pelarco en Pelarco | 0,997 |
| 8 | 24 | Canal Pelarco | 0,334 |
| 10 | 24 | Est.Pelarco en desembocadura | 1,574 |
| | | **ESTERO TRICAHUE** | |
| 2 | 24 | Est.Tricahue después C.Maule N.B. | 2,254 |
| | 24 | Est.Tricahue después del aporte | 2,084 |
| 3 | 24 | Canal Viejo Nº1 ó Rubio Tapia | 0,312 |
| 24 | 24 | Aporte filtraciones C.Maule N.B. | 0,007 |
| 6 | 24 | Canal Huencuecho | 1,363 |
| 7 | 24 | Est.Tricahue después C.Huencuecho | 1,209 |
| 8 | 24 | Est.Tricahue antes de Canoa Bruja | 1,185 |
| 9 | 24 | Aporte Canoa Bruja | 0,220 |
| 10 | 24 | Saque Canoa Bruja | 0,019 |
| 11 | 24 | Est.Tricahue antes C.Quesería | 1,208 |
| 12 | 24 | Canal Quesería | 0,320 |
| 13 | 24 | Canal San Francisco de Pelarco | 0,502 |
| 14 | 24 | Est.Tricahue después C.Sn.Fco.de Pelarco | 0,791 |
| 15 | 24 | Est.Tricahue antes Canal Cabrería | 0,984 |
| 16 | 24 | Canal Cabrería | 0,685 |
| 17 | 24 | Est.Tricahue a.j. c/Est.de Las Chilcas | 0,691 |

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO $m^3/seg$ |
|---|---|---|---|
| 1 | 24 | Est.de Las Chilcas antes C.Maule N.B. | 0,332 |
| 2 | 24 | Canal El Molino | 0,251 |
| 3 | 24 | Est.de Las Chilcas d. C. Molino | 0,313 |
| 4 | 24 | Canal Los Quillayes | 0,021 |
| 5 | 24 | Est. de Las Chilcas d.C. Los Quillayes | 0,414 |
| 6 | 24 | Canal del Bajo | 0,199 |
| 7 | 24 | Est.de Las Chilcas d. C.del Bajo | 0,985 |
| 8 | 24 | Est.de Las Chilcas a.j. c/Est.Tricahue | 1,196 |
| | | ESTERO PANGUE | |
| 1 | 24 | Canal Las Yeguas | 0,163 |
| 6 | 24 | Est.Pangue d.confl.Est.Tricahue c/Est.de Las Chilcas | 1,850 |
| 2 y 3 | 24 | Est.Pangue a.a.desemb.Est.Pelarco(cierre) | 4,906 |
| | 25 | Est.Pangue después Est.Pelarco | 5,320 |
| 4 | 25 | Est.Pangue en j.c/Est.Las Chilcas 1ºbrazo | 1,760 |
| 5 | 25 | Est.Pangue en j.c/Est.Las Chilcas 2ºbrazo | 5,602 |
| | | ESTERO CAMPUSANO | |
| 1 | 23 | Est.Campusano después C.Maule N.B. | 0,369 |
| 2 | 23 | Canal derivado Est. Campusano | 0,425 |
| 4 | 23 | Est.Campusano antes j.c/Est.El Guindo | 0,460 |
| | | ESTERO EL GUINDO | |
| 1 | 23 | Est.El Guindo antes C.Maule N.B. | 0,365 |
| | 23 | Entrega seca sin caudal | |
| 4 | 23 | Canal Santa Blanca | 0,264 |
| 5 | 23 | Est.El Guindo después C.Sta.Blanca | 0,139 |
| 6 | 23 | Est.El Guindo a.j. Est.Campusano | 1,142 |
| | | ESTERO EL ROBLE | |
| 1 | 23 | Est.El Roble en C.Maule Norte Bajo | 0,990 |
| 2 | 23 | Canal Purísima | 1,024 |
| 3 | 23 | Est.El Roble después C.Purísima | seco |
| 4 | 23 | Est.El Roble en Sta.María de Chagres | 0,425 |
| 6 | 23 | Canal Molino | secó |
| | 23 | Est.El Roble después C.Molino | 1,065 |
| 7 | 23 | Est.El Roble a.j. c/Est.Las Chilcas | 1,438 |
| | | ESTERO LAS CHILCAS | |
| 1 | 23 | Est.Las Chilcas d.j.Est.El Guindo c/Est. Campusano | 1,741 |
| 2 | 23 | Canal San Cayetano en B.T. | 0,714 |
| 3 | 23 | Est.Las Chilcas d.C. San Cayetano | 0,057 |
| 4 | 23 | Est.Las Chilcas a.j.c/Est.El Roble | 2,078 |
| 5 | 23 | Est.Las Chilcas d.j. c/Est.El Roble | 4,123 |
| 5 | 24 | Est.Las Chilcas d.j.c/Est.El Roble | 5,121 |
| 6 | 25 | Est.Las Chilcas en j. c/Est.Pangue | 5,691 |

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO $m^3/seg$ |
|---|---|---|---|
| | | ESTERO VILLAHUESO | |
| 1 | 23 | Est.Villahueso antes C.Maule N.B. | seco |
| 2 | 23 | Est.Villahueso después C.Maule N.B. | seco |
| 3 | 23 | Canal Quillayes | 0,002 |
| 4 | 23 | Est.Villahueso después C.Quillayes | seco |
| | 23 | Est.Villahueso antes j.Est.Chagres | 0,0045 |
| | 23 | Canal Chagres | 0,0493 |
| | 23 | Est.Chagres después C.Chagres | 0,218 |
| | | AFOROS VARIOS | |
| | 25 | Río Claro en Camarico | 4,410 |
| | 25 | Río Claro en San Rafael | 4,673 |
| | 25 | Estero Piduco sector Mercedes | 0,327 |
| | 25 | Estero Piduco sector Carretera | 4,491 |
| | 25 | Estero Caiván sector Carretera | 0,837 |

11 al 15 de ABRIL de 1977

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO $m^3/se$ |
|---|---|---|---|
| | | RIO LIRCAY | |
| 1 | 11 | Canal Higueras | 0,17 |
| 2 | 11 | Río Lircay en Pte. Las Rastras | 1,77 |
| 3 | 11 | Canal Molino | 0,06 |
| 4 | 11 | Est.Picazo a.j.c/Río Lircay | 0,59 |
| | 11 | Río Lircay a.j. c/Est.Picazo | 2,01 |
| 5 | 11 | Canal Lircay Providencia | 1,64 |
| 6 | 11 | Canal Santa Rosa | secc |
| 8 | 11 | Canal El Manzano o Santa Rita | 0,01 |
| 12 | 11 | Río Lircay en Fundo La Higuera | 7,31 |
| 10 | 11 | Canal Gomero | secc |
| 9 | 14 | Quebrada de La Zorra; 1er.brazo | 0,10 |
| 9 | 14 | Quebrada de La Zorra; 2º brazo | 0,04 |
| 7 | 14 | Quebrada Matacabritos | 0,76 |
| 13 | 11 | Quebrada Arenas a.j. c/Río Lircay | 1,28 |
| 11 | 11 | Quebrada Honda a.j. c/Río Lircay | 1,93 |
| 14 | 11 | Río Lircay a.a. Carretera; 1er.brazo | 9,02 |
| 14 | 11 | Río Lircay a.a. Carretera; 2º brazo | 2,97 |
| | | ESTERO TRICAHUE | |
| 2 | 12 | Est.Tricahue d.C.Maule Norge Bajo | 0,76 |
| | 12 | Aporte al Est.Tricahue | sec |
| 6 | 12 | Canal Huencuecho | 0,3 |
| 7 | 12 | Est.Tricahue d.Canal Huencuecho | 0,3 |
| 8 | 12 | Est.Tricahue a.Canoa Bruja | 0,3 |
| 9 | 12 | Aporte Canoa Bruja | 0,0 |
| 10 | 12 | Saque Canoa Bruja | 0,0 |
| 11 | 12 | Est.Tricahue a.Canal Quesería | 0,8 |
| 13 | 12 | Canal Quesería | 0,1 |
| 15 | 12 | Est.Tricahue a.Canal Cabrería | 0,3 |
| 16 | 12 | Canal Cabrería | 0,2 |
| 13 | 12 | Canal San Francisco de Pelarco | 0,1 |
| 14 | 12 | Est.Tricahue d.C.Sn.Fco. de Pelarco | 0,2 |
| 17 | 12 | Est.Tricahue a.j. c/Est.Pangue | 0,1 |
| | | ESTERO PELARCO | |
| 1 | 13 | Est.Pelarco a.C.Maule Norte Bajo | sec |
| 2 | 13 | Est.Pelarco d.aporte C.Maule;comp.cerrada | 0,5 |
| 3 | 13 | Est.Pelarco en Pte.Huencuecho | 0,6 |
| 8 | 13 | Canal Pelarco | 0,0 |
| 4 | 13 | Canal Providencia | 0,4 |
| 5 | 13 | Est.Pelarco d.Canal Providencia | 0,3 |
| 6 | 13 | Canal Parroquial | 0,0 |
| 7 | 13 | Canal Población | sec |
| 9 | 13 | Est.Pelarco en Pelarco | 0,3 |
| 10 | 13 | Est.Pelarco en desembocadura | 0,5 |

+ 6 -

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO $m^3/seg$ |
|---|---|---|---|
| | | ESTERO DE LAS CHILCAS | |
| 8 | 12 | Est.de Las Chilcas a.j. Est.Tricahue | 0,933 |
| 1 | 12 | Est.de Las Chilcas antes C.M.N.B. | 0,894 |
| 2 | 12 | Canal El Molino | 0,150 |
| 3 | 12 | Est.de Las Chilcas d. C. El Molino | 0,221 |
| 4 | 12 | Canal Quillayes | 0,000 |
| 5 | 12 | Est.de Las Chilcas d. C. Quillayes | 0,475 |
| 6 | 12 | Canal del Bajo | 0,000 |
| 7 | 12 | Est.de Las Chilcas d.C. del Bajo | 0,504 |
| | | ESTERO PANGUE | |
| 6 | 12 | Est.Pangue d.j.Est.de Las Chilcas y Tricahue | 1,395 |
| | 12 | Est.Pangue d.j.c/Est.Pelarco; cierre | 2,818 |
| | 13 | Est.Pangue d.j.c/Est.Pelarco; apertura | 3,034 |
| 1 | 13 | C.Sn.Andrés,Las Yeguas o Independencia | 0,110 |
| 4 | 13 | Est.Pangue en j.c/Est.Las Chilcas;1er.brazo | 0,632 |
| 5 | 13 | Est.Pangue en j.c/Est.Las Chilcas; 2º brazo | 4,458 |
| | | ESTERO CAMPUSANO | |
| | 13 | Est.Campusano a.C.Maule Norte Bajo | seco |
| 1 | 13 | Est.Campusano d.C.Maule Norte Bajo | 0,635 |
| 2 | 13 | Canal Donoso | 0,661 |
| 3 | 13 | Est.Campusano d.Canal Donoso | seco |
| 4 | 13 | Est.Campusano a.j.c/Est. El Guindo | 0,354 |
| | | ESTERO EL GUINDO | |
| 1 | 13 | Est.El Guindo a.Canal Maule Norte Bajo | 0,619 |
| | 13 | Aporte del C.Maule Norte a Est.El Guindo | seco |
| 4 | 13 | Canal Santa Blanca | 0,484 |
| 5 | 13 | Est.El Guindo d.C.Santa Blanca | 0,213 |
| 6 | 13 | Est.El Guindo a.j. c/Est.Campusano | 1,181 |
| | | ESTERO EL ROBLE | |
| | 12 | Est.El Roble a.a.entrega C.Maule Norte Bajo | 0,651 |
| 2 | 12 | Canal Purísima | 0,684 |
| 3 | 12 | Est.El Roble d.Canal Purísima | seco |
| 4 | 12 | Est.El Roble en Sta.María de Chagres | 0,196 |
| 6 | 12 | Canal Molino | seco |
| | 12 | Est.El Roble d.Canal Molino | 1,311 |
| 7 | 12 | Est.El Roble a.j. c/Est. Las Chilcas | 1,217 |
| | | ESTERO LAS CHILCAS | |
| 1 | 13 | Est.Las Chilcas d.j.Est.El Guindo y Campus. | 1,655 |
| 2 | 13 | Canal San Cayetano o Pelarco Viejo | 0,689 |
| 3 | 13 | Est.Las Chilcas d.C.San Cayetano | 0,923 |
| 4 | 13 | Est.Las Chilcas a.j.c/Est. El Roble | 1,945 |
| 6 | 13 | Est.Las Chilcas en j.c/Est.Pangue | 4,340 |
| 5 | 13 | Est.Las Chilcas d.j.c/Est.El Roble | 3,203 |
| 5 | 14 | Est.Las Chilcas d.j.c/Est.El Roble;apertura | 2,803 |

| Nº AFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO $m^3/seg$ |
|---|---|---|---|
| | | ESTERO VILLAHUESO | |
| 1 | 13 | Est.Villahueso a.C.Maule Norte Bajo | seco |
| 2 | 13 | Est.Villahueso d.C.Maule Norte Bajo | seco |
| 3 | 13 | Canal Quillayes | 0,011 |
| 4 | 13 | Est.Villahueso d.Canal Quillayes | seco |
| 5 | 13 | Est.Villahueso a.j.c/Est.La Empresa | 0,013 |
| 6 | 13 | Canal Chagres | seco |
| 7 | 13 | Est.Chagres d.Canal Chagres | 0,285 |
| | 13 | Est.Chagres a.j. c/Río Claro | 0,465 |
| | | RIO CLARO | |
| | 13 | Río Claro en Camarico | 1,135 |
| | 13 | Río Claro en San Rafael | 4,507 |
| | 15 | Est.Piduco; sector carretera | 3,936 |
| | 15 | Est.Piduco; sector Mercedes | 0,239 |
| | 15 | Est.Caiván; sector carretera | 1,576 |

# ANEXO 2

# GEOLOGIA

# I. ANTECEDENTES DE INTRODUCCION.

## Ubicación y caracterización general alternativas de riego.

La zona que se pretende regar, mediante la construcción y puesta en funcionamiento de alguna de las soluciones básicas contempladas por el estudio para el cual se ha confeccionado el presente informe, corresponde a una especie de rinconada encajada en los cerros de la Cordillera de la Costa de la región de Talca y desarrollada al Norte del tramo del Río Claro comprendido, más o menos, entre dicha ciudad por el Este y la confluencia Claro-Maule por el Oeste; y que es conocida, de acuerdo a la existencia de su interior del pueblo homónimo, con el nombre de Rinconada o Valle de Pencahue.

El Valle de Pencahue representa el área de tierras bajas de la cuenca hidrográfica del Estero Los Puercos cuyo cauce principal, bastante recto y adosado al borde occidental de la zona que se propone regar, tiene unos 38 km de largo entre su cabecera Nororiental y su descarga Suroccidental al Río Maule que se produce muy poco aguas abajo de la confluencia de éste con el Río Claro.

La superficie colectora de precipitaciones del Estero Los Puercos tiene forma muy grosera de rombo y cubre aproximadamente 600 $km^2$. Queda limitada al Norte por cordones de cerros que la separan de cauces integrados al Río Mataquito; al Oeste por macizos montañosos que componen la divisoria hidrográfica con el Río Huenchullami(*); al Este por una línea de cerros divisorios del Río Claro; y, al Sur, por serranías bajas y aterrazadas que igualmente la separan del Claro.

Las divisorias hidrográficas recién mencionadas alcanzan sus mayores alturas en la parte septentrional del borde occidental de la cuenca y allí se ubica la cumbre más alta de todo el sistema que corresponde al Cerro Los Llanillos (837 m.s.n.m.); mientras, las cadenas restantes, se levantan desde los 400 a poco más de 600 m.s.n.m.

(*) El Río Huenchullami define un sistema hidrográfico intercalado entre los ríos Mataquito y Maule, con desembocadura independiente al Océano Pacífico y cuenca de drenaje desarrollada integralmente en la Cordillera de la Costa.

Pese a la pequeña altura relativa de los cordones de cerros que limitan periféricamente la cuenca del Estero Los Puercos, ella es suficiente para que se aprecie un fuerte contraste de relieve respecto de las tierras bajas modeladas y rellenadas por el citado cauce y sus tributarios principales. La situación anterior se refleja muy bien, tal cual lo ilustra el plano a escala 1:100.000 de Lámina I anexa, en el hecho de que la curva de nivel topográfica de los 100 m.s.n.m. penetra casi hasta las cabeceras del Estero Los Puercos y se extiende considerablemente aguas arriba de los cauces tributarios principales.

El Valle de Pencahue dispone de varios caminos que permiten conectarlo con la ciudad de Talca, situada unos 15 km directamente al Este del pueblo de Pencahue, como también recorrer los diversos caseríos y predios agrícolas que se encuentran en la cuenca hidrográfica del Estero Los Puercos. Estos caminos, los principales de los cuales quedan indicados sobre el plano de Lámina 1 anexa, son de tierra y en su mayoría presentan problemas, durante períodos de lluvias intensas, para el tráfico de vehículos livianos; sin embargo el acceso más directo a Pencahue, a través del camino de trazado más o menos Este-Oeste que cruza el puente sobre el Río Claro frente a Talca, es de excelente calidad y traficable todo el año sin dificultades.

Las alternativas de regadío que interesan a los fines del presente informe consultan, esencialmente, aportes de aguas ajenas a la cuenca hidrográfica del Valle de Pencahue y que serían captados de excedentes del sistema Claro-Lircay.

Una de las soluciones, denominada Claro-Litú en lo que sigue, implica captar del mismo cauce del Río Claro, alrededor de la cota de los 200 m.s.n.m., para entregar a un embalse de acumulación que se construiría en el valle del Estero Litú afluente del Estero Los Puercos y cuya cota de coronamiento sería 200 m.s.n.m. o poco menos.

Otra solución, indicada aquí como Lircay-Pencahue, significaría captar en el cauce del Río Lircay cerca de la cota de los 105 m.s.n.m. para entregar a canales de distribución en la Rinconada de Pencahue que seguirían, aproximadamente, la curva topográfica de los 100 m.

Una tercera alternativa, no excluyente de las anteriores, aparece definida por un embalse de acumulación que se construiría en el valle del Estero Tutúcura afluente del Estero Los Puercos y cuya cota de coronamiento sería 100 m.s.n.m. o poco menos. Este embalse, nominado Las Juntas por el sector donde se emplazaría, se recargaría fundamentalmente mediante aportes de la superficie hidrográfica local correspondiente; pero, en primera estimación, no se descarta la posibilidad de que pueda ser recargado mediante una aducción desde el Claro semejante a la de la solución Claro Litú y lo mismo, aunque con menor atractivo, desde el Lircay.

Las diversas alternativas reseñadas quedan señaladas, en cuanto a los trazados preliminares de las aducciones pertinentes y emplazamientos de los embalses Litú y Las Juntas, en el plano de Lámina I anexa.

Importa anotar que la bocatoma sobre el Río Claro no está todavía definida y de manera que el lugar de captación marcado sobre Lámina I, en el sector de Itahue, representa sólo una ubicación tentativa o preliminar.

La indefinición anterior deriva del hecho de que la bocatoma Itahue es muy atractiva para alcanzar, mediante un túnel de más o menos 2 km de largo, el canal de ladera que constituye el mayor recorrido de la aducción destinada a la alimentación del Embalse Litú; mientras, por otra parte, la misma bocatoma quedaría localizada alrededor de los 198 - 200 m.s.n.m. y ello obligaría a disminuir en varios m la cota de coronamiento estimada óptima para el Embalse Litú y que sería justamente 200 m.s.n.m.

En todo caso, cabe agregar que la bocatoma Itahue representaría el sector de más aguas abajo que hace compatible una captación en el Río Claro con una adecuada alimentación del proyectado Embalse Litú; de modo que la bocatoma definitiva se localizará en algún lugar entre Itahue y más aguas arriba del Río Claro.

## Objetivos y alcances del informe.

El presente informe, solicitado a su autor por la Firma de Ingeniería de Proyectos HIDROSOLVE, tiene como propósito principal proporcionar una adecuada caracterización geológica-geotécnica de los terrenos involu-

crados por eventuales obras, a nivel de factibilidad, incorporadas como soluciones básicas en el Estudio de Riego del Valle de Pencahue que desarrolla la citada Firma de Ingeniería.

De acuerdo con lo anterior se ha tratado de definir, en lo que sigue, la situación geológica regional de la zona comprometida por las diversas alternativas de riego contempladas en el Estudio de referencia y particularmente en los sectores correspondientes a las obras de mayor envergadura, cuales son los emplazamientos de los embalses Litú-Las Juntas y tramos de aducciones en túneles, en los que adicionalmente se comentan las condiciones geotécnicas que deberán considerarse durante los trabajos de diseño final y construcción; con inclusión, para estos fines, de sugerencias relativas al programa de prospecciones complementarias que convendría efectuar para una cabal evaluación geotécnica de cada una de las alternativas que se estime especialmente atractiva o merecedora de un proyecto con avanzado estado de desarrollo y previo a una decisión de ponerlo en construcción.

En razón de la gran superficie que cubren en su conjunto las diversas alternativas de riego para el Valle de Pencahue, el actual informe ha debido ser confeccionado con énfasis en la situación geológica regional antes que local o puntual; por otra parte y en función del grado de avance preliminar que tienen a la fecha esas alternativas, dicho informe debe estimarse igualmente preliminar aunque suficiente o apropiado para detectar y evaluar las condiciones geológicas-geotécnicas efectivamente relevantes para el análisis de factibilidad que busca el Estudio encargado a la Firma HIDROSOLVE.

Trabajos anteriones y fuentes de información.

No existen, en la práctica, trabajos geológicos que examinen con detalle la situación geológica regional de la zona investigada para el presente informe; particularmente en conexión con la interpretación de los complejos rellenos de sedimentos cuaternarios indicados sobre el plano de Lámina 1 anexa.

En todo caso han resultado útiles los antecedentes contenidos en los siguientes estudios anteriores:

KARZULOVIC K.J. y CAMPILLO U.R. 1966
Informe Hidrogeológico del Pueblo de Pencahue.
Inédito. Oficina de Saneamiento Rural. Servicio Nacional de Salud.

KARZULOVIC K.J. y TALLONI V.P. 1969
Estudio Geotécnico del Pretil Norte en Proyecto Colbún.
Valle Antiguo del Río Maule.
Inédito. ENDESA.

KARZULOVIC K.J. 1970
Informe Geotécnico preliminar Proyecto de Central Hidroeléctrica Constitución.
Inédito. ENDESA.

MUÑOZ CRISTI J. 1950
Informe Geológico sobre la zona de Embalse Pencahue(*).
Inédito. Dirección de Riego. Ministerio de Obras Públicas.

Las fuentes de informaciones directas, para la confección del presente informe, se asocian principalmente a reconocimientos de la geología de superficie efectuados, personalmente por el autor, durante tres jornadas de visitas al terreno realizadas entre la segunda quincena del mes de abril y la primera semana del mes de junio de 1977. Complementado, lo anterior, con el examen e interpretación de fotografías aéreas a escalas aproximadas 1:66.000 y 1:20.000; las primeras disponibles para toda la región cubierta por el plano de Lámina 1 anexa y las segundas, de mayor detalle, para sectores parciales y principalmente los correspondientes a emplazamientos de los embalses Litú-Las Juntas.

(*) Se refiere a un proyecto de embalse equivalente al actual en el Valle del Estero Litú y también con alimentación por una aducción con bocatoma en el Río Claro.

Además fueron utilizados, con indudables beneficios para le mejor definición de los sedimentos cuaternarios de la región de Talca-Pencahue, registros de sondajes perforados para el reconocimiento y alumbramiento de aguas subterráneas que están disponibles en la documentación de archivos del autor de este informe; en especial de aquellos sondajes señalados en Lámina 1 anexa.

Apoyo cartográfico.

Los planos topográficos básicos corresponde a Hojas a Escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar y de manera que el plano geológico regional, correspondiente a Lámina 1 anexa y a escala 1:100.000, representa una reducción de tales hojas que fue facilitada por HIDROSOLVE.

Aunque están disponibles a este momento planos 1:10.000, restituídos mediante aerofotogrametría y confeccionados para el estudio de HIDROSOLVE, tales planos son parciales y por tal razón, como también por el carácter preliminar del presente informe, no fueron empleados para vaciar en ellos la situación geológica definida a escala 1:50.000; aunque, debido a la particular complejidad del sitio de Embalse Las Juntas, Lámina 3 anexa y relativa a dicho lugar corresponde a una reproducción local de esos planos a escala 1:10.000. Por su parte Lámina 2 anexa, referente a un mayor detalle de la geología del sitio de Embalse Litú, representa una reproducción parcial de la Hoja 1:50.000 pertinente.

## II. ANTECEDENTES GEOMORFOLOGICOS.

Marco geomorfológico y relieve.

En la región investigada pueden identificarse con facilidad las tres unidades fisiográficas fundamentales con las cuales suele describirse, desde el límite fronterizo oriental hacia el mar y según una división tripartita del relieve, gran parte del territorio continental de Chile.

Esas unidades mayores quedan representadas por la Cordillera de los Andes en el Este, la Cordillera de la Costa en el Oeste y una larga cubeta de sedimentación que se intercala entre ambas; constituyendo la denominada muy propiamente Depresión Intermedia aunque a menudo, en forma poco adecuada, se la define como Valle Central o Longitudinal.

Con relación a los objetivos del presente informe, es conveniente exponer la reseña siguiente de las unidades de referencia:

La Cordillera de los Andes se manifiesta claramente a contar de unos 30-35 km al oriente de Talca y desde allí al límite fronterizo, con amplitud de unos 60 km de ancho, se levanta gradual y consistentemente a elevaciones de 2.000 a poco más de 3.000 m.s.n.m.

Los macizos andinos regionales incluyen frecuentes centros volcánicos históricamente activos y en éstos radica, con toda seguridad, el origen primario de la abundante ceniza volcánica que suele reconocerse en parte de los sedimentos cuaternarios de la zona ahora examinada.

Directamente al oriente de la ciudad de Talca, en la vertiente septentrional del curso superior del Río Maule, se localiza un grupo numeroso de volcanes con nutrido prontuario de erupciones modernas y entre los cuales importa mencionar los dos siguientes:

| Volcán | Cota | Grandes erupciones |
|---|---|---|
| Descabezado Grande | 3.830 m.s.n.m.(*) | 1932 |
| Quizapú | 3.050 m.s.n.m. | 1846-1932 |

(*) Representa la cumbre más alta en toda la vasta superficie hidrográfica cubierta por el sistema del Río Maule y que es de casi 21.000 $km^2$.

Interesa señalar que la erupción del año 1932 del Volcán Quizapú, la cual culminó el 10 de abril, fue realmente de categoría mundial y quedó asociada a una nube de gases y piroclásticos finos que se elevó a 10-12 km por encima del cráter emisor. Durante la citada erupción fueron emitidas grandes cantidades de cenizas pumicíticas y fragmentos de piedra pómez cuyo volumen sería equivalente, de acuerdo a estimaciones establecidas por BRUGGEN (1950)(*), a varios kilómetros cúbicos.

La Depresión Intermedia regional logra unos 30-35 km de amplitud junto a la latitud de Talca, se ensancha notoriamente en la medida del avance hacia el Sur y se estrecha en forma también conspicua en dirección al Norte; por otra parte se cierra francamente a la altura de San Fernando, unos 100 km al Noreste de Talca y donde tienden a unirse sin discontinuidades ambas cordilleras, al igual que frente a Valdivia alrededor de 500 km al Suroeste de la ciudad de referencia. De modo que alcanza un desarrollo longitudinal de más o menos 600 km presentando, en tal recorrido, ancho promedio de 40 km con frecuentes ensanchamientos de hasta 60-65 km.

La vasta Depresión Intermedia que se describe, a semejanza de otras que jalonan partes del territorio nacional con orientación próxima a Norte-Sur, se atribuye a fenómenos tectónicos y particularmente al hundimiento de bloques entre fallas geológicas que se ubicarían cerca de los bordes oriental de la Cordillera de la Costa y occidental de la Cordillera de los Andes; de manera que compondría una especie de graben o fosa tectónica intercalado entre ambas cadenas montañosas.

En la zona del presente informe, el borde occidental de la Depresión Intermedia queda muy claramente señalado por un escarpe acentuadamente rectilíneo, de rumbo Noreste-Suroeste, el cual puede seguirse en forma prácticamente continua desde Talca hasta San Fernando para los sectores donde aparecen cordones rocosos propios de la Cordillera de la Costa regional; esto por cuanto, en los lugares donde se localizan sedimentos cuaternarios, tal escarpe se encuentra cubierto por esos sedimentos y no tiene expresión morfológica.

(*) BRUGGEN J. 1950
Fundamentos de la Geología de Chile.
Editorial del Instituto Geográfico Militar.

Es muy probable, de acuerdo a lo recién expuesto, que el borde occidental de la Depresión Intermedia regional o lo que es lo mismo la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa contigua a Talca, corresponde a una zona de fallamiento de gran envergadura la cual se ha marcado, tentativamente y según diversas observaciones efectuadas específicamente para el actual informe, sobre el plano de Lámina 1 anexa. Esta falla, de dirección Norte 20 a 30° Este e inclinación probablemente cercana a la vertical, no habría tenido actividad durante el transcurso del Cuaternario según lo documentan el hecho de no manifestarse en las partes en que está cubierta por los sedimentos de tal período; más todavía, en opinión del autor y principalmente en base de recientes informes geotécnicos confeccionados para ENDESA(*), es posible que haya alcanzado su último activamiento en el Terciario Medio (Mioceno) cuando habría terminado de configurarse plenamente la Depresión Intermedia de la región de Talca.

Interesa destacar que la Depresión Intermedia, en la zona cubierta por la superficie hidrográfica del Río Maule y el cual pasa unos 14 km directamente al Sur de Talca, presenta un relieve suave con descarga general de las aguas superficiales hacia la confluencia Maule-Claro y de manera tal que el mismo sector de la ciudad de Talca compone un área de tierras bajas; con elevación de 75 m en el límite urbano occidental cercano al Río Claro y de aproximadamente 100 m.s.n.m. en el límite urbano oriental mientras, la confluencia Claro-Maule situada alrededor de 20 km al Oeste-Suroeste de Talca, ocupa más o menos la cota de los 30 m.s.n.m.

(*) KARZULOVIC K.J. y HAUSER Y.A. 5/1977
Informe Geotécnico del Trazado del Túnel de Aducción del Proyecto Colbún.
Inédito. ENDESA.
KARZULOVIC K.J. 5/1977
Comentarios muestras de rocas ígneas de Colbún datadas radiométricamente.
Inédito. ENDESA.

Los terrenos de la Depresión Intermedia se levantan gradualmente hacia el Este y alcanzan muy poco más de 300 m junto al borde oriental de ella o límite occidental de la Cordillera de los Andes; también se elevan en dirección al Noreste desde Talca y logran alturas algo superiores a los 250 m.s.n.m. entre las localidades de Itahue y Molina; pero no superan normalmente, al poniente del Río Claro, los 200 m.s.n.m.

Regionalmente se reconocen repetidos niveles de terrazas francas y éstos han sido cortados por la acción fluvial del Cuaternario Reciente de modo que configuran, ahora, las tierras interfluviales que emergen varias decenas de m por encima del fondo de los cauces modernos.

Cabe agregar que de vez en cuando aparecen, al interior de la Depresión Intermedia, pequeños macizos de rocas fundamentales rodeados como cerros islas por el relleno de sedimentos cuaternarios y tales cuales los indicados poco al oriente de Talca en Lámina 1 anexa.

La Cordillera de la Costa regional es baja, frecuentemente con características de serranías montañosas suaves, con escasas cumbres por encima de los 650 m.s.n.m. y ninguna elevación superior a los 850 m. Tiende a deprimirse lentamente en la medida del avance hacia el Océano Pacífico, obtiene la mayor elevación promedio cerca de su límite oriental o entre la Rinconada de Pencahue y Talca, alcanza una amplitud de aproximadamente 70 km desde Talca hasta el Océano Pacífico y queda profundamente disectada por el valle del Río Maule.

Red de drenaje.

Con relación a los objetivos del presente informe, conviene destacar la reseña que se expone a continuación respecto de los cauces de aguas superficiales en la zona examinada:

Río Maule.

Hasta enfrentar la ciudad de Talca, lo cual ocurre unos 14 km directamente al Sur de aquella, reúne una superficie hidrográfica de aproximadamente 6.000 km$^2$ que es fundamentalmente andina y le permite drenar la gran mayoría de los centros volcánicos activos de la Cordillera de los Andes regional.

Al interior de la Depresión Intermedia ocupa un valle amplio, de 1,5 a 3 km de ancho, el cual presenta cubiertas de sedimentos gruesos recientes y queda limitado por costados bastante abarrancados, especialmente por el lado meridional o izquierdo, de 5 a 20 m de altura.
Existen suficientes antecedentes geomorfológicos para establecer que durante el transcurso del Cuaternario, el Río Maule se ha desplazado gradualmente desde un valle antecesor situado al Norte de Talca hasta el actual ubicado varios km al Sur. El valle antiguo, en la zona que interesa, habría estado limitado en su borde Norte por la ribera derecha o septentrional del actual valle del Lircay y esta situación explicaría el gran desarrollo relativo de los depósitos cuaternarios recientes del Lircay que se muestran sobre Lámina I anexa.

Río Claro.

Entre Talca y unos 3,5 km aguas arriba de Bocatoma Itahue ofrece un cauce con recorrido acentuadamente Noreste-Suroeste y que estaría controlado, en partes, por fracturas y fallas de similar orientación y tal cual la Falla Río Claro que se indica tentativamente en Lámina 1 anexa.
Más aguas arriba tuerce bruscamente al Oeste y toma un rumbo Sureste-Noroeste que mantiene, en general, hasta sus orígenes en faldeos de 2.000 a 3.000 m.s.n.m. que se encuentran en los flancos occidentales del Volcán Descabezado Grande (3.830 m.s.n.m.).
Al interior de la Depresión Intermedia ocupa un valle comparativamente estrecho y conspicuamente limitado por costados muy empinados, de 10 a 25 m de altura, los cuales son especialmente contínuos entre el Río Lircay y alrededor de 5 km río arriba de Itahue.
Hasta enfrentar la ciudad de Talca totalizaría una superficie hidrográfica de más o menos 2.200 $km^2$ e incluyendo,aproximadamente, 1.000 $km^2$ aportados por el Lircay.
En todo su recorrido manifiesta, al piso del valle correspondiente, cubiertas granulares gruesas compuestas de gravas bastante bien redondeadas, bien lavadas y de excelente calidad las cuales en sectores están mezcladas con abundante arena.

Río Lircay.

Confluye al anterior poco al Norte de Talca, tal cual lo ilustra Lámina 1 anexa, y ocupa un valle comparativamente ancho cuyo piso también muestra sedimentos granulares gruesos de buena calidad aunque con mayor contenido de arenas y finos limosos.
En todo su recorrido al interior de la Depresión Intermedia está emplazado en parte de lo que fue un antecesor cuaternario, desplazado al Norte, del actual Río Maule. Tiene sus cabeceras alrededor de los 2.200 m.s.n.m. y distante de los centros volcánicos activos del grupo del Descabezado-Quizapú.

Estero Los Puercos.

Reúne las aguas colectadas por la cuenca de drenaje en la cual está inserta la Rinconada de Pencahue y que es de aproximadamente 600 $km^2$ según fue ya señalado en pg. 1 del presente informe donde, además, se indicaron las características principales de los cordones de cerros que limitan periféricamente dicha cuenca.
El Estero Los Puercos ocupa un cauce habitualmente estrecho aunque puede extenderse, con ocasión de crecidas grandes, a un ancho de 250 a 350 m. El valle correspondiente tiene albardones o costados más bien bajos y está tipificado esencialmente por cubiertas de arenas sueltas, limpias y permeables.
Según se aprecia sobre Lámina 1 anexa, el valle del Estero Los Puercos es notoriamente rectilíneo y sigue una dirección casi paralela a la del Río Claro entre Itahue-Talca.
Los tributarios principales del cauce que se describe se desarrollan en el costado o vertiente oriental de la Rinconada de Pencahue y ellos están definidos, desde el Norte al Sur, por el Estero Litú, el Estero Tutucura, y el Estero Cuculén. Todos con cubiertas especialmente arenosas en sus cursos inferiores y cubiertas delgadas, en los cursos superiores, de mezclas diversas de gravas, piedras y algunos bloques con abundantes finos areno-limo-arcillosos.

Es muy conveniente agregar que todos los cauces hasta aquí reseñados muestran, en la región de este informe, pendientes de escurrimiento muy pequeñas y en el rango de 0,1 a 0,3%; con excepción, eso sí, de los cursos superiores del Estero Los Puercos y de sus tributarios principales que ofrecen tramos con gradientes de 2 a 3%.

Interesa recalcar lo anterior por cuanto tales pendientes reducidas se habrían manifestado repetidamente en el transcurso del Cuaternario y en ese período, probablemente, se habrían desarrollado largos lapsos con velocidades de escurrimiento extraordinariamente bajas, bastante menores que las actuales y tanto que fueron propias de un ambiente semilacustre; situación documentada, por lo demás, con frecuentes intercalaciones de estratos de granulometría fina en los registros de muchos de los numerosos sondajes perforados para la captación de aguas subterráneas en la zona investigada.

## III. ANTECEDENTES DE GEOLOGIA APLICADA.

### Rocas fundamentales.

Tal como está indicado sobre el plano a escala 1:100.000 de Lámina 1 anexa, la región correspondiente a las alternativas de riego contempladas a la fecha en el Estudio que efectúa HIDROSOLVE, muestra esencialmente rocas estratificadas volcánicas que pueden atribuirse al Cretácico Superior-Terciario Medio y las cuales aparecen, en sectores bastante localizados, intruídas por apófisis de rocas ígneas de naturaleza granítica a granodiorítica.

Las rocas estratificadas predominantes se aprecian claramente con alineamientos Norte-Sur a Norte 20° Este y que definirían el rumbo de todo el paquete volcánico en el área cubierta por la Lámina 1; sin embargo no ha sido posible definir inclinaciones o manteos en forma confiable ya que las rocas predominantes, principalmente lavas brechosas a fluidales, brechas y tobas, ocurren corrientemente en forma masiva o bien se presentan intensamente fracturadas y de manera que no es fácil lograr mediciones seguras de la inclinación de la estratificación; más todavía, suelen reconocerse repetidos lugares con fuerte alteración hidrotermal e incluso, aparentemente, dislocaciones del tipo de plegamientos suaves pero según ejes axiales de larga corrida que contribuyen, adicionalmente, a la imposibilidad de conseguir datos de buzamiento preferente de las capas.

Según antecedentes de gran detalle existentes para rocas similares de la zona del Proyecto de Embalse Colbún de ENDESA, particularmente contenidos en los informes citados anteriormente en el presente texto, es probable que el conjunto volcánico de Pencahue-Talca sea efectivamente del Terciario y presumiblemente Mioceno a Eoceno; esto es con rango de edad de 20 a 40 millones de años y con elevada posibilidad de que algunas coladas de lavas o cuerpos hipabisales andesíticos de apariencia fresca, densos y de alta capacidad resistente, tales como los reconocidos en el camino Talca-Pencahue y cerca de la ubicación de La Virgen de Talca, representen la última expresión de la actividad volcánica local que se habría producido unos 20 millones de años atrás.

Las volcanitas que se describen están representadas preferentemente por riolitas o dacitas marcadamente fluidales, corrientemente de colores violáceos a rojizos, las cuales generalmente se aprecian algo metamorfoseadas y bastante silicificadas. Este tipo de rocas predomina netamente en el sector comprometido por el proyecto de Embalse Las Juntas y tal cual ocurre allí, corrientemente están recorridas por repetidos y estrechamente espaciados sistemas de fracturamiento; por otra parte, ofrecen alternaciones muy irregulares de rocas muy intensamente alteradas hidrotermalmente con otras en que se reconoce fácilmente la naturaleza fluidal del material original. En todo caso cabe indicar que usualmente a pocos m de hondura y con excepción de zonas de fallamiento que pueden tener de 1 a 5 m de espesor, el conjunto de estas rocas tiende a ser masivo, duro y de alta capacidad soportante; aún en sectores blanqueados por una notoria alteración o descomposición a materiales de tipo caolín.

Las riolitas o dacitas fluidales aparecen en muchos lugares con una pseudoestratificación señalada por planos muy estechamente repetidos, a casi laminados, de rumbo general Norte 10 a 30° Este e inclinación de 75 a 85° al Este y a semejanza de lo marcado en la vertiente meridional del valle del Estero Litú, aguas abajo del Embalse homónimo, sobre Lámina 1 de referencia. Los planos mencionados, los cuales podrían suponerse tentativamente como planos de esquistosidad originados por metamorfismo, motivan que la roca tienda a partirse con bastante facilidad en placas delgadas y por esta única razón gran parte de las riolitas a dacitas predominantes no son adecuadas para eventuales fuentes de suministro de materiales de enrocados.

Las otras rocas que prevalecen, en la formación volcánica terciaria de Pencahue-Talca, están indicadas por brechas y tobas andesíticas a dacíticas de colores grises rojizos a verdosos; generalmente con fuerte fracturamiento y gran quebrantamiento en superficie si bien, en hondura, aparecerían masivas, densas e impermeables. Ellas se encuentran con gran distribución a lo largo del valle del Estero Tutucura y se intercalan también entre las riolitas o dacitas fluidales del sector del futuro Embalse Las Juntas, particularmente en el apoyo Norte o derecho donde serían predominantes. Las brechas se componen de clastos muy diversos de fragmentos de rocas esencialmente volcánicas, corrientemente de sólo algunos centímetros de diámetro, englobadas en una matriz tobífera ceni-

cienta poco resistente y en forma que este tipo de rocas tampoco constituye una fuente conveniente para materiales de enrocados. Las tobas, de mucho menor calidad geotécnica pero con inferior distribución areal, son normalmente rojizas.

Además aparecen, en forma más restringida, lavas brechosas grises oscuras y lavas afaníticas a filones o cuerpos hipabisales también oscuros. Todas estas rocas son de naturaleza andesítica, en partes están metamorfoseadas y bastante silicificadas, se presentan a menudo muy duras cuando no están afectadas por fallamiento y componen, potencialmente, recursos adecuados para la explotación de canteras destinadas a necesidades de eventuales enrocados para los embalses en proyecto; especialmente en el sector que se marca, entre posibles ubicaciones de canteras para enrocados, cerca del lugar de La Virgen de Talca en Lámina 1 anexa.

Tal como fue expuesto anteriormente, el paquete volcánico terciario está instruído por pequeños macizos de rocas ígneas de naturaleza granítica a granodiorítica que aparecen señalados sobre el plano de Lámina 1.

Los intrusivos deben estimarse también terciarios pero posteriores a las volcanitas más antiguas recién descritas.

En el valle del Estero Litú afloran junto al emplazamiento del futuro embalse de igual nombre y allí están representadas por microgranitos y aplitas graníticas; ambos tipos con abundante contenido de ortoclasa y coloración rosácea. Están muy bien expuestas en el lecho del estero y lo mismo hasta unos 20-30 m por encima de éste quedando, a cotas más altas, disimuladas por delgadas cubiertas de escombreras y una densa vegetación de matorrales.

En el sector de Litú son densas, macizas, francamente impermeables y componen un excelente sitio para el emplazamiento de un embalse tal como el proyectado; aunque poco aguas arriba y abajo del eje del eventual muro, los costados del valle del Litú y especialmente el septentrional o Norte, manifiestan claras señales de haber estado sometidos a fenómenos de remoción en masa que han producido abundante material de escombreras sueltas.

Las mismas rocas graníticas de la zona del Litú, proporcionan, potencialmente, emplazamientos muy atractivos para canteras destinadas a enrocados y como las indicadas sobre Lámina 1 anexa.

Junto al puente sobre el Río Claro, en el camino desde Talca a Pencahue, aflora un macizo de rocas intrusivas graníticas a granodioríticas de grano medio a grueso y de coloración gris clara verdosa, el cual se aprecia notablemente amaicillado y con intensa descomposición esferoidal; de modo que deja la impresión de un acopio de bolones y bloques, perfectamente redondeados, envueltos por abundante arena tipo maicillo; sin atractivo como fuente para materiales de enrocados.

Poco aguas arriba de la confluencia de los ríos Lircay-Claro, según lo marcado en Lámina 1 de referencia general, se localiza un pequeño cerrillo isla junto al costado izquierdo u oriental del Claro que sería de naturaleza ígnea intrusiva; lo mismo que un macizo más extenso que se indica en el costado occidental del río y donde, en principio, podría resultar conveniente un examen geológico de mayor detalle para decidir su potencial utilidad como fuente de enrocados.

Cabe agregar que también se reconocen, al interior de la Depresión Intermedia y en la región cubierta por Lámina 1, otros cerrillos islas graníticos y como el Cerro San Luis poco al oriente de la ciudad de Talca.

Sedimentos y suelos.

Los sedimentos de la región investigada están definidos fundamentalmente por depósitos cuaternarios, con diferente grado de compactación o consolidación, los cuales representan variados orígenes y ciclos de acumulación. En consecuencia, parece conveniente exponer previamente algunos antecedentes de registros de sondajes perforados para la captación de aguas subterráneas y que contribuyen a una mejor interpretación del complejo cuaternario de Talca-Pencahue.

Los sondajes de referencia quedan ubicados en Lámina 1 y ellos, de Norte a Sur, tienen las características relevantes expuestas en lo que sigue:

Sondaje S-1

| | |
|---|---|
| Ubicación | Piso del valle del Río Claro junto a Bocatoma Itahue. |
| Cota terreno | 198 m.s.n.m. aproximada. |
| Constructor | CELZAC N° 1.457 |
| Propietario | Dirección de Obras Sanitarias |
| Fecha Construcción | 3/1977 |
| Profundidad | 40,00 m |

Perfil geológico resumido según registro CELZAC:

| | |
|---|---|
| 0,00 - 1,00 m.- | Tierra vegetal, bolones chicos. |
| - 5,00 m.- | Bolones, ripio, arena. |
| - 12,00 m.- | Arena, arcilla, poco ripio, algunos bolones. |
| - 16,00 m.- | Arena, poca arcilla. |
| - 18,00 m.- | ARCILLA PLASTICA CREMA. |
| - 40,00 m.- | Arena gruesa a fina y gravilla. |

Datos prueba de gasto:

| | |
|---|---|
| Fecha prueba | 13/3/1977 |
| Nivel Estático | Surgente. A más o menos 0,50 m sobre superficie entrega alrededor de 0,5 lt/s. |
| Acuíferos habilitados | Desde 18,00 a 40,00 m. |
| Caudal aforado | 46,00 lt/s. |
| Nivel Deprimido | 16,00 m. |
| Depresión | 16,50 m. |

Sondaje S-2

| | |
|---|---|
| Ubicación | Terraza en Alto Panguilemo |
| Cota terreno | 124 m.s.n.m. aproximada |
| Constructor | CELZAC N° 1.038. |
| Propietario | Oficina de Saneamiento Rural. |
| Fecha Construcción | 7/1969. |
| Profundidad | 65,00 m. |

Perfil geológico resumido según registro CELZAC:

| | | |
|---|---|---|
| 0,00 | - 15,00 m. | Tosca. |
| | - 21,00 m. | Bolones, grava, arena, arcilla. |
| | - 45,50 m. | Tosca, arcilla, bolones. |
| | - 63,00 m. | Arena gruesa, gravilla. |
| | - 65,00 m. | Tosca. |

Datos prueba de gasto:

| | |
|---|---|
| Fecha prueba | 7/7/1969. |
| Nivel Estático | 19,20 m. |
| Acuíferos habilitados | Desde 31,60 a 64,00 m |
| Caudal aforado | 20,00 lt/s. |
| Nivel Deprimido | 48,30 m. |
| Depresión | 29,10 m. |
| Tipo acuífero | Confinado. |

Sondaje S-3

| | |
|---|---|
| Ubicación | Terraza ribereña baja del Río Claro. |
| Cota terreno | 70 m.s.n.m. aproximada. |
| Constructor | SAAVEDRA y COBO N° 773. |
| Propietario | Dirección de Obras Sanitarias. |
| Fecha Construcción | 4/1966. |
| Profundidad | 32,00 m. |

Perfil geológico resumido según registro SAAVEDRA Y COBO:

| | | |
|---|---|---|
| 0,00 | - 1,00 m. | Tierra vegetal. |
| | - 10,50 m. | Bolones, ripio y arena. |
| | - 17,50 m. | LIMO ARCILLOSO. |
| | - 29,00 m. | Bolones, ripio y arena. |
| | - 32,00 m. | Arena, ripio, bolones y arcilla. |

Datos prueba de gasto:

| | |
|---|---|
| Fecha prueba | 25/4/1977. |
| Nivel Estático | Surgente. 20 lt/s a 0,00 m. |
| Acuíferos habilitados | Desde 20,00 a 31,00 m. |
| Caudal aforado | 70,00 lt/s. |
| Nivel Deprimido | 17,00 m. |
| Depresión | 22,00 m. |

Sondaje S-4

| | |
|---|---|
| Ubicación | Sector Cerro San Luis |
| Cota terreno | 115 m.s.n.m. aproximada. |
| Constructor | CORNELIO SAAVEDRA H. N° 623. |
| Propietario | Dirección de Obras Sanitarias. |
| Fecha Construcción | 11/1963. |
| Profundidad | 71,40 m. |

Perfil geológico resumido según registro CORNELIO SAAVEDRA H.:

| | |
|---|---|
| 0,00 - 1,00 m.- | Tierra vegetal. |
| - 19,00 m.- | Arena fina con limo y arcilla. |
| - 45,00 m.- | Arena, grava, bolones, arcilla. |
| - 47,00 m.- | Ripio y arena. |
| - 62,50 m.- | ARCILLA DURA CON BOLONES. |
| - 65,50 m.- | Ripio y arena. |
| - 71,40 m.- | ROCA DESCOMPUESTA. |

Datos de prueba de gasto:

| | |
|---|---|
| Fecha prueba | 11/11/1963. |
| Nivel Estático | 10,90 m. |
| Acuíferos habilitados | Desde 20,00 a 22,50 m. |
| | 28,00 a 37,00 m. |
| | 45,00 a 47,00 m. |
| Caudal aforado | 34,00 lt/s. |
| Nivel Deprimido | 39,50 m. |
| Depresión | 28,60 m. |
| Tipo de acuífero | Escurrimiento libre a ligeramente confinado. |

Sondaje S-5

| | |
|---|---|
| Ubicación | Fábrica Papeles y Cartones Talca. |
| Cota terreno | 80 m.s.n.m. aproximada. |
| Constructor | CORFO N° 310. |
| Propietario | Fábrica Papeles y Cartones. |
| Fecha Construcción | 5/1959. |
| Profundidad | 55,50 m. |

Perfil geológico resumido según registro CORFO:

| | | |
|---|---|---|
| 0,00 | - 4,80 m. | Antepozo. Sin datos. |
| | - 17,80 m. | Conglomerado ripio, arcilla, arena. |
| | - 24,00 m. | Arena, ripio y arcilla. |
| | - 32,00 m. | Conglomerado arcilloso con ripio. |
| | - 37,00 m. | ARCILLA PURA. |
| | - 47,30 m. | Arena, poca arcilla. Acuífero. |
| | - 55,50 m. | Conglomerado arcilloso con ripio. |

Datos prueba de gasto:

| | |
|---|---|
| Fecha prueba | 15/5/1959. |
| Nivel Estático | 4,85 m. |
| Acuíferos habilitados | Desde 37,00 a 47,30 m. |
| Caudal aforado | 25,00 lt/s. |
| Nivel Deprimido | 35,00 m. |
| Depresión | 30,15 m. |
| Tipo de acuífero | Confinado? |

Sondaje S-6

| | |
|---|---|
| Ubicación | Pueblo Estación Colín. |
| Cota terreno | 65 m.s.n.m. aproximada. |
| Constructor | CELZAC N° 775. |
| Propietario | Oficina de Saneamiento Rural. |
| Fecha Construcción | 12/1966. |
| Profundidad | 25,00 m. |

Perfil Geológico resumido según registro CELZAC:

| | | |
|---|---|---|
| 0,00 | - 1,00 m. | Tierra vegetal. |
| | - 12,00 m. | Arcilla, arena. |
| | - 25,00 m. | Grava, gravilla, arena fina. |

Datos prueba de gasto:

| | |
|---|---|
| Fecha prueba | 15/12/1966. |
| Nivel Estático | 3,81 m. |
| Acuíferos habilitados | Desde 12,80 a 24,50 m. |
| Caudal aforado | 10,00 lt/s. |
| Nivel Deprimido | 4,45 m. |
| Depresión | 0,64 m. |
| Tipo de acuífero | Escurrimiento libre. |

Sondaje S-7

| | |
|---|---|
| Ubicación | Estero Los Puercos. Puente frente a Pencahue. |
| Cota terreno | 60 m.s.n.m. aproximada. |
| Constructor | CELZAC N° 771. |
| Propietario | Oficina Saneamiento Rural. |
| Fecha Construcción | 11/1966. |
| Profundidad | 40,70 m. |

Perfil geológico resumido según registro CELZAC:

| | |
|---|---|
| 0,00 - 9,00 m. | Arcilla arenosa. |
| - 14,00 m. | Arena gruesa, gravilla. |
| - 19,00 m. | Arcilla con poca arena. |
| - 23,50 m. | Arena, gravilla, poca arcilla. |
| - 36,00 m. | Arena gruesa, poca arcilla. |
| - 40,70 m. | Arcilla, poca arena. |

Datos prueba de gasto:

| | |
|---|---|
| Fecha prueba | 23/11/1966. |
| Nivel Estático | 2,00 m. |
| Acuíferos habilitados | Desde 9,00 a 14,50 m.<br>19,40 a 36,20 m. |
| Caudal aforado | 7,00 lt/s. |
| Nivel Deprimido | 31,00 m. |
| Depresión | 29,00 m. |
| Tipo de acuífero | Escurrimiento libre. |

De acuerdo con los reconocimientos de terreno efectuados para el presente informe, los sondajes de referencia reseñados anteriormente y los datos obtenidos con un estudio de gran detalle en lo relativo al valle antiguo del Río Maule(*), los sedimentos cuaternarios de la región que interesa corresponderían de arriba-abajo a los indicados a continuación y que están sectorizados en Lámina 1 anexa:

Unidades Cuaternarias.

Postglacial a Reciente.

QR Relleno fluvial asociado a los cauces principales actuales. Gravas, arenas y limos sueltos y permeables.

QR-1 Relleno fluvial asociado a cauces menores actuales y escombros de faldeos de cerros. En partes podrían incluir restos de sedimentos cuaternarios antiguos.

Preglacial a Pleistoceno.

QA-1 Relleno glaciofluvial suelto a medianamente compactado, asociado a valle antiguo del Río Maule, con intercalaciones de estratos granulares finos de la misma unidad QA-1 y en partes con remanentes en superficie de materiales cuaternarios mucho más compactos y más antiguos o propios de Unidad QA-2.

QA-2 Relleno glaciolacustre con gran contenido de cenizas volcánicas pumicíticas (ácidas) y notoriamente compactado a cuasi areniscas de tipo cancagua. En partes con intercalaciones de limolitas o arcillolitas francamente lacustres y en otros casos con lentes delgados de ripios glaciofluviales; pero todo el conjunto con notoria consolidación, alta capacidad de soporte y favorable para mantener cortes de 15 a 25 m de altura prácticamente verticales.

(*) KARZULOVIC K. J. y TALLONI V. P. (1969, op cit).

QA-3 Relleno glaciofluvial y glaciolacustre muy compactado. De naturaleza esencialmente lacustre, con limolitas y arcillolitas duras entre el pueblo de Pencahue y Estero Los Puercos. Con ripios conglomerádicos, en partes descompuestos, cerca de los bordes septentrional y meridional del Río Claro frente a Pencahue.

En lo que resulta particularmente relevante para los objetivos del actual informe, pueden precisarse los siguientes hechos importantes relativos a las unidades cuaternarias recién bosquejadas:

Unidad QR.

Con excepción del valle del Río Maule, el cual no es significativo para el presente informe, los rellenos recientes son delgados y no superiores a 15-20 m de espesor en los valles de los ríos Claro-Lircay y del Estero Los Puercos; mientras, en los tributarios principales del citado estero son todavía menores y en muchos tramos aparece la roca fundamental a la vista.

El relleno reciente QR del Claro es muy limpio, suelto, lavado, caracterizado especialmente por gravas bien redondeadas que componen un excelente material para agregados gruesos de hormigones, lastre o relleno grueso de caminos y rellenos a base de materiales permeables. El relleno reciente del Lircay, por su parte, tiene mayor contenido de arenas y finos y resulta menos conveniente como fuente de agregados gruesos de buena calidad.

El relleno reciente del Estero Los Puercos posibilita, especialmente aguas abajo del Estero Tutucura, fuentes muy convenientes para la obtención de arenas limpias destinadas a materiales de agregados finos de hormigones; lo mismo ocurriría en el curso inferior de los estero Cuculén y Tutucura, pero tanto aquí como en el cauce del Estero Los Puercos sería necesario lavar las arenas para eliminar fracciones finas limo arcillosas que pueden resultar localmente abundantes.

En el emplazamiento del muro del proyectado Embalse Litú no hay prácticamente relleno reciente y la roca fundamental granítica aparece a la vista. Pero aguas arriba del muro de referencia y con muy superior desa-

rrollo hacia aguas abajo, en los sectores QR indicados sobre Lámina 1 a escala 1:100.000 y Lámina 2 a escala 1:50.000, se reconocen sedimentos cuaternarios con potencia de 4 a 8 m máximo desde la superficie y que consisten de acumulaciones de gravas y gravillas subredondeadas envueltas en abundante matriz fina de arena, limo y arcillas; estos depósitos, especialmente en los niveles aterrazados que siguen valle abajo del eventual muro, serían apropiados para la obtención de materiales destinados a núcleos impermeables de muros de presas y también de muros de tierra homogéneos. Particularmente en los primeros 2,50 m desde la superficie y supuesto que los sedimentos extraídos, sin necesidad de tratamientos de selección por cribado, se coloquen en capas sucesivas de 0,40 a 0,60 m de espesor bien regadas y mejor compactadas.

En el emplazamiento del muro del proyectado Embalse Las Juntas el relleno reciente QR es muy irregular y está mayormente representado por grandes bloques, los cuales pueden a veces corresponder a rocas en sitio, desprendidos desde los costados abarrancados que limitan el valle del Tutucura en esta parte. Aguas arriba y abajo del citado futuro muro, el Tutucura presenta relleno reciente muy delgado y especialmente arenoso hacia aguas abajo, el cual no constituye una fuente adecuada para eventuales necesidades de rellenos impermeables.

El relleno reciente QR del valle del Estero Los Puercos, especialmente en el sector de ubicación del Sondaje S-7 marcado sobre Lámina 1 anexa, presenta a veces materiales finos limo arcillosos de 5 a 10 m de espesor desde la superficie y que podrían, en primera estimación, cubrir necesidades de materiales para núcleos impermeables. Posibilidad, la anterior, a ser definida mediante parte de las labores de prospección adicionales que se sugieren más adelante.

Unidad QR-1.

Resultan importante, en conexión con el actual informe, sólo en el sector del canal de ladera correspondiente a la aducción de alternativa de riego con bocatoma Lircay. Allí consisten especialmente de escombros de faldeos de cerros y remanentes de materiales componentes de la Unidad QA-1; en un conjunto bastante suelto, permeable, con tendencia a presentar fenómenos de remoción en masa cuando son cortados con taludes más o

menos empinados. Donde sean cruzados por el canal de ladera de referencia exigirán que éste sea revestido en su perímetro mojado y en algunos tramos en toda la sección e incluso cubierto. Por otra parte, no constituyen fuentes atractivas para la obtención de materiales de agregados o de rellenos.

Unidad QA-1.

No tiene relevancia para los objetivos del actual informe.

Unidad QA-2.

Está tipificada principalmente por alternaciones, en bancos bien estratificados y disposición prácticamente horizontal, de cuasi areniscas tipo cancagua, areniscas limolíticas a limolitas, y lutitas; con ocasionales lentes irregulares y delgados de gravas volcánicas bien redondeadas e insertas en una matriz de arenisca a limolitas.

Todo el conjunto se aprecia compacto, coherente y muy bien trabado, capaz de mantener taludes verticales en cortes de 10 a 25 m de altura que son corrientes en los barrancos que limitan los costados del valle del Río Claro.

Las diversas alternaciones tienen abundante contenido de cenizas volcánicas pumicíticas, semejantes a las emitidas durante la gran erupción del Quizapú del año 1932 anteriormente citada, de modo que probablemente la cementación o compactación deriva en gran medida del carácter puzolánico y tendencia al fraguado bajo la acción del agua de tales cenizas.

Donde se indican sobre Lámina 1 anexa, por lo menos al oriente del Río Claro, se extienden desde la superficie hasta unos 10-15 m por debajo de la cota correspondiente al piso de los valles de los cauces actuales; mientras, al poniente del Claro, se extenderían en general hasta el contacto con el basamento de rocas fundamentales que puede encontrarse a profundidades notablemente variadas.

Hasta la cota señalada por el piso de los valles actuales, principalmente el Claro, estarían normalmente secos o con sólo aguas subterráneas de escaso monto y correspondientes a infiltraciones locales desde la superficie que originan napas colgadas lenticulares las cuales, si son drenadas por galería o túneles, rendirían más bien infiltraciones tipo goteo o caudales de unos pocos $m^3$/día. Por debajo de la cota del piso del valle del Claro y principalmente a contar de unos 10 a 15 m bajo dicho piso, quedan reemplazados por sedimentos granulares gruesos y de origen presumiblemente glaciofluvial, los cuales contienen acuíferos efectivamente productores y a menudo surgentes tal cual lo documenta, entre otros, el sondaje S-1 marcado sobre Lámina 1 anexa y anteriormente reseñado.

Por su grado de consolidación y trabazón pueden ser cortados sin problemas de sobreexcavación en túneles o galerías y también sin dificultades por presencia de agua hasta, por lo menos, la cota correspondiente al piso del valle del Río Claro junto al sector de la eventual galería o túnel.

Unidad QA-3.

Consiste de materiales muy compactos y poco permeables, los cuales son granulares gruesos en las inmediaciones del Río Claro y especialmente finos, de ambiente lacustre neto, en las vecindades del pueblo de Pencahue.

Es muy importante destacar que en el lugar señalado como RAc sobre Lámina 1 anexa y al costado Norte del camino de Pencahue al puente del Estero Los Puercos, se localiza un corte de unos 4 m de altura que muestra alternaciones de limolitas, arcillolitas, y limolitas arenosas; muy compactas, en bancos prácticamente horizontales. Las limolitas y arcillolitas representan a lo menos 2 m del corte de referencia y ellas serían adecuadas, de acuerdo a experiencias preliminares del autor del presente informe, como fuentes de suministro para la construcción de núcleos impermeables de muros de embalses e igualmente para inyecciones de lechadas de impermeabilización o grouting.

Cabe indicar, sin embargo, que los materiales mencionados exigirían ser molidos por vía húmeda para los fines de su utilización como rellenos de núcleos impermeables o de carga de lechada tipo grouting. Pero, también importa indicar que serían de fácil extracción, en trozos menudos, a través de buldozers o escarificadores.

En lo concerniente ahora a los suelos de la región investigada, puede establecerse que ellos son en general delgados y normalmente nunca superiores a 1 m de espesor.

Están relativamente bien desarrollados en los depósitos de unidades QA-1 y QA-2, son muy irregulares y corrientemente no mayores que 0,40 m en los materiales de Unidad Qa-3, y están ausentes en las acumulaciones QR aunque pueden alcanzar localmente, en las superficies de los depósitos QR-1, potencia de 0,20 a 0,80 m. También se encuentran, de vez en cuando, como cubiertas de hasta 1 m de potencia en los sectores con rocas fundamentales y particularmente sobre los macizos de rocas ígneas de naturaleza granítica.

Consisten habitualmente de materiales limosos a limo arcillosos, muy oxidados y de coloración rojiza por efecto de un alto contenido de óxidos de hierro.

Tectónica.

La zona de Talca-Pencahue se aprecia fuertemente fracturada y con frecuentes fallas que se detectan, en el mismo terreno, de acuerdo a la presencia de mazacotes arcillizados en espesores de pocos mm hasta tanto como 5 m.

También se reconocen, a través del examen de fotografías aéreas, alineamientos muy sugestivos de larga corrida y que sugieren fallas de extensión regional que son, en su mayoría, de inclinación empinada a vertical.

Las fracturas que corresponderían probablemente a verdaderas fallas y que tendrían importancia respecto de este informe, quedan marcadas sobre Láminas 1-2-3 anexas y en cuanto a ellas importa establecer los siguientes hechos significativos:

1.- No se reconocen, en las diferentes unidades cuaternarias sectorizadas en Lámina 1, dislocaciones o rasgos geomorfológicos que puedan ser atribuídos al activamiento de fallas geológicas. De manera que puede estimarse tectónicamente estable, durante el Cuaternario, la región de Talca-Pencahue; más todavía, es posible que el último ciclo de activamiento de fallas se haya producido en el Mioceno o unos 20 millones de años atrás.

2.- Lo anterior no excluye que las zonas de fallamiento correspondan a sectores de rocas de mala calidad geotécnica y que pueden implicar algunos problemas en la construcción de túneles de aducciones, emplazamientos de muros de embalses y obras asociadas a éstos que se desarrollen en rocas.

3.- El sector elegido para la ubicación del muro del Embalse Litú no presentaría, justamente en dicho sector, fallas que disminuyan la buena calidad geotécnica del lugar para los fines de construcción del proyecto correspondiente. En todo caso sería conveniente, aquí, efectuar las labores de prospección adicionales que más adelante se sugieren.

4.- El sector elegido para la ubicación del muro del Embalse Las Juntas, estimado en una minuta de avance del autor como más favorable que el sitio del Litú, tiene potencialmente zonas de fallamiento en la misma situación del futuro muro y resultará imprescindible, para caracterizar su factibilidad geotécnica en forma confiable, efectuar las labores prospectivas adicionales que se recomiendan en este texto.

5.- Los tramos de aducciones con túneles en rocas encontrarán, con toda seguridad, repetidas zonas de fallamiento de hasta unos 5 m de espesor y que se intercalarán entre rocas de buena calidad; pero, tales tramos de mala calidad geotécnica podrán ser excavados sin grandes problemas debido a la nula o escasa existencia de aguas subterráneas que puede estimarse en función de los trazados pertinentes y cotas a las cuales avanzarán los túneles proyectados.

Sismicidad.

Las obras que finalmente se construyan para el regadío del Valle de Pencahue deben diseñarse acordes con un riesgo elevado de que deban sufrir, durante su vida útil, vibraciones sísmicas muy violentas y semejantes a las inducidas por los terremotos de Talca del 1° de diciembre de 1928 y de Chillán del 24 de enero de 1939.

El terremoto del año 1928 fue el más catastrófico experimentado por la ciudad de Talca desde la fecha de su fundación, en el año 1692, al presente y el redujo a ruinas las ciudades de Talca y Constitución; causando, además, daños menores desde Valparaíso a Concepción.

El sismo de referencia, estimado con magntiud 8,4 en la Escala Richter, habría tenido foco submarino frente a Putú e inducido una intensidad probablemente 9 en los terrenos de menor calidad de la zona estudiada (QR y QR-1) en la Escala Mercalli modificada de 12 grados.

El terremoto de Chillán del año 1939 habría alcanzado magnitud 8,3 en la Escala Richter, correspondería a un foco continental presumiblemente con profundidad no mayor que 40 km y no muy alejado de la ciudad de Chillán, y posiblemente registró intensidad 7 a 8 en los terrenos de menor calidad (QR - QR-1) de la zona examinada.

Aguas Subterráneas.

En la región de Talca-Pencahue, la zona saturada con aguas subterráneas se localiza por debajo del nivel de aguas de los cauces superficiales actuales en el sector que se considere y de manera que, por encima de dichos cauces, cabe esperar solamente acuíferos colgados y localizados de muy reducido caudal.

De acuerdo con lo anterior, no deben temerse problemas de excavaciones, asociados a infiltraciones de aguas subterráneas, en los túneles de aducción de las alternativas Claro-Litú y Lircay, como tampoco en los tramos de aducciones en canal; por lo menos si se mantienen los trazados fijados preliminarmente y que rápidamente, a partir de las respectivas bocatomas, se levantan por encima del nivel de aguas de los cauces superficiales efectivamente significativos.

En el emplazamiento de los Embalses Litú y Las Juntas aparecen, prácticamente en la superficie de la ubicación del muro de Litú y posiblemente a no más de 15 m de hondura en la situación del muro Las Juntas, rocas suficientemente impermeables como para que no resulten relevantes eventuales pérdidas de agua de los citados embalses a través de fracturas en rocas; más todavía, si los muros correspondientes contemplan inyecciones de impermeabilización desde las superficie de apoyo hasta unos 20 m de hondura verticales.

El potencial de recursos de aguas subterráneas en el Valle de Pencahue, para una supuesta utilización como refuerzo del riego en proyecto, está radicado casi exclusivamente en el relleno reciente QR del cauce del Estero Los Puercos y particularmente aguas abajo de la confluencia de aquel con el Estero Tutucura. En primera estimación, dicho potencial podría estar en el rango de 150 a 200 lt/s permanentes que tendrían que explotarse mediante galerías o zanjones de drenaje para captar, entre 10 a 20 m bajo la superficie del estero; donde se localizarían los acuíferos de mejor rendimiento y realmente renovables mediante la recarga por infiltración de precipitaciones del año.

En la misma zona de Pencahue, los materiales de Unidad QA-3 y de rocas fundamentales permitirían únicamente, mediante pozos tipo noria de gran diámetro y profundidad de 10 a 30 m, la obtención de unos pocos $m^3$/día.

## IV. DISCUSION GEOTECNICA.

### IV.1 Aducción Río Claro-Embalse Litú.

Si la bocatoma se localiza en el sector de Itahue no se presentarán problemas significativos para la construcción del túnel de más o menos 2 km de largo que, según el trazado señalado en Lámina 1 anexa, permitiría alcanzar el canal de ladera que sigue a continuación. Dicho túnel quedará localizado en materiales cuaternarios de Unidad QA-2 compactos y prácticamente secos hasta la cota de piso del mismo túnel; pero deberá presupuestarse revestimiento posterior de concreto en todo el perímetro mojado y también revestimiento, presumiblemente con hormigón proyectado, en la media sección superior o porción no mojada por el escurrimiento normalizado de aguas al interior del túnel.

En todo caso será recomendable que el trazado del túnel de referencia sea prospectado, supuesto se tome la decisión efectiva de construirlo, con sondajes de reconocimiento hasta 5 m bajo la cota de piso y ubicados cada 500 m uno de otro; en los lugares que eventualmente servirían como piques de acceso para disminuir las longitudes que serán excavadas con cada frente de trabajo. Estos sondajes serían perforados con máquina de percusión y podrían ser reemplazados, con evidentes ventajas para el reconocimiento directo, por piques que posteriormente serían de acceso y tendrían que revestirse en toda su altura por razones de seguridad del personal en faena.

El canal de ladera que sigue a continuación del túnel recién comentado, no provocará problemas de excavación pero tendrá largos tramos en que deberá revestirse, probablemente con hormigonado contra terreno, para prevenir filtraciones del agua conducida.

En este caso sería conveniente, supuesto se tome la decisión de construirlo, señalizar el trazado definitivo con estacas cada 50 m y proceder a un reconocimiento detallado de la geología de superficie según esos puntos de control.

El túnel de entrega al Embalse Litú, de aproximadamente 2 km de recorrido, no presentará problemas relevantes de excavación y no mostrará filtraciones de aguas subterráneas realmente molestas. Exigirá, probablemente, unos 200 m con fortificación y ello particularmente en los portales de entrada. Convendrá, supuesta la decisión de construirlo, estacarlo con puntos de control cada 100 m para confeccionar, mediante un examen detallado de la superficie, un perfil geológico geotécnico más confiable.

IV.2 Embalse Litú.

Puede estimarse aceptable la condición geotécnica del sitio elegido para el emplazamiento del muro, pero cabe recalcar que no es conveniente modificar el citado emplazamiento debido a que muy poco aguas arriba y abajo se encuentran condiciones dudosas a deficientes.

El sitio elegido es muy favorable para la construcción de un muro de tierra homogéneo o uno de enrocados. El muro de tierra homogéneo tendría disponibilidad de materiales apropiados en el relleno QR que aparece aguas abajo del eje y para comprobar tal situación es recomendable presupuestar calicatas de reconocimiento de 3 a 6 m de hondura que totalizarían 120 a 150 m lineales de excavación. Para el muro de enrocados estarían potencialmente disponibles, para la apertura de las canteras correspondientes, los sectores Renr. indicados sobre Lámina 1 anexa que deberían reconocerse, en forma adicional, mediante la extracción de unos 100 $m^3$ de rocas en cada caso.

La eventual necesidad de finos impermeables podría ser cubierta con los depósitos señalados como RAc en Lámina 1 anexa y tales depósitos serían reconocidos, adicionalmente, con las calicatas ya sugeridas en el valle del Litú y con unos 50 m lineales de calicatas para las otras dos posibilidades de recursos RAc que incluye el plano de referncia.

El emplazamiento del muro debería prospectarse, en una primera etapa avanzada, con zanjas que permitan despejar la cubierta vegetacional y las cubiertas de escombreras a lo largo del eje y también según secciones normales a dicho eje. Tales zanjas serían seguidas de sondajes destinados a definir la calidad de las rocas en hondura, hasta unos 25 m

bajo la superficie, perforados todos con pruebas de admisión de agua en la medida del avance de cada perforación; con presupuesto de un total de 200 m perforados.

IV.3 Embalse Las Juntas.

Dispondría, para la cobertura de necesidades de materiales de enrocados y de finos impermeables, de los mismos sectores establecidos para el caso del proyecto Litú.

Tiene rocas muy alteradas y falladas en la misma ubicación del muro, la cual por lo demás es la más conveniente, de manera que requeriría una intensa labor de prospección adicional en caso que se considere seriamente la posibilidad de construirlo.

Dicha labor de prospección implicaría, secuencialmente, el programa siguiente:

a.- Zanjas similares a las sugeridas para el proyecto Litú.
b.- Perfiles sísmicos por el eje, paralelos a éste y también normales; uno de estos últimos especialmente por el piso del valle del Estero Tutucura.
c.- Sondajes de hasta 40 m de hondura con total de 250 m lineales.

IV.4 Aducción Lircay-Pencahue.

El tramo en canal desde bocatoma hasta el comienzo del sifón para cruzar el Río Claro no ofrecería problemas de excavación pero exigiría revestimiento de concreto: completo hasta cruzar totalmente el sector de sedimentos QR y a continuación del perímetro mojado al pasar por los materiales de Unidad QA-2.

El sifón no plantearía problemas supuesto que corresponda a una tubería metálica.

El canal de ladera podría originar, durante la faena de excavación, pequeños fenómenos molestos de remoción en masa. Convendrá reconocerlo con un estacado a semejanza de lo sugerido para el canal de ladera de aducción Río Claro-Embalse Litú. Deberá presupuestarse, en principio, revestido en toda su longitud a sección completa y en partes con cubiertas de protección.

El tramo de aducción en túnel será semejante al de entrega al Embalse Litú y son válidos los comentarios y recomendaciones indicadas para aquel.

## *CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES*

### *Conclusiones*

*1.- La región de Talca-Pencahue, en la cual se ubican una serie de alternativas para el regadío del Valle de Pencahue actualmente en estudio al nivel de factibilidad, queda caracterizada geológicamente por la ocurrencia de rocas fundamentales volcánicas, probablemente del Terciario Medio a Inferior, estratificadas y con rumbo general Norte-Sur a Norte 20º Este, las cuales aparecen localmente intruídas por pequeños apófisis de rocas ígneas graníticas a granodioríticas.*

*Además contiene, en las áreas de tierras bajas, rellenos de sedimentos cuaternarios de variados orígenes y muy diverso grado de compactación y consolidación.*

*2.- Las rocas volcánicas, las que son claramente predominantes, están en partes afectadas de una fuerte alteración hidrotermal y algo metamorfoseadas. Consisten preferentemente de riolitas a dacitas con marcada textura fluidal, al igual que de brechas y tobas andesíticas a dacíticas; en forma más restringida se localizan lavas brechosas, lavas afaníticas a filones o cuerpos hipobisales que son en general de color gris oscuro y naturaleza andesítica constituyendo, localmente y en los sectores señalados sobre Lámina 1 anexa, las rocas volcánicas más adecuadas para la apertura de eventuales canteras destinadas al suministro de materiales de enrocados de muros de embalses.*

*También resultarían adecuadas, como fuentes de suministro de materiales de enrocados, rocas aplíticas graníticas que afloran al fondo del valle del Estero Litú, en el sitio elegido para el emplazamiento de un eventual embalse.*

*3.- Las rocas volcánicas y graníticas a granodioríticas están recorridas por repetidos sistemas de fracturamiento y con frecuencia por fallas que suelen mostrar hasta 5 m de espesor de mazacote arcillizado. Sin embargo, esas fallas habrían estado inactivas en todo el transcurso del Cuaternario y posiblemente desde el Mioceno al presente; esto es, desde más o menos unos 20 millones de años atrás.*

*4.- El relleno reciente (QR) del valle del Río Claro resulta especialmente conveniente para la obtención de materiales granulares gruesos destinados a cubrir necesidades de agregados gruesos para hormigones; mientras el valle del Estero Los Puercos, especialmente aguas abajo de su confluencia con el Estero Tutucura, constituye una atractiva fuente de suministro de arenas para agregados finos.*

*El relleno QR señalado aguas abajo del proyecto Embalse Litú, sobre el valle homónimo, podría proporcionar materiales aceptables para la construcción de un muro de embalse de tierra homogéneo. Por otra parte se han detectado lugares, cuales los marcados RAc sobre Lámina 1 anexa, los cuales potencialmente cubrirían las necesidades para la construcción de núcleos impermeables en los proyectos de embalses Litú y Las Juntas; como asimismo, en el caso del sector RAc ubicado sobre la unidad cuaternaria QA-3 frente al pueblo de Pencahue, para el suministro de arcillas requeridas por inyecciones de lechadas de impermeabilización o grouting.*

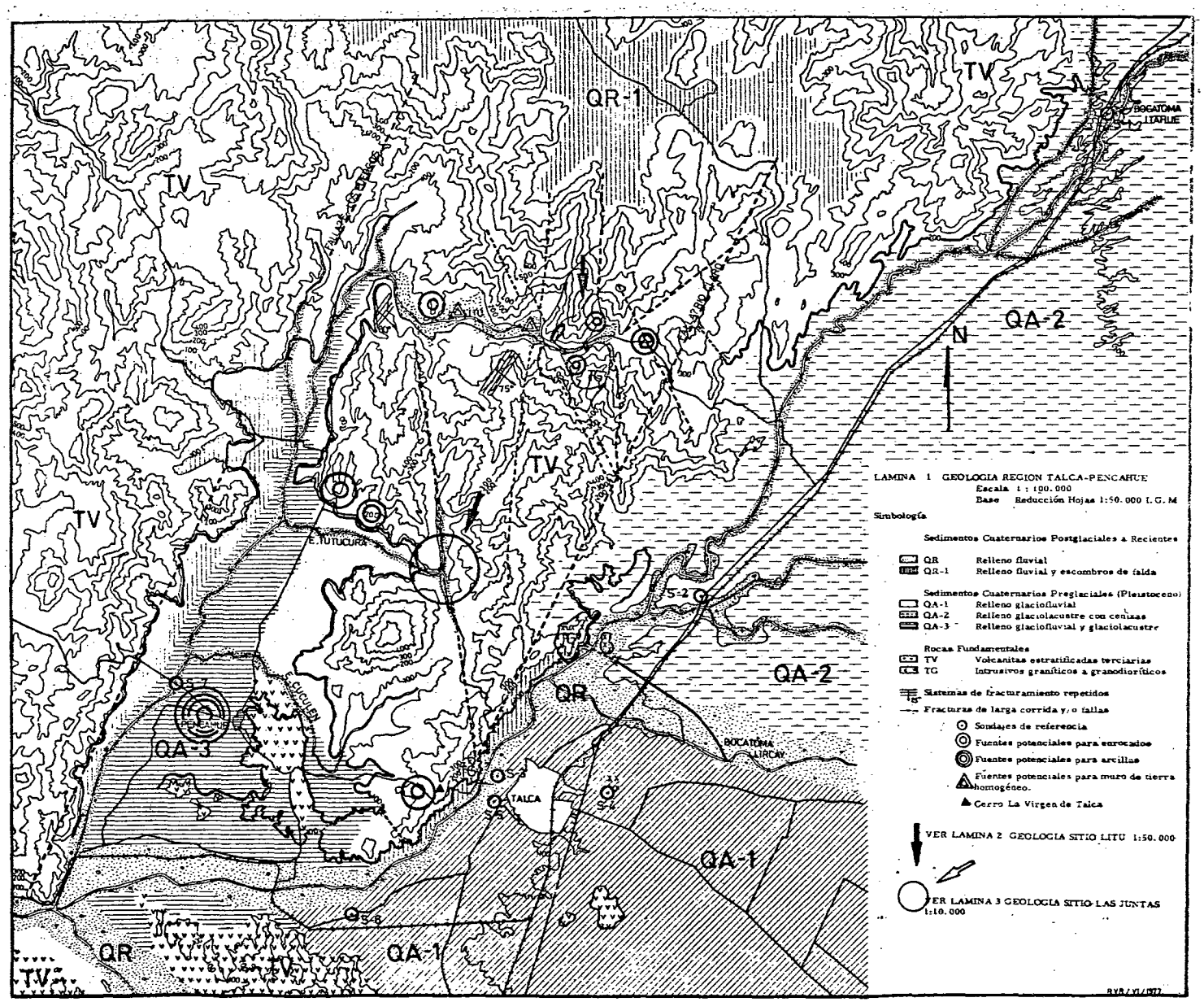
*5.- La condición geotécnica del emplazamiento del Embalse Litú se estima muy favorable para la construcción de un muro de enrocados o de tierra homogéneo. El sitio elegido para el Embalse Las Juntas, el más conveniente en todo el valle del Estero Tutucura, se estima dudoso y con necesidad de prospecciones adicionales para definir la real envergadura de zonas de fallamiento y de rocas muy alteradas que aparecen en la misma angostura destinada al futuro muro.*

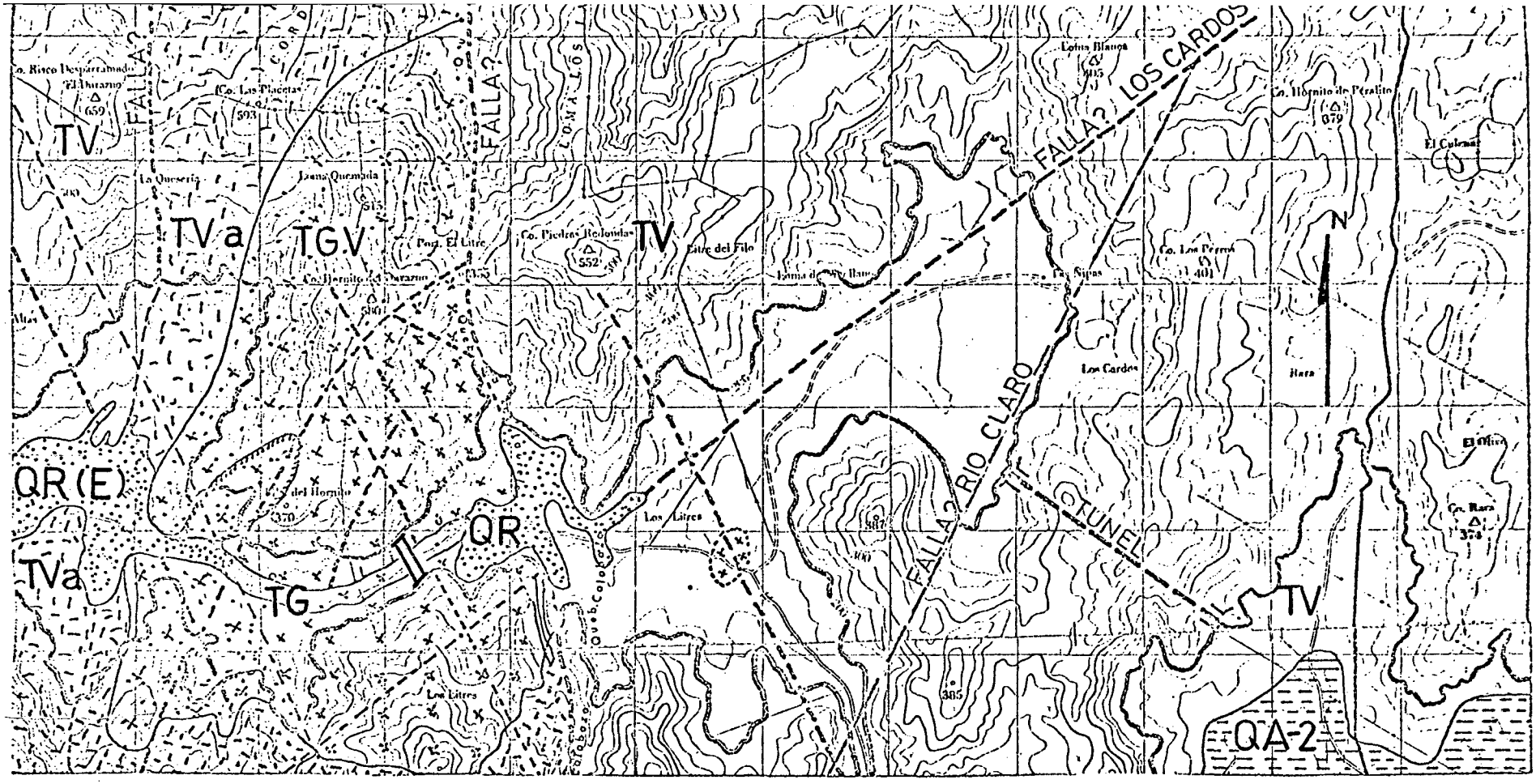
*6.- Los trazados elegidos a este momento para las dos alternativas de aducciones alimentadoras, una con bocatoma en el Río Claro y la otra en el Río Lircay, son factibles en cuanto a la situación geológica-geotécnica de los terrenos que cruzarán y no se producirán problemas relevantes durante las faenas de construcción de las mismas. Los tramos de túneles en rocas de tales aducciones requerirán fortificación para alrededor del 10°/o de la longitud total, particularmente en los portales, sin que se produzcan dificultades por infiltraciones de aguas subterráneas las cuales serán de escaso monto. El túnel contemplado en principio a contar de la bocatoma Itahue sobre el Río Claro, el cual cruzará sedimentos cuaternarios de Unidad QA-2, será excavado en materiales compactos, consolidados y prácticamente secos, equivalentes a una cuasi arenisca tipo cancagua.*

*Recomendaciones.*

*a.- Considerar sin dificultades especiales, en cuanto a la condición geológica-geotécnica de los terrenos involucrados, el conjunto de obras que exigiría la construcción y puesta en funcionamiento de cualquiera de las alternativas que se investigan para el riego del Valle de Pencahue. Estimar, sin embargo, dudosa la calidad de los terrenos en el emplazamiento del Embalse Las Juntas y ello en tanto no se aclare mediante prospecciones adicionales, la real envergadura de zonas de fallamiento y de rocas muy alteradas que se aprecian en dicho lugar.*

*b.- Considerar razonable y de bajo costo relativo el programa de prospecciones adicionales que se sugiere, en el texto del presente informe, a objeto de definir rápidamente los principales problemas geotécnicos en cada una de las obras que se decida someter a estudios más avanzados que los de una etapa meramente de factibilidad.*

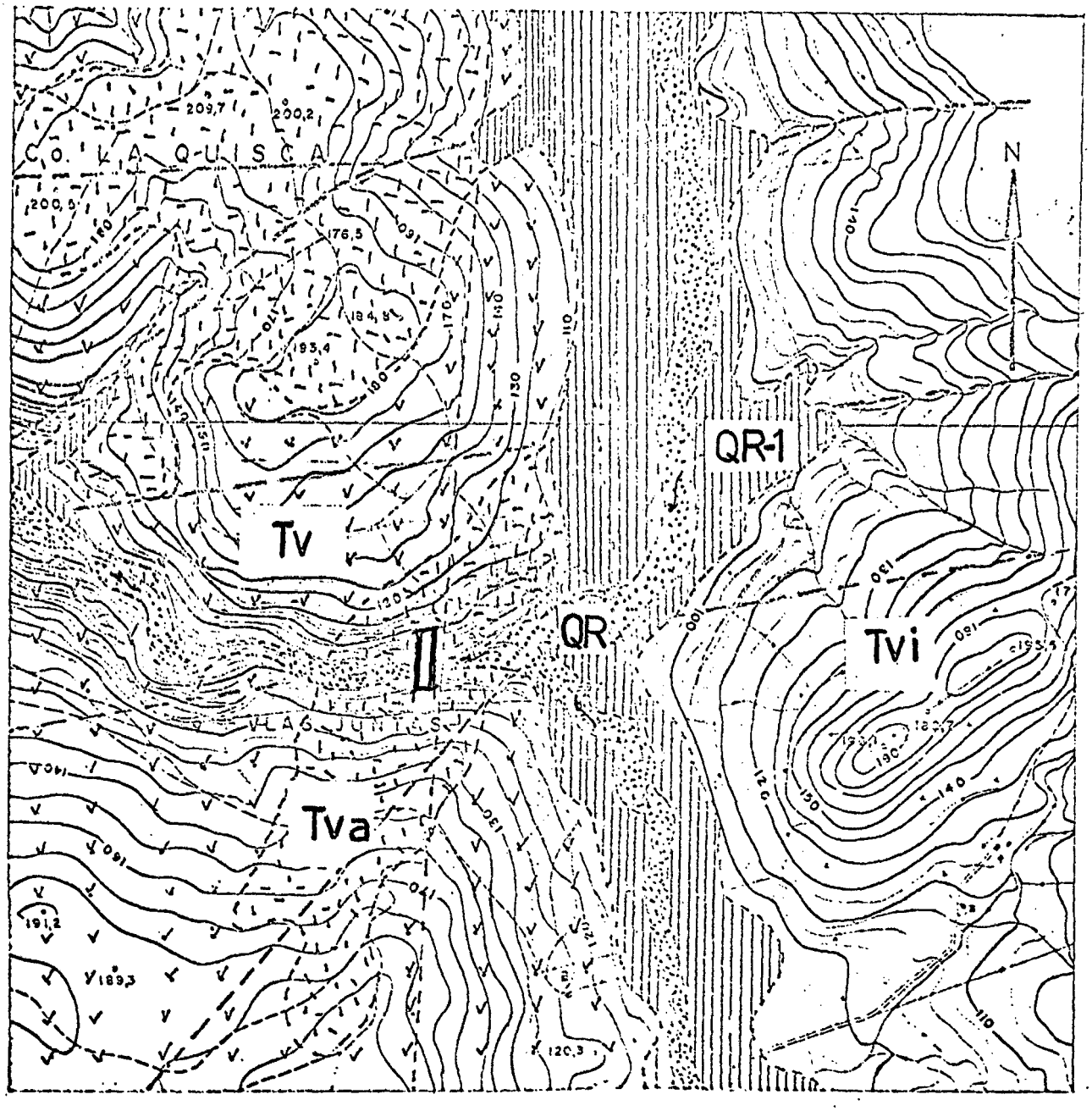

TV
QR-1
QA-2
QA-3
QA-1
QR
N
BOCATOMA LITAFUE
E. TUTUCURA
E. QUICULEN
BOCATOMA LIRCAY
TALCA
S-1
S-2
S-3
S-4
S-5
S-6
S-7
LAMINA 1 GEOLOGIA REGION TALCA-PENCAHUE
Escala 1 : 100.000
Base Reducción Hojas 1:50.000 I.G.M
Simbología
Sedimentos Cuaternarios Postglaciales a Recientes
QR Relleno fluvial
QR-1 Relleno fluvial y escombros de falda
Sedimentos Cuaternarios Preglaciales (Pleistoceno)
QA-1 Relleno glaciofluvial
QA-2 Relleno glaciolacustre con cenizas
QA-3 Relleno glaciofluvial y glaciolacustre
Rocas Fundamentales
TV Volcanitas estratificadas terciarias
TG Intrusivos graníticos a granodioríticos
Sistemas de fracturamiento repetidos
Fracturas de larga corrida y/o fallas
Sondajes de referencia
Fuentes potenciales para enrocados
Fuentes potenciales para arcillas
Fuentes potenciales para muro de tierra homogéneo.
Cerro La Virgen de Talca
VER LAMINA 2 GEOLOGIA SITIO LITU 1:50.000
VER LAMINA 3 GEOLOGIA SITIO LAS JUNTAS 1:10.000
RVR / VI / 1977




LAMINA 2 GEOLOGIA SITIO PROYECTO DE EMBALSE LITU 1:50.000
BASE TOPOGRAFICA: HOJAS 1:50.000 INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR

SIMBOLOGIA

| | |
|---|---|
| Muro Embalse | |
| QR | Sedimentos Cuaternario Reciente |
| QR (E) | Fuente potencial materiales para muro de tierra homogéneo |
| QA-2 | Sedimentos Cuaternario Antiguo. Alto contenido cenizas volcánicas |
| TG | Rocas Intrusivas. Aplitas graníticas. Fuente potencial para enrocados. |
| TGV | Rocas de mezcla. Aplitas y volcanitas con alteración hidrotermal |
| TV | Volcanitas estratificadas terciarias |
| TV a | Volcanitas terciarias con intensa alteración hidrotermal |
| ---------- | Fracturas de larga corrida y/o Fallas |




LAMINA 3 GEOLOGIA SITIO PROYECTO LAS JUNTAS

BASE TOPOGRAFICA : RESTITUCION 1: 10.000

SIMBOLOGIA

| | | |
|---|---|---|
| | Muro Embalse Las Juntas | |
| QR | Sedimentos Cuaternario Reciente. | |
| QR-1 | Escombros de falda y Rocas descompuestas | |
| TV | Volcanitas estratificadas terciarias | |
| TV a | Volcanitas terciarias con intensa alteración. | |
| TV i | Volcanitas terciarias indiferenciadas | |
| | Fracturas de larga corrida y/o Fallas | |

# ANEXO 3

# CLIMATOLOGIA

# CLIMATOLOGIA

El valle de Pencahue está situado en una zona de clima mediterráneo caracterizado por inviernos lluviosos con temperaturas moderadamente frías y veranos secos sin calores intensos.

Se analizarán los siguientes factores climatológicos:

a) pluviosidad;
b) temperaturas medias mensuales, medias máximas mensuales y medias mínimas mensuales;
c) humedad relativa media, humedad relativa mínima y humedad relativa máxima;
d) evaporación mensual, media diaria y anual;
e) radiación solar media y radiación solar extraterrestre;
f) dirección e intensidad de los vientos;
g) nubosidad.

El primero de los factores enumerados, la pluviosidad, ha sido analizado en forma detallada en el estudio hidrológico de tal modo que en este capítulo solamente se entregarán los resultados generales obtenidos.

A continuación se hará un análisis de cada una de las estaciones de observaciones climatológicas que han sido consideradas y se agregará la información que proporciona cada una de ellas.

1. Estación Gualleco.

Es una estación pluviométrica que depende de la Dirección General de Aguas. Fue instalada en 1961 y corresponde a la Estación 1 de la Hoya Hidrográfica 123 (*). No fue utilizada para los estudios hidrológicos generales.

2. Estación El Guindo.

Es una estación pluviométrica que depende de la Dirección General de Aguas. Fue instalada en 1964 y corresponde a la Estación 1 de la Hoya Hidrográfica 311. No ha sido utilizada para los estudios hidrológicos generales.

3. Estación Constitución.

Es una estación meteorológica que depende de la Oficina Meteorológica y tiene registros a partir de 1918. Corresponde a la Estación 68 de la Hoya Hidrográfica 311. Está provista de un pluviógrafo inscriptor y fue utilizada en varios capítulos del estudio hidrológico. La estadística de las precipitaciones medias mensuales se incluye en el cuadro I.9.

4. Estación Curepto.

Es una estación pluviométrica que depende de la Oficina Meteorológica de Chile. Fue instalada en 1944 y le faltan los registros de los años 1955, 1956, 1957 y 1958; corresponde a la Estación 20 de la Hoya Hidrográfica 310. La estadística de las precipitaciones medias mensuales fue utilizada en algunas fases del estudio hidrológico y aparece en

(*) La identificación corresponde a la que se utiliza en el estudio "Pluviometría de Chile" de la Corporación de Fomento de la Producción. En igual forma se procederá con las otras estaciones.

el Cuadro I.2.

5. Estación Linares.

Es una estación pluviométrica instalada en 1910 que depende de la Dirección de Obras Sanitarias; corresponde a la Estación 40 de la Hoya Hidrográfica 311. La estadística de las precipitaciones medias mensuales fue utilizada en algunas fases del estudio hidrológico y aparece en el Cuadro I.4. a partir de 1942.

6. Estación Curicó.

Es una estación meteorológica que depende de la Oficina Meteorológica de Chile. Fue instalada en 1883 aun cuando las observaciones meteorológicas son posteriores. Corresponde a la Estación 20 de la Hoya Hidrográfica 310. A continuación se hace un análisis separado de los distintos tipos de información que proporciona.

6.1. Pluviometría.

El registro estadístico comienza en 1883 y ha sido utilizado en algunas fases del estudio hidrológico. Las precipitaciones medias mensuales, a partir de 1942, aparecen en el Cuadro I.1.

6.2. Evaporación.

El registro de evaporación mensual disponible abarca entre 1966 y 1976 con algunas interrupciones. El registro original aparece en el Cuadro I.

## CUADRO N° 1

## EVAPORACION MENSUAL (mms)

Estación: CURICO
Latitud : 34° 58' S Longitud: 71° 14' W Altura: 225 mts

| Fecha | Ene | Feb | Mar | Abr | Mayo | Jun |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1966 | 234,8 | 177,6 | | 75,6 | | |
| 1967 | 203,8 | 161,9 | | | 61,4 | |
| 1968 | 233,3 | 203,4 | 141,2 | 70,3 | 32,6 | 28,0 |
| 1969 | 275,8 | 222,9 | 167,7 | 76,3 | 33,8 | 58,9 |
| 1970 | 256,0 | 202,8 | 150,6 | 101,3 | 56,0 | 45,4 |
| 1971 | 245,2 | 204,9 | 145,9 | 97,1 | 50,9 | 30,0 |
| 1972 | 224,0 | 181,7 | 121,8 | 47,0 | 24,8 | 5,0 |
| 1973 | 251,3 | 173,5 | 125,1 | 62,1 | 14,0 | 9,0 |
| 1974 | 224,5 | 165,0 | 121,0 | 82,1 | 25,2 | 14,9 |
| 1975 | 208,9 | 170,1 | 139,4 | 80,0 | 46,7 | 110,4 |
| 1976 | 215,2 | 200,5 | 144,5 | 127,9 | 116,1 | 65,5 |
| años obs. | 11 | 11 | 9 | 10 | 10 | 9 |
| prom. anual | 233,9 | 187,7 | 139,7 | 82,0 | 46,2 | 40,8 |
| prom. diario | 7,5 | 6,6 | 4,5 | 2,7 | 1,5 | 1,4 |

| Fecha | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1966 | 65,2 | | | 88,4 | | | |
| 1967 | 34,3 | 54,0 | 60,9 | 106,1 | 138,2 | 207,5 | |
| 1968 | 27,1 | 47,3 | 71,8 | 128,1 | 175,1 | 224,1 | 1.382,3 |
| 1969 | 27,5 | 43,4 | 77,6 | 113,6 | 169,4 | 264,2 | 1.531,1 |
| 1970 | 50,3 | 79,1 | 106,1 | 101,0 | 175,8 | 212,9 | 1.537,3 |
| 1971 | 37,0 | 43,3 | 68,1 | 122,2 | 211,5 | 195,4 | 1.451,5 |
| 1972 | 32,4 | 35,7 | 54,5 | 83,1 | 133,2 | 236,5 | 1.179,7 |
| 1973 | 15,6 | 31,4 | 69,3 | 93,6 | 172,1 | 203,5 | 1.220,5 |
| 1974 | 45,2 | 71,5 | 113,5 | 116,0 | 176,0 | 192,0 | 1.346,9 |
| 1975 | 47,9 | | 62,6 | 129,4 | 159,3 | 213,4 | |
| 1976 | 56,0 | 45,1 | 47,2 | 67,9 | 138,3 | 189,8 | 1.414,0 |
| años obs. | 11 | 9 | 10 | 11 | 10 | 10 | |
| prom. anual | 39,9 | 50,1 | 73,2 | 104,5 | 164,9 | 213,9 | |
| prom. diario | 1,3 | 1,6 | 2,4 | 3,4 | 5,5 | 6,9 | |

El resumen de los resultados obtenidos se incluye a continuación, estando los valores indicados en milímetros:

| mes | promedio mensual | promedio diario | mes de máxima | diario en el mes de máxima |
|---|---|---|---|---|
| Enero | 233,9 | 7,5 | 275,8 | 8,9 |
| Febrero | 187,7 | 6,6 | 222,9 | 7,9 |
| Marzo | 139,7 | 4,5 | 167,7 | 5,4 |
| Abril | 82,0 | 2,7 | 127,9 | 4,3 |
| Mayo | 46,1 | 1,5 | 116,1 | 3,7 |
| Junio | 32,4 | 1,1 | 100,4 | 3,3 |
| Julio | 39,9 | 1,3 | 65,2 | 2,1 |
| Agosto | 50,1 | 1,6 | 79,1 | 2,6 |
| Septiembre | 73,2 | 2,4 | 113,5 | 3,8 |
| Octubre | 104,5 | 3,4 | 129,4 | 4,2 |
| Noviembre | 164,9 | 5,5 | 211,5 | 7,0 |
| Diciembre | 213,9 | 6,9 | 264,2 | 8,5 |

La suma de la evaporación media mensual durante la temporada de riego es igual a 1.199,8 mm.

6.3. Humedades relativas medias.

Los registros disponibles de humedades medias abarcan el período comprendido entre los años 1966 y 1970, ambos incluídos. Las observaciones se realizaron a las 8 A.M., 14 P.M. y 20 P.M.

| | 1966 | | | 1967 | | | 1968 | | | 1969 | | | 1970 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mes | 8 | 14 | 20 | 8 | 14 | 20 | 8 | 14 | 20 | 8 | 14 | 20 | 8 | 14 | 20 |
| Ene. | 89 | 55 | 54 | 92 | 61 | 59 | 88 | 53 | 50 | 85 | 45 | 48 | 87 | 50 | 50 |
| Feb. | 92 | 51 | 55 | 96 | 62 | 62 | 95 | 54 | 56 | 88 | 47 | 45 | 88 | 50 | 50 |
| Mar. | 96 | 55 | 65 | 98 | 59 | 69 | 98 | 59 | 61 | 94 | 48 | 52 | 90 | 50 | 56 |
| Abr. | 98 | 70 | 85 | 98 | 67 | 77 | 99 | 70 | 75 | 97 | 59 | 69 | 98 | 60 | 65 |
| Mayo | 99 | 85 | 94 | 98 | 80 | 90 | 98 | 80 | 91 | 98 | 78 | 89 | 97 | 69 | 83 |
| Jun. | 98 | 89 | 97 | 95 | 85 | 90 | 97 | 80 | 91 | 96 | 84 | 92 | 96 | 79 | 89 |
| Jul. | 98 | 88 | 96 | 98 | 84 | 94 | 99 | 79 | 91 | 97 | 81 | 92 | 96 | 77 | 89 |
| Ago. | 98 | 78 | 90 | 98 | 75 | 87 | 98 | 72 | 86 | 96 | 76 | 87 | 99 | 74 | 82 |
| Sep. | 98 | 70 | 80 | 97 | 72 | 81 | 98 | 66 | 77 | 98 | 67 | 76 | 97 | 66 | 71 |
| Oct. | 96 | 66 | 71 | 96 | 67 | 73 | 96 | 60 | 68 | 98 | 63 | 69 | 93 | 62 | 68 |
| Nov. | 93 | 59 | 65 | 95 | 62 | 64 | 93 | 53 | 58 | 92 | 57 | 59 | 89 | 54 | 55 |
| Dic. | 91 | 58 | 65 | 90 | 55 | 59 | 88 | 48 | 51 | 92 | 55 | 54 | 90 | 51 | 52 |

De acuerdo con las observaciones indicadas en el cuadro anterior, las humedades relativas medias mensuales y anuales son las siguientes:

| Mes | Humedad Relativa Media Mensual | | | | | Humedad Relativa Media Promedio Anual |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | |
| Enero | 74 | 76 | 70 | 66 | 68 | 71 |
| Febrero | 72 | 79 | 75 | 67 | 69 | 72 |
| Marzo | 78 | 81 | 79 | 72 | 72 | 76 |
| Abril | 88 | 85 | 86 | 80 | 80 | 84 |
| Mayo | 94 | 92 | 92 | 91 | 86 | 91 |
| Junio | 96 | 91 | 91 | 92 | 90 | 92 |
| Julio | 95 | 94 | 92 | 92 | 90 | 93 |
| Agosto | 90 | 90 | 88 | 89 | 88 | 89 |
| Septiembre | 86 | 87 | 85 | 84 | 83 | 85 |
| Octubre | 82 | 83 | 80 | 82 | 79 | 81 |
| Noviembre | 78 | 79 | 74 | 75 | 72 | 76 |
| Diciembre | 76 | 74 | 69 | 73 | 71 | 73 |

6.4. Temperatura.

Los registros disponibles se refieren a las temperaturas medias mensuales entre 1966 y 1970, ambos años incluídos. Los datos correspondientes aparecen en el cuadro siguiente:

| Mes | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | Promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Enero | 19,0 | 18,9 | 19,3 | 20,7 | 19,6 | 19,5 |
| Febrero | 16,6 | 17,9 | 18,7 | 18,6 | 19,3 | 18,2 |
| Marzo | 14,5 | 15,4 | 15,1 | 15,6 | 16,7 | 15,5 |
| Abril | 12,5 | 11,9 | 11,4 | 12,5 | 13,3 | 12,3 |
| Mayo | 9,1 | 9,6 | 8,6 | 8,8 | 9,4 | 9,1 |
| Junio | 8,3 | 4,0 | 7,9 | 7,9 | 6,2 | 6,9 |
| Julio | 6,4 | 5,4 | 6,8 | 7,2 | 6,2 | 6,4 |
| Agosto | 7,0 | 7,5 | 8,6 | 8,1 | 6,9 | 7,7 |
| Septiembre | 9,8 | 8,7 | 10,5 | 10,6 | 9,8 | 9,9 |
| Octubre | 11,8 | 12,8 | 11,6 | 11,2 | 12,7 | 12,0 |
| Noviembre | 15,3 | 15,3 | 16,4 | 15,7 | 15,4 | 15,6 |
| Diciembre | 16,9 | 18,7 | 17,9 | 19,7 | 17,6 | 18,2 |

7. Estación San Luis.

Es una estación termopluviométrica, instalada en 1928, que depende de la Oficina Meteorológica de Chile. Corresponde a la Estación 3 de la Hoya Hidrográfica 311. Se encuentra situada a corta distancia de la estación Talca.

7.1. Pluviometría.

Los registros pluviométricos comienzan en 1928 y tiene varios años, entre 1947 y 1961, en que los datos son comunes con los que proporciona la estación Talca, sin que haya sido posible determinar con seguridad cual sería, durante este período, la estación original. En los estudios hidrológicos se ha preferido utilizar la estadística proporcionada por la estación Talca, de tal modo que no es necesario entregar los datos pluviométricos de San Luis.

7.2. Temperaturas.

Existe una estadística de las temperaturas medias, tanto máximas como mínimas, desde 1965 hasta 1966. Son en total 12 años de observaciones, pero que presentan numerosas lagunas, especialmente en los cuatro primeros años. La estadística completa aparece en el Cuadro 2.

## CUADRO N° 2

Estación: SAN LUIS DE TALCA
Latitud : 35° 26' Longitud: 71° 35' Altura: 100 mts

### TEMPERATURAS MAXIMAS MEDIAS

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1965 | - | - | - | - | - | - | - | 16,4 | 20,4 | 23,3 | 22,5 | 27,1 |
| 1966 | - | 26,2 | 16,5 | - | - | 13,6 | 11,2 | 14,3 | - | 19,2 | 24,6 | 25,5 |
| 1967 | - | - | - | 21,4 | - | - | - | 13,9 | - | 20,5 | - | - |
| 1968 | 28,9 | 25,5 | - | - | - | 13,6 | 14,1 | - | 18,9 | 19,1 | 24,8 | - |
| 1969 | 28,4 | 27,6 | 25,9 | 20,9 | 15,2 | 15,2 | - | 13,8 | 15,6 | 18,1 | 23,8 | 28,7 |
| 1970 | 28,2 | 29,7 | - | 25,0 | 17,8 | - | 13,9 | 15,4 | 17,9 | 21,3 | - | 23,1 |
| 1971 | 27,4 | 28,8 | 26,5 | 22,0 | 17,8 | 13,2 | 14,2 | 16,7 | 17,6 | 22,4 | 27,8 | - |
| 1972 | 30,2 | 29,9 | 25,2 | 20,5 | 13,8 | 13,6 | 11,8 | 14,8 | 18,8 | 20,2 | 24,4 | 30,0 |
| 1973 | - | 28,7 | 26,8 | 22,1 | 18,1 | 14,0 | 12,5 | 16,3 | 18,4 | 19,8 | 25,8 | - |
| 1974 | 29,6 | 29,0 | 25,9 | 23,4 | 16,6 | 12,0 | 13,5 | 16,4 | 19,2 | 23,2 | 23,0 | 27,2 |
| 1975 | - | 28,7 | 25,6 | 21,5 | 17,2 | 13,7 | 12,3 | 14,4 | 18,1 | 22,2 | 23,4 | 29,1 |
| 1976 | 30,5 | 28,4 | 25,2 | 23,1 | 16,2 | 12,7 | 11,8 | 14,3 | 18,9 | 20,2 | 23,6 | 26,9 |
| Prom | 29,0 | 28,2 | 25,9 | 22,2 | | | | | 18,3 | 20,8 | 24,4 | 27,2 |

### TEMPERATURAS MINIMAS MEDIAS

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1965 | - | - | - | - | - | - | - | 3,0 | 3,4 | 6,6 | 9,7 | 15,9 |
| 1966 | - | 12,1 | 7,6 | - | - | 7,5 | 5,3 | 3,1 | - | 6,1 | 8,6 | 9,5 |
| 1967 | - | - | - | 5,6 | - | - | - | 2,0 | - | 6,9 | - | - |
| 1968 | 10,7 | 10,7 | - | - | - | 4,7 | 2,6 | - | 4,1 | 4,4 | 8,0 | - |
| 1969 | 11,6 | 6,5 | 7,2 | 6,1 | 6,2 | 7,4 | - | 4,1 | 8,0 | 9,1 | 12,6 | 13,2 |
| 1970 | 14,5 | 14,8 | - | 11,4 | 7,3 | - | 4,3 | 4,7 | 7,9 | 9,4 | - | 12,0 |
| 1971 | 12,8 | 11,5 | 11,0 | 7,3 | 6,7 | 5,6 | 7,3 | 5,1 | 7,9 | 10,5 | 13,7 | - |
| 1972 | 12,2 | 12,4 | 10,0 | 5,3 | 5,4 | 4,2 | 2,3 | 6,1 | 7,8 | 10,8 | 11,5 | 14,2 |
| 1973 | - | 14,1 | 12,4 | 9,5 | 6,3 | 5,2 | 5,1 | 3,4 | 6,1 | 8,3 | 10,6 | - |
| 1974 | 13,4 | 12,9 | 12,2 | 8,4 | 6,5 | 5,9 | 4,6 | 4,3 | 6,9 | 10,4 | 10,3 | 13,0 |
| 1975 | - | 12,2 | 12,5 | 10,2 | 7,7 | 6,9 | 4,9 | 4,5 | 7,5 | 9,6 | 11,6 | 14,0 |
| 1976 | 15,0 | 12,6 | 10,7 | 7,7 | 6,4 | 5,2 | 3,6 | 5,9 | 6,2 | 9,5 | 12,4 | 14,3 |
| Prom | 12,9 | 11,9 | 10,4 | 7,9 | | | | | 6,6 | 8,5 | 10,9 | 13,3 |

Los promedios mensuales que se obtienen de ella son:

| Mes | Temperaturas Medias Máximas | Temperaturas Medias Mínimas |
|---|---|---|
| Enero | 29,0 | 12,9 |
| Febrero | 28,2 | 11,9 |
| Marzo | 25,9 | 10,4 |
| Abril | 22,2 | 7,9 |
| Mayo | 16,6 | 6,6 |
| Junio | 13,5 | 5,8 |
| Julio | 12,8 | 4,4 |
| Agosto | 15,2 | 4,2 |
| Septiembre | 18,3 | 6,6 |
| Octubre | 20,8 | 8,5 |
| Noviembre | 24,4 | 10,9 |
| Diciembre | 27,8 | 13,3 |

8. Estación Talca.

En la actualidad la Estación Talca es una estación climatológica a partir de 1973. Anteriormente, en el período comprendido entre 1911 y 1946 tuvo también estas características. Entre 1946 y 1973 fue solamente una estación pluviométrica. Depende de la Oficina Meteorológica de Chile y corresponde a la Estación 4 de la Hoya Hidrográfica 311. Los datos del período 1911-1946 se obtuvieron del Fasciculo I del estudio "Climatología de Chile. Valores de 36 estaciones seleccionadas", realizado por el Proyecto Hidrometeorológico de Naciones Unidas y Gobierno de Chile (1965).

8.1. Pluviometría.

Los registros pluviométricos son controlados por la Dirección de Obras Sanitarias y comienzan en 1869. Los datos que proporciona esta estación fueron utilizados en varios aspectos del estudio hidrológico y la estadística original de las precipitaciones medias mensuales a partir de 1942 aparece en la Tabla I.3.

## 8.2. Temperaturas.

### 8.2.1. Período 1911-1946.

Los resultados generales aparecen en el cuadro siguiente:

| Mes | Media | Máxima Media | Mínima Media | Máxima Absoluta | Mínima Absoluta |
|---|---|---|---|---|---|
| Ene. | 21,9 | 30,8 | 12,7 | 38,0 | 6,5 |
| Feb. | 20,9 | 30,0 | 11,8 | 38,0 | 3,5 |
| Mar. | 18,1 | 27,1 | 9,9 | 36,0 | 2,0 |
| Abr. | 14,1 | 22,2 | 7,0 | 32,0 | -2,8 |
| Mayo | 10,8 | 16,8 | 5,6 | 28,0 | -4,0 |
| Jun. | 8,5 | 13,5 | 4,2 | 22,0 | -4,0 |
| Jul. | 8,3 | 13,6 | 3,7 | 22,0 | -5,2 |
| Ago. | 9,2 | 15,5 | 4,0 | 24,0 | -4,5 |
| Sep. | 11,7 | 18,4 | 5,3 | 28,0 | -2,2 |
| Oct. | 14,6 | 22,3 | 7,4 | 31,0 | -1,0 |
| Nov. | 17,6 | 25,6 | 10,0 | 36,0 | 1,2 |
| Dic. | 20,6 | 29,2 | 11,5 | 39,4 | 5,0 |

### 8.2.2. Período 1973-1977.

Los registros disponibles abarcan desde enero de 1973 hasta julio de 1975. Los promedios son los siguientes:

| Mes | Temperatura Media | Temperatura Máxima Media | Temperatura Mínima Media |
|---|---|---|---|
| Enero | 21,2 | 30,4 | 12,9 |
| Febrero | | sin registro | |
| Marzo | 17,2 | 25,7 | 9,9 |
| Abril | 13,6 | 21,5 | 6,7 |
| Mayo | 11,0 | 16,8 | 5,9 |
| Junio | 8,6 | 13,1 | 4,8 |
| Julio | 7,1 | 12,4 | 3,1 |
| Agosto | 8,7 | 15,2 | 4,0 |
| Septiembre | 10,4 | 18,3 | 4,0 |
| Octubre | 13,4 | 21,7 | 7,5 |
| Noviembre | 16,4 | 25,3 | 9,0 |
| Diciembre | 19,5 | 28,6 | 11,2 |

8.2.3. Comentarios.

De la comparación entre las dos series de datos de temperaturas medias se deduce que el período a partir de 1973 indica temperaturas medias mensuales menores que el período 1911-1946 que varían entre 0,6° para el mes de abril y 1,3° para los meses de Septiembre y Octubre. En promedio se tiene que entre ambas series habría una diferencia de 1° C.

8.3. Humedades.

8.3.1. Período 1911-1946.

Los promedios mensuales de la humedad relativa media a las 7, 13 y 18 horas aparecen en el cuadro siguiente expresada en porcentaje.

| Mes | Humedad Relativa Media | Humedad Relativa 7 | 13 | 18 |
|---|---|---|---|---|
| Enero | 54 | 70 | 38 | 41 |
| Febrero | 57 | 75 | 39 | 42 |
| Marzo | 64 | 83 | 43 | 47 |
| Abril | 73 | 89 | 51 | 62 |
| Mayo | 83 | 93 | 68 | 78 |
| Junio | 86 | 93 | 75 | 84 |
| Julio | 85 | 93 | 73 | 82 |
| Agosto | 81 | 92 | 66 | 75 |
| Septiembre | 75 | 89 | 66 | 63 |
| Octubre | 69 | 83 | 50 | 58 |
| Noviembre | 62 | 76 | 44 | 50 |
| Diciembre | 56 | 70 | 39 | 42 |

8.3.2. Período 1973-1977.

No ha sido posible obtener datos de este período.

## 8.4. Nubosidad.

### 8.4.1. Período 1911-1946.

Durante este período, la nubosidad se midió utilizando el método de la división del cielo en diez sectores de igual superficie. La nubosidad media diaria y la nubosidad a las 7, 13 y 18 horas expresadas en porcentajes se incluyen en el cuadro siguiente:

| Mes | Nubosidad Media | Nubosidad 7 | 13 | 18 | Insolación Media |
|---|---|---|---|---|---|
| Enero | 13 | 20 | 17 | 13 | 87 |
| Febrero | 13 | 18 | 17 | 13 | 87 |
| Marzo | 20 | 31 | 19 | 20 | 80 |
| Abril | 34 | 50 | 39 | 34 | 66 |
| Mayo | 50 | 72 | 63 | 56 | 50 |
| Junio | 54 | 75 | 67 | 60 | 46 |
| Julio | 51 | 73 | 66 | 58 | 49 |
| Agosto | 46 | 66 | 59 | 55 | 54 |
| Septiembre | 42 | 60 | 52 | 47 | 58 |
| Octubre | 35 | 48 | 44 | 40 | 65 |
| Noviembre | 27 | 40 | 34 | 29 | 73 |
| Diciembre | 18 | 26 | 21 | 20 | 82 |

### 8.4.2. Período 1973-1977

Los registros disponibles abarcan desde enero de 1973 hasta julio de 1975 faltando los correspondientes a febrero y marzo. Durante este período, la nubosidad se midió utilizando el método de dividir el cielo en ocho sectores de igual superficie. Los resultados obtenidos se indican a continuación.

| Mes | Nubosidad Media | Nubosidad 7 | 14 | 20 | Insolación Media |
|---|---|---|---|---|---|
| Enero | 11 | 9 | 14 | 11 | 89 |
| Febrero | | sin registros | | | |
| Marzo | | sin registros | | | |
| Abril | 43 | 54 | 41 | 34 | 47 |
| Mayo | 68 | 75 | 66 | 64 | 32 |
| Junio | 71 | 85 | 68 | 62 | 39 |
| Julio | 59 | 65 | 57 | 56 | 41 |
| Agosto | 49 | 64 | 43 | 41 | 51 |
| Septiembre | 38 | 41 | 37 | 36 | 62 |
| Octubre | 46 | 54 | 44 | 40 | 56 |
| Noviembre | 29 | 37 | 26 | 23 | 71 |
| Diciembre | 27 | 29 | 26 | 26 | 74 |

8.4.3. Comentarios.

De la comparación entre las dos series de observaciones de nubosidad, se advierte que hay una coincidencia satisfactoria solamente en los meses de enero y noviembre.

8.5. Vientos.

8.5.1. Período 1911-1946.

Durante el período indicado, los vientos se midieron en la escala Beaufort indicando al mismo tiempo la dirección. Las fuerzas 1 y 2 de la escala Beaufort indican que la velocidad del viento está comprendida entre 1,85 y 5,55 km/hr en el primer caso y entre 5,55 y 9,26 km/hr en el segundo. La información que se tiene es la siguiente:

| Mes | Fuerza Media Esc. Beaufort | Fuerza Media Km/Hora | Km/Día |
|---|---|---|---|
| Enero | S 2 | 5,55 a 9,26 | 133 a 222 |
| Febrero | S 2 | 5,55 a 9,26 | 133 a 222 |
| Marzo | S 1 | 1,85 a 5,55 | 44 a 133 |
| Abril | S 1 | 1,85 a 5,55 | 44 a 133 |
| Mayo | N 2 | 5,55 a 9,26 | 133 a 222 |
| Junio | N 2 | 5,55 a 9,26 | 133 a 222 |
| Julio | S 2 | 5,55 a 9,26 | 133 a 222 |
| Agosto | S 1 | 1,85 a 5,55 | 44 a 133 |
| Septiembre | S 2 | 5,55 a 9,26 | 133 a 222 |
| Octubre | S 2 | 5,55 a 9,26 | 133 a 222 |
| Noviembre | S 2 | 5,55 a 9,26 | 133 a 222 |
| Diciembre | S 2 | 5,55 a 9,26 | 133 a 222 |

8.5.2. Período 1973 a 1977.

Los registros disponibles abarcan entre enero de 1973 y julio de 1975. No hay datos de febrero. Las observaciones se hicieron en nudos indicando al mismo tiempo la dirección. Los resultados obtenidos se agregan en el cuadro siguiente:

| Mes | Velocidad Media Nudos | Km/Hora | Km/Día |
|---|---|---|---|
| Enero | 2,2 | 4,1 | 98 |
| Febrero | | sin registro | |
| Marzo | 1,7 | 3,1 | 74 |
| Abril | 1,1 | 2,0 | 48 |
| Mayo | 1,0 | 1,8 | 43 |
| Junio | 2,6 | 4,7 | 114 |
| Julio | 2,6 | 4,7 | 114 |
| Agosto | 2,8 | 5,2 | 126 |
| Septiembre | 2,7 | 4,9 | 118 |
| Octubre | 3,7 | 6,8 | 163 |
| Noviembre | 5,2 | 9,6 | 229 |
| Diciembre | 4,3 | 8,0 | 193 |

8.5.3. Comentarios.

Con excepción de los meses de enero y septiembre, hay una buena relación entre ambas series de datos para los meses de la temporada de riego. En general, se puede decir que los datos del período 1973-1977 dan velocidades de vientos menores que en el período 1911-1946.

8.6. Horas de Sol.

Hay registro de las horas efectivas de sol entre enero de 1973 y julio de 1975, faltando los correspondientes a los meses de febrero y marzo. Las horas totales de sol mes a mes son las siguientes:

| Mes | 1973 | 1974 | 1975 | Promedio Mensual | Promedio Diario |
|---|---|---|---|---|---|
| Enero | 349 | 417 | 375 | 380 | 12,3 |
| Febrero | | | sin registro | | |
| Marzo | | | sin registro | | |
| Abril | 171 | 203 | 173 | 182 | 6,1 |
| Mayo | 107 | 88 | 86 | 94 | 3,0 |
| Junio | 52 | 79 | 59 | 63 | 2,1 |
| Julio | 81 | 111 | 99 | 97 | 3,1 |
| Agosto | 167 | 164 | | 165 | 5,3 |
| Septiembre | 211 | 220 | | 216 | 7,2 |
| Octubre | 211 | 294 | | 252 | 8,1 |
| Noviembre | 308 | 297 | | 302 | 10,1 |
| Diciembre | 373 | 334 | | 354 | 11,4 |

8.7. Presión Atmosférica.

Los registros de presión atmosférica existen para el período 1911-1946. Los datos correspondientes son los siguientes:

| Mes | Presión Atmosférica Media (milíbares) | Mes | Presión Atmosférica Media (milíbares) |
|---|---|---|---|
| Enero | 1.001,6 | Julio | 1.006,9 |
| Febrero | 1.001,9 | Agosto | 1.007,6 |
| Marzo | 1.002,8 | Septiembre | 1.006,9 |
| Abril | 1.004,5 | Octubre | 1.005,9 |
| Mayo | 1.005,4 | Noviembre | 1.004,5 |
| Junio | 1.006,5 | Diciembre | 1.002,7 |

8.8. Temperatura de rocío.

Existen registros de temperatura de termómetro seco y húmedo desde septiembre de 1972 hasta julio de 1975 ambos meses incluidos, con observaciones a las 8, 14 y 20 horas. Faltan los datos de febrero y parte de marzo. Los resultados aparecen en el cuadro siguiente:

| | Temperatura de rocío (°C) a las 8 AM | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Mes | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | Promedio |
| Septiembre | 9,3 | 7,2 | 6,6 | | 7,7 |
| Octubre | 10,0 | 9,1 | 10,2 | | 9,8 |
| Noviembre | 13,2 | 11,5 | 10,5 | | 11,7 |
| Diciembre | 16,5 | 13,7 | 13,8 | | 14,6 |
| Enero | | 15,7 | 13,0 | 14,7 | 14,5 |
| Febrero | - | - | - | - | - |
| Marzo | | 13,3 | 11,1 | 12,0 | 12,1 |
| Abril | | 10,2 | 7,4 | 9,5 | 9,0 |

9. Estación El Peral.

La estación El Peral está ubicada dentro del valle de Pencahue, a 2 kms al sur poniente del pueblo del mismo nombre. Es una estación climatológica que tiene observaciones de precipitaciones a partir de 1966; las otras observaciones comienzan en 1974. No aparece registrada en el estudio "Pluviometría en Chile" de la Corporación de Fomento de la Producción.

9.1. Pluviometría.

El análisis y extensión de la estadística pluviométrica de El Peral fue realizado en el estudio hidrológico y comprenden el período entre 1942 y 1976. Los resultados obtenidos aparecen en las tablas I.7. y I.8.

9.2. Temperaturas.

El registro de temperaturas medias se extiende entre noviembre de 1974 y diciembre de 1976. Los resultados se agregan en el siguiente cuadro:

| Mes | 1974 | 1975 | 1976 | Promedio |
|---|---|---|---|---|
| Enero | | 23,2 | 21,9 | 22,5 |
| Febrero | | 19,7 | 21,1 | 20,4 |
| Marzo | | 18,9 | 18,2 | 18,6 |
| Abril | | 15,4 | 14,6 | 15,0 |
| Mayo | | 11,7 | 11,4 | 11,6 |
| Junio | | 9,5 | 10,3 | 9,9 |
| Julio | | 8,5 | 9,3 | 8,9 |
| Agosto | | 9,4 | 8,9 | 9,2 |
| Septiembre | | 11,6 | 10,4 | 11,0 |
| Octubre | | 13,8 | 12,6 | 13,2 |
| Noviembre | 17,1 | 17,9 | 18,4 | 17,8 |
| Diciembre | 20,3 | 21,1 | 21,4 | 20,9 |

9.3. Evaporación.

Las observaciones de evaporación comienzan en noviembre de 1974 y se dispone de ellas hasta enero de 1977. Hay numerosas lagunas debido a que los registros son incompletos. Los datos disponibles son los siguientes:

| Mes | 1974 | | 1975 | | 1976 | | 1977 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mms mens. | mms diarios | mms mens. | mms diarios | mms mens. | mms diarios | mms mens. | mms diarios |
| Ene. | | | 251 | 8,1 | sin registro | | 180 | 5,8 |
| Feb. | | | 190 | 6,8 | sin registro | | | |
| Mar. | | | 182 | 5,9 | sin registro | | | |
| Abr. | | | 101 | 3,4 | sin registro | | | |
| Mayo | | | 361 | 1,2 | sin registro | | | |
| Jun. | | | sin registro | | sin registro | | | |
| Jul. | | | sin registro | | sin registro | | | |
| Ago. | | | sin registro | | | | | |
| Sep. | | | sin registro | | | | | |
| Oct. | | | sin registro | | | | | |
| Nov. | 180 | 6,0 | sin registro | | | | | |
| Dic. | 199 | 6,4 | sin registro | | | | | |

9.4. Humedad.

Los registros de humedad máxima y mínima tienen la misma longitud y adolecen de los mismos defectos que los registros de evaporación. Los datos están expresados en porcentajes. La humedad media se ha tomado como promedio de las humedades máximas y mínimas.

| Mes | 1974 | | | 1975 | | | 1976 | | | 1977 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | máx | mín | med | máx | mín | med | máx | mín | med | máx | mín | med |
| Ene. | | | | 75 | 22 | 48 | sin registro | | | 52 | 19 | 36 |
| Feb. | | | | 78 | 30 | 54 | sin registro | | | | | |
| Mar. | | | | 77 | 29 | 53 | sin registro | | | | | |
| Abr. | | | | 79 | 39 | 59 | 65 | 23 | 44 | | | |
| Mayo | | | | 84 | 54 | 69 | 71 | 34 | 52 | | | |
| Jun. | | | | 84 | 63 | 74 | 85 | 56 | 71 | | | |
| Jul. | | | | 81 | 64 | 73 | sin registro | | | | | |
| Ago. | | | | 94 | 51 | 72 | sin registro | | | | | |
| Sep. | | | | 96 | 43 | 70 | sin registro | | | | | |
| Oct. | | | | sin registro | | | 68 | 28 | 48 | | | |
| Nov. | 72 | 25 | 52 | sin registro | | | 60 | 22 | 41 | | | |
| Dic. | 74 | 26 | 50 | sin registro | | | 58 | 19 | 38 | | | |

9.5. Radiación Solar.

La estación El Peral está equipada con un actinógrafo inscriptor para la medición de la radiación solar. Los registros abarcan el período comprendido entre marzo de 1975 y abril de 1977. Los promedios mensuales expresados en calorías por centímetro cuadrado aparecen en el cuadro siguiente:

Radiación Solar Efectiva

| Mes | 1975 | 1976 | 1977 | Promedio | Promedio |
|---|---|---|---|---|---|
| | (cal/m2/día) | | | | mm/día |
| Septiembre | 385 | 322 | | 354 | 5,9 |
| Octubre | 510 | 503 | | 506 | 8,8 |
| Noviembre | 562 | 588 | | 575 | 10,0 |
| Diciembre | 639 | 628 | | 634 | 11,1 |
| Enero | | 620 | 549 | 584 | 10,2 |
| Febrero | | 545 | 546 | 546 | 9,6 |
| Marzo | 536 | 448 | 438 | 441 | 7,7 |
| Abril | 302 | 343 | 296 | 314 | 5,4 |

# ANEXO 4

# AGROLOGIA

# 1.- GENERALIDADES

## 1.1.- Ubicación y vías de comunicación.-

El Valle de Pencahue se encuentra ubicado a 14 Km. al Poniente de la ciudad de Talca, capital de la VII Región. Este Valle se extiende de Norte a Sur siendo el sector denominado Litú el que se ubica en el extremo Norte y corresponde además al sector más angosto; su límite sur es con el Río Claro. Se estudió además, un sector ubicado al Poniente de la ribera del Río Claro, lugar denominado Buena Vista y Huilliborgoa.

El área en estudio se ubica entre los 35° 10' y 35° 27' de latitud Sur y entre los 71° 52' y 71° 37' de longitud Oeste.

Los principales caminos de acceso al Valle de Pencahue son los caminos de Talca a Curepto y de San Rafael a Curepto.

En el Valle tenemos los caminos de Pencahue a Litú por el costado oriente del Estero Los Puercos y el camino Pencahue a Botalcura por el costado poniente de dicho estero.

Existen además el camino de Talca a Rauquen , Corinto y Curtiduría.

Todas las vías de comunicación mencionadas corresponden a caminos ripiados transitables durante todo el año.

Otra vía de comunicación existente la constituye el Ferrocarril de Talca a Constitución.

1.2.- Superficie Reconocida.-

El área en estudio comprende una superficie de 22.782,8 hectáreas.

1.3.- Clima*.

De acuerdo a la clasificación climática de Köeppen el sector en estudio se incluye en la estación de "clima templado-cálido con estación seca prolongada".

Esta estación se caracteriza por presentar las precipitaciones acumuladas en los meses invernales (Mayo a Agosto) y un período de sequía prolongada que puede alcanzar entre 7 y 8 meses.

Los vientos que acompañan a las lluvias son generalmente del Norte y del Norweste, con influencia marítima. Los vientos dominantes corresponden a los del Sur y Surweste, con los cuales se observa buen tiempo.

Desde el punto de vista térmico, la amplitud de oscilación diaria es de 14,4° C en promedio para el año y la amplitud de oscilación anual alcanza a 13,6° siendo Julio el mes más frío y Enero el más cálido.

A continuación se exponen antecedentes de pluviometría y temperaturas de la estación meteorológica del Fundo El Peral de Pencahue:

* Geografía económica de Chile, Texto Refundido, Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Santiago de Chile, 1965.

# DATOS PLUVIOMETRICOS

| AÑO | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPT. | OCTUBRE | NOV. | DIC. | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1966 | -- | -- | -- | 50 | 33 | 289 | 100 | 70 | 5 | 33 | 2 | 62 | 644 |
| 1967 | 5 | 15 | -- | 2 | 114 | 87 | 86 | 28 | 37 | 20 | 20 | -- | 416 |
| 1968 | -- | 1,5 | 7 | 27 | 3 | 64 | 24,5 | 48 | 37,5 | 30 | 21,5 | 45 | 309 |
| 1969 | -- | -- | 2 | 30 | 143 | 230 | 70 | 60 | 34 | 29 | 10 | -- | 608 |
| 1970 | -- | -- | 9 | -- | 104 | 163 | 177 | 32 | 21 | 42 | -- | 2 | 550 |
| 1971 | 2 | -- | -- | 64 | 79 | 175 | 101 | 57 | 22 | 17 | -- | 30 | 547 |
| 1972 | 3 | -- | 46 | 20 | 314 | 325 | 123 | 223 | 108 | 33 | 12 | -- | 1.207 |
| 1973 | -- | -- | -- | 4 | 175 | 78 | 169 | 15 | 9 | 58 | -- | 4 | 512 |
| 1974 | 6 | -- | 3 | -- | 263 | 378 | 36 | 37 | 21 | 17 | 4 | 48,1 | 813,1 |
| 1975 | 0,25 | 3,7 | 0,3 | 46,9 | 127,6 | 147 | 184 | 74 | 11,5 | 10,3 | 11,2 | 1,8 | 618,55 |
| 1976 | 1,90 | 0,2 | 3 | -- | 58,4 | 68 | 23,8 | 35,9 | 97,2 | 95,1 | 35 | 9,9 | 428,4 |
| 11 | 18,15 | 20,4 | 70,3 | 243,9 | 1.414,0 | 2.004,0 | 1.096,3 | 679,9 | 403,2 | 384,4 | 115,7 | 202,8 | 6.653,05 |
| x 11 | 1,65 | 1,85 | 6,4 | 22,2 | 128,5 | 182,2 | 99,7 | 61,8 | 36,65 | 34,95 | 10,5 | 18,4 | 604,8 |
| % Pluvio. | 0.27 | 0.30 | 1.06 | 3.67 | 21.25 | 30.14 | 16.48 | 10.22 | 6.06 | 5.78 | 1.73 | 3.04 | |

## TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES GRADOS

## CENTIGRADOS

| MESES | 1974 | 1975 | 1976 | Promedio Mensual |
|---|---|---|---|---|
| ENERO | | 23,2 | 21,9 | 22,55 |
| FEBRERO | | 19,7 | 21.1 | 20.4 |
| MARZO | | 18.9 | 18.2 | 18.55 |
| ABRIL | | 15.4 | 14.6 | 15. |
| MAYO | | 11.7 | 11.4 | 11.55 |
| JUNIO | | 9.5 | 10.3 | 9.9 |
| JULIO | | 8.5 | 9.3 | 8.9 |
| AGOSTO | | 9.4 | 8.9 | 9.15 |
| SEPTIEMBRE | | 11.6 | 10.4 | 11. |
| OCTUBRE | | 13.8 | 12.6 | 13.2 |
| NOVIEMBRE | 17.1 | 17.9 | 18.4 | 17.8 |
| DICIEMBRE | 20.3 | 21.1 | 21.4 | 20.9 |

## 1.4.- Biogeografía y formaciones vegetales*

El área en estudio corresponde a la zona Mesmórfica y dentro de ella a la Formación Vegetal denominada "Estepa con Acacia caven". Esta formación se extiende por la parte media del Territorio desde el sur del Río Limarí hasta el Río Laja.

El aspecto general de la estepa con Acacia caven es el de una maraña más o menos abierta de árboles y arbustos espinudos, con una cubierta herbácea rica en hierbas de vivencia primaveral.

La especie arborescente dominante es Acacia caven (espino), asociada con arbustos y árboles de modesta alzada, entre los cuales destacan: Proustia pungens (Huañil), Trevoa Trinervis (Trevo), Colletia Spinosa (Chacai), Quillaja Saponaria (Quillay), Maytenus Boaria (Maiten), Schinus Dependens (Molle), Schinus Polyphillus, Adesmia Arborea (Palhuen), Talguenea Quinquinervia (Talhuen), Cestrum Parqui (Palqui), Peumus Boldus (Boldo), Colliguaya o Dorifera (Colliguay), Baccharis Rosmarinifolia (Romerillo), y Porliera Chilensis (Guayacan), Lithraea Caustica (Litre).

El tapiz herbáceo está compuesto por numerosas gramíneas pertenecientes a los géneros Stipa, Bromus, Nasella, Melica, mezclados con hierbas muy variadas como Godetia Cavanillesi (Chilca), Anemone Decapetala (Centella), Oxalis Rosea (Culle Colorado), Oxalis Sp. (Vinagrillo), Galium Aparine (Lengua de Gato) - Erodium Moschatum (Alfilerillo), Medicago Hispida (Hualputra), Avena Barbata (Teatina), Trifolium Repens (Trebol Blanco), etc.

Entre las malezas que más destacan tenemos: Rubus Ulmifolius (Zarzamora), Galega Officinalis (Galega), Disticalis Spicata (Chepica), etc.

* Geografía Económica de Chile Texto Refundido Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) - Santiago - Chile, 1965.

## 1.5.- Geología y Geomorfología *

### 1.5.1.- Geología.-

En el área estudiada se han descrito las siguientes constituciones geológicas del Subsuelo:

a) Formación porfirítica mesozoica;
b) Granitos correspondientes al batolito andino;
c) Rocas volcánicas terciarias;
d) Sedimentos volcánicos lacustres cuaternarios.

a) Formación porfirítica mesozoica

Es la que integra la casi totalidad del subsuelo. Se presenta en la sucesión de camadas de lavas porfiríticas, entre las cuales se intercalan escasos mantos de tobas y de brechas, estas últimas son las más abundantes en la parte occidental.

Las capas porfiríticas han perdido en gran parte sus características originales, debido a la acción metamórfica de la intrusión batolínica que ha producido alteraciones de diversa naturaleza.

El espesor más frecuente que exhiben las lavas es el de una roca de color amarillento o rosáceo, ligeramente porfirítico con pequeños fenocristales de albita en una masa microcristalina de textura pilotaxítica o bostonítica constituída por astillas de albita.

b) Granitos correspondiente al batolito andino

Esta roca aparece intruyendo las porfiritas, pero sus afloramientos ocupan sectores restringidos.

* Embalse Litú, Memoria de prueba para optar al Título de Ingeniero Civil, Gerardo Moenne Boisier, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 1954.

El granito, que corresponde a la variedad granito aplítico, es una roca granular, de grano fino, color rosado y por meteorización toma tintes rojizos. Está constituído por albita en cristales idiomorfos de 2 mm. de largo, rodeados por ortoclasa o microlina en agregados myrmekíticos, de modo que casi todos los cristales de albita aparecen con un borde de myrmekita. En los instersticios hay algo de cuarzo. Es frecuente la presencia de oxidos de fierro.

c) Rocas Volcánicas Terciarias.

Se trata de una roca de color rojizo, con masa fundamental afanítica y pequeños fenocristales de piroxena verdes y feldespato blancos turbios. Bajo el microscopio muestra una masa fundamental pilotaxica, constituída por astillas de plagioclasas cuya composición corresponde a oligoclasa cálcica; entre los feldespatos aparecen escasos granos de diópsido y algo de magnetita y limonita. Los fenocristales son de plagioclasa y diópsodo.

d) Sedimentos Volcánicos - Lacustres Cuaternarios.

Se trata de una sucesión de areniscas y arcillas tobíferas con abundante material volcánico, entre las cuales se intercalan algunas camadas de lavas basalticas con espesores de pocos metros. Estas lavas son rocas de color gris ceniciento con tinte rojizo de aspecto brechoso por la presencia de trozos de lavas negras dentro de la masa fundamental cenicienta.

Tomando en cuenta las características de los sedimentos, podemos interpretarlo como formado por la acuinulación de materiales piroclásticos en un lago, al cual llegaron ocasionalmente las corrientes de lavas basalticas. Como ellos no han sido afectados por la falla marginal de la Cordillera de la Costa, se deduce que esta última es más antigua que dichos sedimentos.

## 1.5.2.- Geomorfología

En el área estudiada se distinguen cuatro formaciones geomorfológicas bien características, las cuales corresponden a:

a) Planos aluviales recientes;
b) Terrazas remanentes de posición intermedia;
c) Conos aluvio - coluviales;
d) Cerros.

### a) Planos aluviales recientes

Corresponden a la formación de terrazas recientes provenientes de la depositación de los materiales de erosión de los cerros que circundan el Valle principal, cuyo curso corre de Norte a Sur.

Estos sedimentos se caracterizan por ser de origen mixto y han sido depositados por los diversos cursos de agua que conforman la cuenca hidrográfica del Valle de Pencahue.

### b) Terrazas remanentes de posición intermedia

Corresponden a sedimentaciones antiguas de areniscas que rellenaron el Valle Principal sobre la cual se desarrollaron los procesos edafológicos originando a los suelos que en ella se encuentran. Posteriormente esta formación fue remodelada por los cursos de agua quedando de esta forma en una posición más alta que las terrazas aluviales recientes.

Estas terrazas remanentes en el sector sur, en las cercanías del Río Claro, han sido cubiertas por una capa de sedimientos aluviales de espesor variable.

c) Conos aluvio - coluviales

Estos se formaron por la acción del agua y de la gravedad que arrastraron los materiales de las posiciones más altas llegando a constituir los piedmonts, los cuales se caracterizan por presentar piedras y clastos angulares tanto en superficie como en profundidad y que son de composición variable de acuerdo al material de origen del sector en que se encuentran.

d) Cerros

Corresponden a los sectores de pendientes que varían entre un 20 a 70%, que presentan rocas en superficie y que ocupan la posición más alta circundante al Valle Principal.

## 2. SUELOS

### 2.1.- Antecedentes Cartográficos

Se utilizó como plano base el levantamiento aerofotogramétrico en escala 1:10.000, ejecutado por la Oficina Antonio de Gavardo P., del año 1977; el cual fue reducido pantográficamente a escala 1:20.000. Además, se utilizaron los mosaicos controlados, en escala 1:20.000, N°s. 3510 - 7130 B; 3510 - 7130 C; 3510 - 7130 D; 3510 - 7130 E y 3510-7130 F y las respectivas fotografías aéreas verticales de contacto en escala aproximada 1:20.000., correspondientes al vuelo realizado por el Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile en Noviembre de 1976.

2.2.- Método de Trabajo.-

El trabajo se inició con un estudio fotoanalítico e interpretativo preliminar de los diversos elementos que constituyen el "pattern" (formas de la tierra, áreas de drenaje superficial, detalles de erosión, detalles de vegetación, tonos grises, etc.) lo que permitió separar las formaciones fisiográficas más relevantes. Con este antecedentes se distribuyeron las calicatas distantes de acuerdo a las características que presentaba el "pattern". Posteriormente se efectuó un recorrido del área a estudiar identificandose los principales suelos y elaborando la leyenda descriptiva. A continuación se efectuó la cartografía del sector estudiado mediante observaciones (relleno) utilizando el barreno agrológico.

Con todos estos antecedentes y una fotointerpretación definitiva se elaboró el mapa básico de suelos.

Se describieron las características físicas y morfológicas de los suelos de acuerdo a las pautas del Ministerio de Agricultura - DIPROREN - S.A.G. y del Soil Survey Manual (Handbook 18).

De los nueve perfiles modales representativos de las Series de Suelos del área estudiada se tomaron muestras a objeto de efectuar los análisis de caracterización físico-química.

Con propósitos de correlación, durante el desarrollo del estudio, se describieron numerosas calicatas para establecer similitudes o diferencias entre los distintos suelos.

2.3.- Unidades Cartográficas y de Clasificación.-

Se utilizó como unidad de Clasificación la Serie de Suelos y se usó como unidad cartográfica el Tipo, la Fase y la Variante.

- El Tipo de Suelo corresponde a variaciones de la textura superficial del suelo respecto a la de la Serie.
- La Fase constituye variaciones con respecto a la serie mediante la cual se modifican características agronómicas del suelo en relación a su aptitud, por ejemplo drenaje, pedregosidad, etc.

- La Variante corresponde a sectores geográficos que presentan características diferentes a la Serie, pero que dada su escasa extensión se incluyen en ella.

2.3.1.- Unidades Cartográficas.-

Cada unidad cartográfica (Tipo, Fase o Misceláneo), tiene un símbolo que las identifica en el mapa de suelos. Para el Tipo y la Fase el símbolo se representa con letras y números. Para los Misceláneos sólo se usan letras.

La unidad cartográfica se representa por una fracción a la cual se le adosan los factores limitantes permanentes o temporales.

En la fracción, el numerador está formado por:

- Nombre de la Serie de Suelo (Sistema trinomial);
- Textura Superficial (Tipo);
- Profundidad (cm)

El denominador está formado por factores limitantes: pendiente, ondulación, erosión.

Los factores especiales que multiplican la fracción la constituyen: La Clase de drenaje, pedregosidad e inundaciones.

2.3.2.- Unidades de Clasificación.-

La Unidad de Clasificación corresponde a la Serie de Suelos.
Con la descripción de las características físicas y morfológicas de los perfiles modales de las Series de Suelos y sus datos analíticos, se clasificaron los suelos de acuerdo al sistema de Clasificación de Suelos Norteamericano, denominado "Soil Taxonomy" el cual ha sido adoptado por Chile, a través del Servicio Agrícola y Ganadero, como el sistema de clasificación de los suelos del país.

2.4.- Agrupación de los Suelos.-

Se caracterizaron nueve series modales. Estas se han agrupado en Asociaciones de Suelos, teniendo en cuenta los siguientes factores: material generador, posición fisiográfica, características físicas y morfológicas del perfil, drenaje, etc.

Los suelos se agruparon de acuerdo a su posición fisiográfica en Asociaciones.

2.4.1.- Suelos de las Terrazas aluviales recientes.

Estos suelos ocupan posición de terrazas aluviales, que han sido formadas por los esteros y río de la zona, los que han sedimentado los materiales acarreados en estos sectores. Suelos de texturas gruesas a moderadamente fina, delgados a profundos; descansando sobre substratum aluviales constituídos por gravas y piedras de composición mixta y distintos grados de meteorización. De drenaje excesivo a drenaje imperfecto, de permeabilidad rápida a moderadamente lento.

Los suelos de este grupo son aptos para todos los cultivos de la zona, frutales y viña.

2.4.1.1.- Asociación Los Puercos, Rauquen, Tutucura.

Esta Asociación se ubica en las terrazas recientes del Valle de Pencahue y en la ribera norte del Río Claro. Son suelos planos con microrelieve suave a moderado, cuya pedregosidad superficial depende de la cercanía al Río Claro. Ocasionalmente sufren inundaciones, suelos estratificados; de texturas gruesas a moderadamente fina; delgados a profundos, de colores pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, en los tonos 7.5YR y 10YR; los sectores de drenaje imperfecto presentan texturas moderadamente fina de colores pardo grisaceo oscuro a pardo oscuro en los tonos 7.5YR y 10 YR; descansando sobre un substratum aluvial, constituido por arenas, gravas y piedras de diferentes diámetros, de composición mixta. Suelos de permeabilidad rápida a moderadamente lenta, de drenaje bueno a imperfecto y de escurrimiento superficial lento a muy lento.

2.4.2.- Suelos de las Terrazas Remanentes en posición intermedia.

Estos suelos ocupan posición de terrazas remanentes intermedias, las cuales fueron sedimentadas en forma de planicies aluviales o corrientes de barro, y que han sido remodeladas posteriormente por los esteros y ríos. Suelos moderadamente bien drenado a drenado pobre; planos a moderadamente ondulado; de textura moderadamente gruesa a finas. Generalmente presentan un horizonte de acumulación de arcilla ($B_{2t}$, horizonte argílico); él que puede-

descansar sobre un hardpan cementado principalmente - por fierro y manganeso o bien sobre una arenisca cementada y compactada en su parte superficial y compactada en profundidad. En algunos suelos este horizonte argílico llega a constituir un claypan, el que es limitante para el desarrollo radicular.

Los suelos de este grupo son aptos para chacras, - cereales, pasto y en algunos sectores viñas.

2.4.2.1.- Asociación Las Doscientas - Cunculen.

En esta Asociación se incluye la Serie Quepo, que constituye un vertisol, el que se encuentra en los sectores más bajos de esta - Asociación.

Los suelos de esta Asociación presentan un- desarrollo máximo del perfil; descansando sobre un hardpan cementado principalmente por silice-fiero y manganeso. Son suelos planos a moderadamente ondulados, con microrelieve ligero a moderado, de pendientes que varian de menos de 1 % a 8 %; moderadamente- profundo a muy delgado, de drenaje imperfecto a pobremente drenados; de permeabilidad lenta a muy lenta y de escurrimiento superficial lento a rápido, dependiendo de su posición, en algunos sectores presenta erosión ligera a acelerada. En el sector sur, estas - terrazas remanentes presentan una deposita- ción aluvial de potencia variable, la que se caracteriza por su pedregosidad. La Serie - Las Doscientas presenta un horizonte argílico de color pardo oscuro en el tono 7.5YR de textura franco arcillosa a franco arcillo arenosa, bajo el cual se encuentra un horizonte - $B_3$ compactado, que limita el arraigamiento de las plantas y se caracteriza por presentar concresiones y nodulos ferromanganésicos y

y abundantes moteados; el material genera - dor de esta Serie lo constituye una arenisca. La Serie Cunculen se caracteriza por presen tar un horizonte argílico de color pardo gri - saceo oscuro en el tono 10YR, descansando sobre una arenisca compactada y ligeramen- te cementada por silice, fierro y manganeso.

2.4.3.- Suelos de los Piedmont.-

Estos suelos ocupan posición de plano inclinado con dis tintos grados de pendientes, las que pueden ser combina das; en los cuales se han acumulado los materiales trans portados por el efecto del agua y de la gravedad de los - sectores más altos de los cerros, de origen mixto, sien - do los dominantes las porfirítas y dacítas y en forma es casa el granito.

Son suelos de profundidad moderada a delgados, de tex tura moderadamente gruesas a finas, de drenaje bueno a imperfecto, de permeabilidad moderada a moderadamente lenta y de escurrimiento superficial moderado a rápido.

Los suelos de este grupo son aptos para pastos, cerea- les, viñas y ocasionalmente chacras.

2.4.3.1.- Asociación Cabrería - Montonera - Pencahue.-

Los suelos de esta Asociación se han desa - rrollado principalmente sobre materiales pre dominantemente básicos. Son suelos de to - pografía plana a plano inclinado, con pen - dientes que varían del 1.5 a 15%; de profun

didad moderada a delgados, con contenido - variable de piedras, gravas tanto en el per - fil del suelo como en superficie; de drenaje bueno a imperfecto, de permeabilidad mode - radamente rápida a lenta, y escurrimiento su perficial, moderado a rápido.

La Serie Cabrería presenta un horizonte argí lico ($B_{2t}$) de color pardo oscuro, en el tono 7.5YR con gravillas abundantes, descansan do sobre un substratum constituídas por pie dras y gravas angulares, de distintos diáme tros y grado de meteorización; además de - presentar pedregosidad ligera a moderada en superficie. La Serie Montonera se caracteri za por presentar un horizonte argílico ($B_{2t}$) de color pardo rojizo oscuro a pardo amari - llento, en los tonos 5YR y 10YR, siendo el primero el más característico, presenta gra vas comunes abundantes en todo el perfil y pedregosidad superficial ligera a abundan - te, sobre la roca madre meteorizada. Serie Pencahue se caracteriza por presentar un - horizonte argílico de color pardo rojizo os- curo a pardo rojizo en el tono 5YR de textu ra arcillosa a franco arcillosa, con gravas angulares comunes a abundantes en el per fil y escasa a moderada pedregosidad su - perficial.

## 2.4.4.- Suelos de los Cerros.-

Los suelos de los cerros del Valle de Pencahue son de - rivados principalmente de rocas básicas tales como por firitas y dacitas, las que constituyen el material gene - rador de los suelos que han evolucionado de ellas, y le han imprimido al suelo el color pardo rojizo en el tono - 5YR, llegando en algunos casos al tono 2.5YR. Los sue

los que se caracterizan por ser de profundidad media a delgados, con pedregosidad ligera a abundante tanto en el perfil como en superficie, además de presentar rocosidad muy abundantes en agunos sectores. Dependientes que varian de 10% a más de 70%.

Su aptitud es para pastos y vida silvestre.

2.5.- Clasificación de las Series de Suelos de acuerdo al Sistema de clasificación denominada "Taxonomía de Suelos".

| Serie | Familia | Subgrupo | Orden |
|---|---|---|---|
| Cabrería | Fine loamy over loamy skeletal, mixed, thermic. | Ultic Haploxeralfs. | Alfisol |
| Cunculen | Fine, mixed, thermic. | Aquic Palexeralfs. | Alfisol |
| Las Doscientas | Fine loamy, mixed, thermic. | Plinthaqualfs. | Alfisol |
| Los Puercos | Coarse loamy, mixed, thermic. | Typic xerochrepts. | Inceptisol |
| Montonera | Fine, mixed, thermic. | Mollic Palexeralfs. | Alfisol |
| Pencahue | Fine, mixed, thermic. | Vertic Palexeralfs. | Alfisol |

| Serie | Familia | Subgrupo | Orden |
|---|---|---|---|
| Quepo | Fine, montmo - rillonitic, ther- mic. | Aquic Chromoxe rets. | Vertisol |
| Rauquen | Coarse loamy,- mixed, thermic. | Typic Xerochrepts. | Inceptisol |
| Tutucura | Fine loamy, mi xed, thermic. | Aquic Xeroflu - vents. | Entisol |

2.6.- Cuadro Resumen de las Superficies por Serie de Suelos.-

| Serie | Superficie Hás. |
|---|---|
| Cabrería | 758.5 |
| Cunculen | 1.046.3 |
| Las Doscientas | 3.153.6 |
| Los Puercos | 4.361.0 |
| Montonera | 1.193.5 |
| Pencahue | 831.5 |
| Quepo | 87.3 |
| Rauquen | 1.333.4 |
| Tutucura | 2.020.2 |
| Cerros | 5.344.3 |
| Miscelaneos | 2.561.0 |
| Urbano | 80.0 |
| Tranque | 12.2 |
| | 22.782.8 |

2.7.- Cuadro Resumen de las Superficies por Agrupaciones de Suelos.-

| Agrupaciones | Superficie Hás. |
|---|---|
| Suelos de las Terrazas Aluviales Recientes | 7.714.6 |
| Suelos de las Terrazas Remanentes en posición intermedia | 4.287.2 |
| Suelos de los Piedmont | 2.783.5 |
| Suelos de los Cerros | 5.344.3 |
| Miscelaneos | 2.561.0 |
| Urbano | 80,0 |
| Tranque | 12.2 |
| | 22.782.8 |

## 3.- CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS

### 3.1.- Generalidades

La agrupación de los suelos en Clases de Capacidad de Uso, es una ordenación de los suelos existentes, para señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos; además, indica las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlos. Esta basado en la capacidad de la tierra para producir, señalando las limitantes naturales de los suelos.

Las Clases para definir las Clases de Capacidad de Uso, son ocho, que se designan con números romanos del I al VIII, ordenadas según sus crecientes limitaciones y riesgos en el uso.

CLASE I. Los suelos de Clase I, tienen muy pocas limitaciones que restrinjan su uso. Son suelos casi planos, profundos, bien drenados, fáciles de trabajar, poseen buena capacidad de retención de humedad y la fertilidad natural es buena, los rendimientos que se obtienen, utilizándose prácticas corrientes de cultivo y manejo, son altos en relación con los de la zona. En su uso se necesitan prácticas de manejo simple para mantener su productividad y conservar su fertilidad natural.

CLASE II. Los suelos de la Clase II, presentan ligeras limitaciones que reducen la elección de los cultivos o requieren moderadas prácticas de conservación. Corresponden a suelos planos con ligeras pendientes (hasta un 1%). Son suelos profundos a moderadamente profundos, de buena permeabilidad y drenaje, presenta texturas favorables, que pueden variar a extremos más arcillosos o arenosos que la Clase anterior.

Las limitaciones más corrientes en el presente estudio son:

1. Pendientes suaves y microrelieve poco acentuado;
2. Profundidad menor que un suelo de Clase I;
3. Estructura y textura desfavorables;
4. Ligera humedad corregible por drenaje.

Estas limitaciones pueden presentarse solas o combinadas.

CLASE III. Los suelos de la Clase III, presentan moderadas limitaciones en su uso y restringen la elección de cultivos, aunque pueden ser buenas para ciertos cultivos. La topografía varía de plana a moderadamente inclinada (hasta 5%) que dificultan severamente el regadío; la permeabilidad varía de lenta a muy rápida.

Las limitaciones más corrientes para esta Clase en el área estudiada se refieren a:

1. Topografía moderadamente ondulada;
2. Profundidad del suelo;
3. Estructura y textura desfavorables;
4. Baja capacidad de retención de agua;
5. Humedad que limita el desarrollo radicular;
6. Pedregosidad superficial y en el perfil.

Los suelos de esta Clase requieren prácticas moderadas de conservación y manejo.

CLASE IV. Los suelos de la Clase IV, presentan severas limitaciones de uso y restringen la elección de cultivos. Estos suelos al ser cultivados, requieren cuidadosas prácticas de manejo y de conservación, más difíciles de aplicar y mantener que las de la Clase III.

Las limitaciones más usuales de esta Clase para el presente estudio se refieren a:

1. Suelos delgados y muy delgados;
2. Topografía moderadamente ondulada y disectada;
3. Baja capacidad de retención de agua;
4. Drenaje pobre; y
5. Pedregosidad superficial y en el perfil

CLASE VI. Los suelos de Clase VI, corresponden a suelos inadecuados para los cultivos y su uso está limitado a pastos y forestales. Los suelos tienen limitaciones permanentes que no pueden ser corregidas, tales como: pendiente muy pronunciadas susceptibles a severa erosión, efectos de erosión antigua, pedregosidad excesiva, zona radicular poco profunda, excesiva humedad y baja retención de humedad.

CLASE VII. Son suelos con limitaciones muy severas que la hacen inadecuada para los cultivos. Su uso es preferentemente forestal.

Los suelos de esta Clase, en el presente estudio, corresponden a algunas formaciones de cerros de pendientes fuertes y a suelos extremadamente delgados, ubicados en terrazas bajas a orillas de ríos o esteros.

CLASE VIII. Corresponden a suelos sin valor agrícola, ganadero ni forestal. Su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas.

## 3.2.- SUBCLASES DE CAPACIDAD DE USO.-

Esta constituída por un grupo de suelos dentro de una Clase que poseen las mismas limitaciones. Los cuatro tipos de limitaciones que se reconocen a este nivel son:

Limitaciones por:

S = suelos

w = humedad

e = riesgos y/o efectos de antiguas erosiones

cl = clima

3.3.- Cuadro Resumen de las Clases y Subclases de Capacidad de Uso.-

(Ver Láminas AN4 - 3.3. 1/1 a 1/4)

| Capacidad de Uso | Superficie (Hás.) |
|---|---|
| I | 366.9 |
| II s 0 | 3.499.9 |
| II s 1 | 39.5 |
| II s 2 | 837.3 |
| III s 0 | 576.4 |
| III s 1 | 158.4 |
| III s 2 | 192.8 |
| III w 2 | 2.810.5 |
| III w 5 | 53.0 |
| III e 0 | 12.1 |
| IV s 0 | 61.0 |
| IV s 1 | 14.7 |
| IV w 2 | 1.086.1 |
| IV w 5 | 31.4 |
| IV w 8 | 294.5 |
| IV e 0 | 50.8 |
| IV e 1 | 1.627.7 |
| IV e 2 | 1.265.2 |
| IV e 8 | 280.6 |
| Sub-Total | 13.258.8 |

Continuación Cuadro Resumen de las Clases y Subclases de Capacidad de Uso.-

| Capacidad de Uso | Superficie (Hás.) |
|---|---|
| Sub-Total | 13.258,7 |
| VI e 1 | 820,9 |
| VI e 2 | 10,2 |
| VI e 8 | 494,7 |
| VI | 2.030,9 |
| VII | 6.062,0 |
| VIII | 13,2 |
| Urbano | 80,0 |
| Tranque | 12,2 |
| Superficie Total Reconocida | 22.782,8 |

## LEYENDA

CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS

| CAPACIDAD DE USO | | |
|---|---|---|
| I | 366,9 Hás. | |
| II | 4.378,7 Hás. | |
| III | 3.803,2 Hás. | |
| IV | 4.712,0 Hás. | 13.258,8 Hás. |
| VI | 3.356,6 Hás. | |
| VII | 6.062,0 Hás. | |
| VIII | 13,2 Hás. | 9.431,8 Hás. |
| | TOTAL | 22.690,6 Hás. |
| MISCELANEOS: Urbanos y Tranques | | 92,2 Hás. |
| | TOTAL | 22.782,8Hás. |

N-6 107 000 E-246 000 E-247 000 E-248 000 E-249 000 E-250 000 E-251 000 E-252 000 E-253 000 E-254 000 E-255 000 E-256 000 E-257 000 E-258 000 N-6 107 000

N-6 106 000 N-6 106 000

N-6 105 000 N-6 105 000

N-6 104 000 N-6 104 000

N-6 103 000 N-6 103 000

N-6 102 000 N-6 102 000

N-6 101 000 N-6 101 000

N-6 100 000 N-6 100 000

N-6 099 000 N-6 099 000

N-6 098 000

Esteros Tapihue

Estero Lifi

Estr. Las Palmas

UBICACION DE LAS HOJAS

1 2 4 3

HOJA Nº 1

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

Proyecto
RIEGO VALLE DE PENCAHUE
Estudio de Factibilidad

HIDROSOLVE

Jefe Proyecto E O M
Jefe Area S L G
Jefe Agrologo J M C

ESTUDIO DE SUELOS
CAPACIDAD DE USO

Escala 1:20.000 | Area : AGROECONOMICA
Fecha de Aprobación | Lámina AN-4-3.3.

## LEYENDA

CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS

| CAPACIDAD DE USO | | |
|---|---|---|
| I | 366.9 Hás. | |
| II | 4.878.7 Hás. | |
| III | 3.883.3 Hás. | |
| IV | 4.712.9 Hás. | 13.256.8 Hás. |
| VI | 3.356.9 Hás. | |
| VII | 5.052.9 Hás. | |
| VIII | 13.7 Hás. | 8431.8 Hás. |
| | TOTAL 22.656.6 Hás. | |
| MISCELANEOS: Urbanos y Transporte | 92.2 Hás. | |
| | 22.748.8 Hás. | |

Estero Los Palmeros

Estero Pichingue

Estero Antelenca

Estero Bretaña

Estero Los Peñeros

Estero Tutuca

Estero Los Peñeros

Estero Tutuca

Estero Los Peñeros

Estero Tutuca

UBICACION DE LAS HOJAS

1
2
3

HOJA N92

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

Proyecto
RIEGO VALLE DE PENCAHUE
Estudio de Factibilidad

HIDROSOLVE

Jefe Proyecto E.O.M.
Jefe Area S.I.G.
Jefe Agronomo

ESTUDIO DE SUELOS
CAPACIDAD DE USO

Escala 1:20.000 | Area : AGROECONOMICA

## LEYENDA

CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS

| CAPACIDAD DE USO | | |
|---|---|---|
| I | 368,9 Hás. | |
| II | 6.378,7 Hás. | |
| III | 2 803,2 Hás. | |
| IV | 4 712,9 Hás. | 13.258, 8 Hás. |
| VI | 3 398, 8 Hás. | |
| VII | 5 062,9 Hás. | |
| VIII | 13,2 Hás. | 8.431 9 Hás. |
| MISCELANEOS Urbanos y Transporte | TOTAL | 22 686 6 Hás.<br>812,2 Hás.<br>23.743,6 Hás. |

PENCAHUE

CORINTO

RIO CLARO

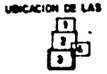
RIO CLARO

FFCC A CURICO

RIO MAULE

FFCC A TALCA

UBICACION DE LAS HOJAS



HOJA N°3

| | | |
|---|---|---|
| REPUBLICA DE CHILE<br>COMISION NACIONAL DE RIEGO | HIDROSOLVE | ESTUDIO DE SUELOS<br>CAPACIDAD DE USO |
| Proyecto<br>RIEGO VALLE DE PENCAHUE | Jefe Proyecto E.D.M<br>Jefe Area S.L.G | Escala 1:20000 Area AGROECONOMICA |

## LEYENDA

CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS

| CAPACIDAD DE USO | | | |
|---|---|---|---|
| I | 366,9 Hás. | | |
| II | 4.376,7 Hás. | | |
| III | 3.803,2 Hás. | | |
| IV | 4.712,0 Hás. | 13.258,8 Hás. | |
| VI | 3.356,6 Hás. | | |
| VII | 6.062,0 Hás. | | |
| VIII | 13,2 Hás. | 9431,8 Hás. | |
| | | TOTAL | 22.690,6 Hás. |
| MISCELANEOS: Urbanos y Tranques | | | 92,2 Hás. |
| | | TOTAL | 22.782,8 Hás. |

E-256.000 E-257.000 E-258.000 E-259.000 E-260.000 E-261.000 E-262.000 E-263.000 E-264.000 E-265.000 E-266.000 E-267.000

N-6.088.000 N-6.087.000 N-6.086.000 N-6.085.000 N-6.084.000 N-6.083.000 N-6.082.000 N-6.081.000 N-6.080.000 N-6.079.000

Estero Huillipangue

RIO CLARO

RIO LIRCAY

Estero Pangüilemo

A SAN RAFAEL

PANGUILEMO

F.F.C.C.

A TALCA

TALCA

UBICACION DE LAS HOJAS

1
2 4
3

HOJA Nº 4

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

Proyecto:
RIEGO VALLE DE PENCAHUE
Estudio de Factibilidad

HIDROSOLVE

Jefe Proyecto E.D.M.
Jefe Area S.L.G.
Jefe Agrologo J.M.C.

# ESTUDIO DE SUELOS
## CAPACIDAD DE USO

Escala 1:20000 | Area : AGROECONOMICA
Fecha de Aprobación | Lámina AN-4-3.3.

3.4.- Cuadro Resumen de los Suelos por Clases de Capacidad de Uso.-

| Clase de Capacidad de Uso | Superficie (Hás.) | % |
|---|---|---|
| I | 366.9 | 1,61 |
| II | 4.376.7 | 19,21 |
| III | 3.803.2 | 16,69 |
| IV | 4.712.0 | 20.68 |
| VI | 3.356.6 | 14,74 |
| VII | 6.062.0 | 26,61 |
| VIII | 13,2 | 0,06 |
| Urbano | 80,0 | 0,35 |
| Tranque | 12,2 | 0,05 |
| Superficie Total Reconocida. | 22.782.8 | 100.00 |

## 4.- Características físico químicas de los Suelos*

### 4.1.- Características físicas de los Suelos.-

- Análisis Granulométrico.-

  Se usó la clasificación del U.S.D.A. en la fracción inorgánica del suelo. Se procedió a la separación y pesada de las partículas de acuerdo con su tamaño en 7 grados y se determinó su porcentaje.

- Método: Pipeta * *

- Retención de agua bajo condiciones controladas ***
- Método: Olla y plato a presión. pF 2,5 ó 1/3 de atmósfera ó Humedad Equivalente (con ollas de presión) y pF 4,2 ó 15 atmósfera ó Coeficiente de Marchitez Permanente (platos de presión y bandejas de cerámica).

  La diferencia entre los dos porcentajes, dá la Humedad Aprovechable ***

- Densidad Aparente ***
- Método: De la parafina con muestras no disturbadas

* Los análisis de las muestras de suelos fueron realizados en el Departamento de Laboratorio de la División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, del Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Agricultura.

** Kilmes y Alexander. (Agriculture Handbook N° 60 United States Departament of Agriculture. "Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, 1954).

*** Dewes, I. and Freitas F. "Phisical and Chemical Methods of Soil and Water Analysis". Soils Bulletin N° 10 FAO, Roma 1970.

Se han agrupado los suelos según sus ordenes en: Vertisoles, Alfisoles, Inceptisoles y Entisoles.

Vertisoles.-

Los vertisoles tienen una escasa representación en el área estudiada; el porcentaje de arcilla fluctua entre 30 y 38%; de texturas franco arcillosa a arcillosa y humedades aprovechables que se desplazan entre 8 y 11%; la densidad específica aparente fluctua entre 1.6 y 1.9 gr/cm3. de suelos.

Alfisoles.-

En este Orden estan representadas el mayor número de las Series del presente estudio; las texturas son principalmente franco arcillosas a arcillosas en los horizontes argílicos. El contenido de arcilla de los horizontes Ap fluctua entre 9 y 28.9%, mientras que en los horizontes argílicos estos valores fluctuan entre 23.4 y 56.9%; y las humedades aprovechables se desplazan entre 5 y 11%; la densidad específica aparente fluctua entre 1.5 y 2.1 gr/cm3. de suelo.

Entisoles.-

El Entisol estudiado presenta texturas francas a franco arcillosa limosa; el contenido de arcilla fluctua entre 15 y 21.5%; la humedad aprovechable se desplaza entre 12 y 14%; la densidad específica aparente fluctua entre 1.5 y 1.8 gr/cm3. del suelo.

Inceptisoles.-

Los Inceptisoles estudiados presentan texturas francas a areno francosa; el contenido de arcilla fluctua entre 20.3 y 4.8%; la humedad aprovechable se desplaza entre 9 y 3%; la densidad específica aparente fluctua entre 1.4 y 1.7 gr/cm3. de suelo.

4.2.- Materia Orgánica.-

Se empleó el método de Walkley-Black *, basado en la oxidación del Carbono orgánico mediante $K_2 C_2 O_7$ y $H_2SO4$.

Vertisoles.-

Presentan contenidos variables de materia orgánica que van desde 0.7 a 3.4 %; observandose descensos bruscos entre el primero y segundo horizonte.

Alfisoles.-

Presentan contenidos variables de materia orgánica que fluctuan entre 2.4 y 0,2 %, el que decrece regularmente en profundidad, siendo brusco el descenso entre el horizonte Ap - y $B_{2t}$. La Serie Cabrería es la que presenta el mayor porcentaje de materia orgánica, en todo el perfil.

Inceptisoles.-

Presentan contenidos variables de materia orgánica que fluctuan entre 3.2 y 0.2 %, el que decrece regularmente en profundidad, siendo este descenso abrupto entre el horizonte - Ap y los horizontes cámbicos.

Entisoles.-

El contenido de materia orgánica fluctua entre 2.4 y 0.9 %, decreciendo su contenido entre 2.4 y 0.9 %, decreciendo su contenido en forma regular, con la profundidad.

## 4.3.- Propiedades Físico - Químicas de los Suelos.-

Para los suélos del Valle de Pencahue se analizaron las siguientes propiedades física-químicas: pH en agua, pH en KCl. 1 N; cationes básicos de intercambio y capacidad de intercambio catíonico.

### Vertisoles.-

El pH en agua varía entre 6.2 y 8.0; el pH en KCl - varía entre 4.8 y 6.5; en ambos casos se observa que el pH aumenta en profundidad, siendo la diferencia entre los pH, constante en todo el perfil. La suma de cationes básicos de inter - cambio fluctua entre 14.9 y 27.4 meq/100 gr. de suelos; siendo los valores mayores a medida que aumenta la profundidad. - La capacidad total de intercambio catíonico varía entre 21.9 y 28.5 meq/100 gr. de suelo y el porcentaje de saturación de bases entre 68 y 96 %; cabe hacer notar que el horizonte Ap presenta un mayor lixiviación que los horizontes C.

### Alfisoles.-

El pH en $H_2O$ varía entre 5.8 y 6.3 en el horizonte - Ap y entre 6.2 y 7.3 para el horizonte de acumulación de arci - lla. En general los valores tienden a aumentar en profundidad. El pH en KCl varía de 4.4 a 4.8 en el horizonte Ap y entre 4.5 y 5.4 en el horizonte argílico. Al igual que el pH en agua, tienden a aumentar en profundidad.

El contenido de cationes básicos de intercambio fluctuan entre 2.4 y 13.2 meq/100 gr. de suelos en el horizonte de acumulación de arcilla.

La capacidad total de intercambio catíonico varía entre 6.4 y 19.8 meq/100 gr. de suelo en el horizonte Ap y entre 8.5 y 35.4 meq/100 gr. de suelos en el horizonte argílico. La capacidad total de intercambio catíonico esta directamente relacionada con el contenido de arcilla. Lo que se puede apreciar, ya que estos valores son mayores en los horizontes argílicos.

El calcio es el principal cateón saturante, seguido del magnesio e hidrógeno.

La saturación básica fluctua entre 38 y 84%; siendo los horizontes Ap los que presentan los porcentajes menores.

Entisoles.-

El pH en agua fluctua entre 6.2 y 7.4; mientras que el pH en KCl varía entre 4.8 y 5.7. En ambos casos el pH aumenta en profundidad. El contenido de cationes básicos de intercambio varía entre 11.6 y 13.5 meq/100 gr; la capacidad total de intercambio catíonico varía entre 13.0 y 19.2 meq/100 gr, mientras que el porcentaje de saturación básica fluctua entre 68 y 89%. Cabe hacer notar que solamente este último parámetro aumenta en profundidad, ya que los otros decrecen debido a la disminución del porcentaje de arcilla.

Inceptisoles.-

El pH en agua del horizonte Ap varía entre 5.3 y 5.6; él del horizonte cámbico entre 6.0 y 6.2 y él de los horizontes C entre 6.2 y 6.7. Cabe hacer notar que el pH aumenta en profundidad.

El contenido de cationes básicos fluctua entre 7.7 y 13.5 meq/100 gr. para el horizonte Ap, entre 8.2 y 11.9 meq/100 gr. de suelo para el horizonte cámbico y entre 4.2 y 8.0 meq/100 gr. de suelos para el horizonte C. El contenido de cationes de intercambio catíonico disminuyen profundidad.

La capacidad total de intercambio varía entre 53 y 78% en el horizonte Ap; entre 58 y 73% para el horizonte cámbico y entre 45 y 69% de los horizontes C.

# A P E N D I C E  I

## Leyenda Descriptiva y de Identificación

### Leyenda descriptiva y símbolos cartográficos asociados.

A continuación se señala la leyenda descriptiva de los factores que conforman los diferentes símbolos cartográficos que aparecen en el presente estudio así como también los factores limitantes que se utilizan en dichos símbolos.

1.- Profundidad.-

En el presente Estudio Agrológico se utilizará la siguiente pauta de profundidad del Suelo, expresada en centímetros :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | = | más de 100 cm. | Muy profundo |
| 2 | = | 70 - 100 cm. | Profundo |
| 3 | = | 40 - 70 cm. | Profundidad media |
| 4 | = | 15 - 40 cm. | Delgado |
| 5 | = | menos de 15 cm. | Muy delgado |

2.- Textura del Suelo.-

(Basado en el Triángulo Textural del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).

| Materiales subyacentes al Suelo (Serie) | | Designaciones de Textura |
|---|---|---|
| Agrupamiento | Símbolos cartográficos y subdivisión del Agrupamiento Textural. | Nombre de la Fracción de Suelo y su abreviatura. |
| FINA | A Muy fina<br>B Fina<br>C Moderadamente fina | Arcilla (A)<br>Arcillo limosa (AL)<br>Franco arcillo limosa (FAL)<br>Franco arcillosa (FA)<br>Franco arcillo arenosa (FAa) |
| MEDIA | D Media | Limo (L)<br>Franco limosa (FL)<br>Franca (F)<br>Franco arenosa muy fina (Famf). |
| GRUESA | E Moderadamente gruesa<br>F Gruesa | Franco arenosa fina (Faf)<br>Franco arenosa (Fa)<br>Areno francosa fina (aFf)<br>Areno francosa muy fina (aFmf)<br>Areno francosa (aF)<br>Areno francosa gruesa (aFg)<br>Arena muy fina (amf)<br>Arena fina (af) |
| MUY GRUESA | G Muy gruesa | Arena media (am)<br>Arena gruesa (ag) |

3.- Factores Limitantes.-

- Pendiente:

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | = | 0 - 1,5% | Plano o casi plano |
| B | = | 1,5- 3 % | Pendiente suave |
| C | = | 3 - 5 % | Pendiente moderada |
| D | = | 5 - 10 % | Pediente moderadamente pronunciada. |
| E | = | más de 10% | Pendiente pronunciada |

- Ondulación:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | = | 0 - 1 % | Muy suave |
| 1 | = | 1 - 3 % | Suave |
| 2 | = | 3 - 5 % | Moderada |
| 3 | = | 5 - 20 % | Fuerte |
| 4 | = | más de 10% | Muy Fuerte |

- Erosión :

| | | |
|---|---|---|
| 0 | - | Ninguna |
| 1 | = | Ligera |
| 2 | = | Moderada |
| 3 | = | Severa |
| 4 | - | Muy severa |

4.- Factores Limitantes Especiales.-

a) Clases de drenaje.-

| | |
|---|---|
| $W_1$ | Moderadamente bien drenado; |
| $W_2$ | Drenaje imperfecto ; |
| $W_3$ | Pobremente drenado; |
| $W_4$ | Muy pobremente drenado |

b) Pedregosidad.-

| | | |
|---|---|---|
| $P_1$ | Ligeramente pedregoso | Suficiente como para interferir ligeramente el laboreo. |
| $P_2$ | Moderadamente pedregoso. | Suficiente como para interferir moderadamente el laboreo. |
| $P_3$ | Muy pedregoso | Suficiente como para inteferir |
| $P_4$ | Extremadamente pedregoso. | Suficiente como para impedir - el laboreo. |

c) Inundación.-

| | |
|---|---|
| $F_1$ | Inundación frecuente (temporal) |
| $F_2$ | Inundación muy frecuente (permanente) |

5.- Ejemplo de Unidad Cartográfica.-

La unidad cartográfica está constituída por una fracción. El numerador está formado por:

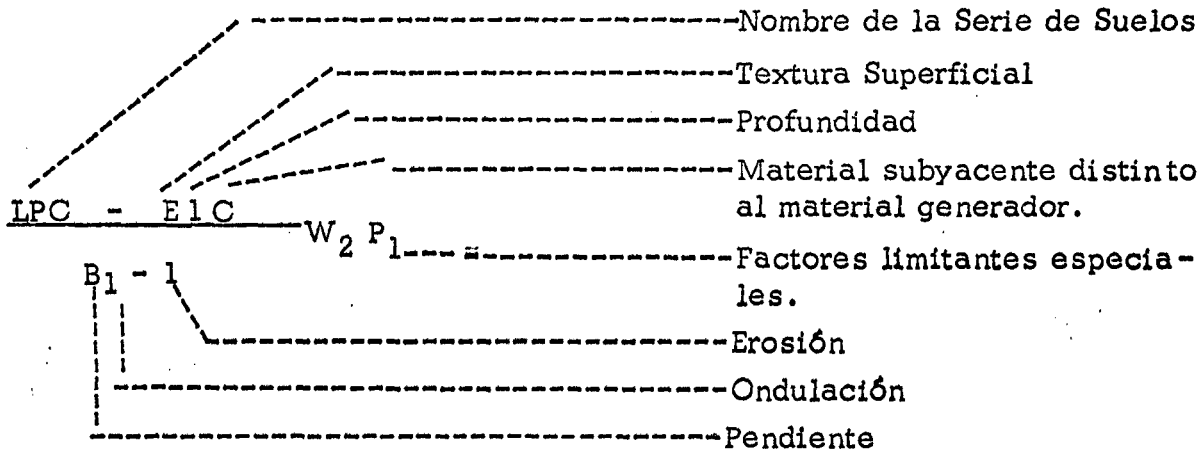
- Nombre de la Serie de Suelo (Sistema Trinomial)
- Textura Superficial (tipo)
- Profundidad (cm.)

El denominador de la fracción está formado por los factores limitantes:

- Pendiente;
- Ondulación;
- Erosión.

Los factores limitantes especiales aparecen multiplicando - la fracción.

Ejemplo:




NOTA: Una pendiente "A" con una ondulación, o erosión "O" no necesita ser anotada.

El símbolo "V" que aparece multiplicando la fracción corresponde a una variante de la Serie.

6.- Símbolos de las variaciones de las Series.-

| | |
|---|---|
| SC | Símbolo Cartográfico |
| C de U | Capacidad de Uso |
| CD | Clase de Drenaje |
| RC | Rotación Cultural |
| AF | Aptitud Frutal |

7.- Capacidad de Uso.-

a) Clases de Capacidad de Uso.

| | |
|---|---|
| I | Sin limitaciones |
| II | Ligeras limitaciones |
| III | Moderadas limitaciones |
| IV | Severas limitaciones |
| V | Apto para cultivos especiales |
| VI | No apto para cultivo |
| VII | Aptitud preferentemente forestal |
| VIII | Apto para vida silvestre y protección de hoyas hidrográficas. |

b) Subclases de Capacidad de Uso.-

| | | |
|---|---|---|
| s | : | Limitaciones en el suelo que afectan el crecimiento de las plantas. |
| e | : | Erosión por viento o por agua |
| w | : | Drenaje o inundaciones |
| c | : | Limitaciones climáticas |

c) Unidad de Capacidad de Uso.-

0 Suelos que presentan una estrata de arena gruesa o muy gravosa que limita la penetración de las raíces y la retención de húmedad.
1 Erosión potencial o actual por agua o viento.
2 Drenaje o riesgos de inundación
3 Subsuelo o substrata de permeabilidad lenta o muy lenta.
4 Texturas gruesas o gravosas en todo el perfil.
5 Texturas finas o muy finas en todo el perfil.
6 Salinidad o alcalinidad suficiente para constituir una limitación o riesgo permanente.
7 Suficientes piedras, quijarros o rocas superficiales que interfieren en las labores.
8 Hardpan, rocas sin meteorizar en la zona de arraigamiento.
9 Baja fertilidad inherente del suelo.

8.- Clase de Drenaje.-

A Bien drenado
B Moderadamente bien drenado
C Drenaje imperfecto
D Pobremente drenado
E Muy pobremente drenado

9.- Rotación Cultural.-

1 Todo cultivo, viñas y frutales
2 Chacra, cereal, pastos y viñas
3 Cereal, pasto, viña y ocacionalmente chacra.
4 Pasto, cereal y chacra
5 Pasto y cereal
6 Pasto y vegetación nativa

10.- Aptitud Frutal.-

| | |
|---|---|
| A | Sin limitaciones |
| B | Ligeras limitaciones |
| C | Moderadas limitaciones |
| D | Severas limitaciones |
| E | No apto. |

# A P E N D I C E III

(Ver Láminas AN4 - APENDICE II. 1/1 a 1/4)

## 2.1.- Series Modales del Valle de Pencahue y Sector Rauquen.-

### 2.1.1.- Serie Cabrería, franca.-

Símbolo Cartográfico: $\frac{CBR - D\,3}{A_2}$

La Serie Cabrería, es un miembro de la Familia Fine loamy over loamy skeletal, mixed, thermic of the Mollic Haploxeralfs. Son suelos de origen coluvial, estratificados; moderadamente profundos en posición de plano inclinado; de colores pardo oscuro, a pardo grisáceo oscuro, en el 10 YR, de textura franca a franco arenosa en los horizontes A y de colores pardo oscuro, en el tono 7.5 YR, de textura franco arcillosa a franco arcillosa arenosa en profundidad.

CARACTERISTICAS FISICAS Y MORFOLOGICAS DEL PERFIL

| PROFUNDIDAD (cm) | | |
|---|---|---|
| Ap | 0 - 17 | Pardo pálido (10 YR 6/3), en seco; pardo oscuro (10 YR 3/3), en húmedo; franca; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; duro en seco; friable en húmedo; estructura de bloques sub-angulares medios, moderados. Poros finos abundantes; raíces medias y finas abundantes; clastos redondeados y angulares abundantes. Límite lineal, difuso. pH 6.3. |

| | | |
|---|---|---|
| $B_{2t}$ | 17 - 52 | Pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arcillosa; plástico, adhesivo, firme en húmedo; estructura de bloques sub-angulares medios, fuertes. Poros finos y medios, comunes; raíces medias y finas, abundantes; gravilla abundante; cutanes de arcilla continuos, delgados sobre la cara de los agregados, comunes. Límite ondulado, claro. pH 6.3. |
| $C_{cl}$ | 52 - 80 y más. | Clastos y gravas angulares de distintos diámetros y distintos grados de meteorización que ocupan del 50 al 60% del volumen, con matriz franco arcillosa de color pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo; plástico y adhesivo; poros gruesos abundantes; raíces finas comunes. pH 6.6 |

Observaciones:- Suelo moderadamente profundo, con gravas y piedras comunes en el perfil del suelo, de buena porosidad y arraigamiento.

Ubicación:- Esta Serie se describió en el predio El Manzano, potrerillo al Norte de las bodegas.

Rango de Variaciones:-

La profundidad efectiva del suelo varía entre 30 y 70 cm. El promedio de la temperatura media anual del suelo se estima entre 15 y 16° C. El horizonte Ap presenta colores pardo oscuro a pardo grisáceo oscuro en los tonos 10YR y 7.5YR, el valor varía entre 2 y 3 de textura franco arenosa, franca y franco limosa. El horizonte $B_{2t}$ presenta colores pardo oscuro a pardo en el tono 7.5YR, el croma varía entre 3 y 4, y el valor entre 2 y

4, de textura franco arcillosa a franco arcillo arenosa, el contenido de piedras y gravas varía de muy escasas a comunes. El horizonte C presenta piedras y gravas angulares en distinto grado de meteorización, que ocupa entre el 30 y 85% del volumen del suelo, con matriz franca a franco arcillosa.

Series Competitivas y sus Diferencias.-

Esta Serie no presenta Series competitivas en el Valle de Pencahue.

Posición.-

Suelo en topografía de plano inclinado con pendientes que varian de 1 a 5% y con ondulaciones ligeras a moderadas. El clima del suelo es xérico , la precipitación media anual es de 605 mm. y la temperatura media anual es de 14.9 °C.

Principales Suelos Asociados.-

Estas son las Series Montanera y en el sector bajo las Series Los Puercos y Tutucura.

Drenaje y Permeabilidad.-

De drenaje bueno a moderadamente bien drenado, de permeabilidad moderada a moderadamente rápida y escurrimiento superficial moderado a rápido. Sin erosión a erosión ligera en algunos sectores.

Uso .-

Se adapta para el cultivo de cereales, pasto, chacras, viñas y ciertos frutales de arraigamiento medio.

Capacidad de Uso. $III_{s\ 0}$

Variaciones de la Serie.-

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{CBR - D3}{A_2}$ | III s 0 | A | 2 | C | 90,7 |
| $\frac{CBR - E3}{A_2}{}_{W_1}$ | III s 2 | B | 3 | C | 100,3 |
| $\frac{CBR - E3}{B_1}$ | IV e 1 | A | 3 | D | 12,6 |
| $\frac{CBR - E3}{B_1}{}_{P_2}$ | IV e 1 | A | 3 | D | 164,5 |
| $\frac{CBR - E4}{B_1 - 1}$ | IV e 1 | A | 4 | E | 19,5 |
| $\frac{CBR - C3}{B_2}{}_{P_2}$ | IV e 1 | A | 3 | D | 8,0 |
| $\frac{CBR - E3}{B_2}{}_{P_2}$ | IV e 1 | A | 3 | D | 42,5 |
| $\frac{CBR - E3}{B_2 - 1}$ | IV e 1 | A | 3 | D | 52,3 |
| $\frac{CBR - C3}{C_1}$ | IV e 1 | A | 3 | D | 15,9 |

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{CBR - E3}{C_1} P_2$ | IV e l | A | 3 | D | 35,5 |
| $\frac{CBR - E4}{C_1 - 1}$ | IV e l | A | 6 | E | 8,7 |
| $\frac{CBR - E4}{C_2 - 2} P_2$ | VI e l | A | 6 | E | 208,0 |
| | | | | | 758,5 |

AREA ...Pencahue..... Nombre del Suelo: Cabrería
Recolector: Julio Munita

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| N° Laboratorio | | 3754 | 3755 | 3756 |
| Horizonte | | Ap | $B_{2t}$ | $C_1$ |
| Profundidad | | 0 - 17 | 17 - 52 | 52 - 80 |
| GRANULOMETRIA (mm) % | 2 | | | |
| | 2 - 1 | 0,2 | 0,8 | 1,5 |
| | 1 - 0,5 | 1,1 | 2,8 | 6,1 |
| | 0,5 - 0,25 | 2,2 | 4,4 | 7,5 |
| | 0,25 - 0,1 | 6,8 | 9,0 | 13,1 |
| | 0,1 - 0,05 | 19,8 | 14,5 | 14,1 |
| | 2 - 0,05 | 30,1 | 31,5 | 42,3 |
| | 0,05 - 0,002 | 43,0 | 38,4 | 42,8 |
| | 0,002 | 26,9 | 30,1 | 14,9 |
| | | F-FA | FA | F |
| Textura | | F | FA | F |
| Densidad Aparente | | 1,6 | 1,7 | 1,8 |
| pF. | 2,5 | 25 | 23 | 23 |
| | 4,2 | 15 | 14 | 15 |
| Humedad Aprovechable | | 10 | 9 | 8 |
| Material Orgánica | | 2,4 | 1,2 | 0,7 |
| Carbono Orgánico % | | 1.4 | 0.7 | 0.4 |
| COMPLEJO CAMBIO me/100 g. pH | $H_2O$ 1:1 | 6.3 | 6.3 | 6.6 |
| | $K_{Cl}$ 1:1 | | | |
| | $CaCO_3$ % | | | |
| | Ca | 9.0 | 8.7 | 9.7 |
| | Mg | 2.7 | 2.6 | 2.9 |
| | K | 1.3 | 0.8 | 0.4 |
| | Na | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| | "S" | 13.2 | 12.3 | 13.1 |
| | H | 6.6 | 5.7 | 5.5 |
| | "T" | 19.8 | 18.0 | 18.6 |
| | "V" | 67 | 68 | 70 |

2.1.2.- Serie Cunculen , franco arenoso

Símbolo Cartográfico. $\frac{CUN - E3}{A_2}\ W_2$

La Serie Cunculen es un miembro de la Familia Fine, Mixed, thermic of the Aquic Palexeralfs. Son suelos derivados de arenisca compactada, en posición de - terraza remanente intermedia. De color pardo a pardo oscuro en el tono 7.5YR, de textura franco arenosa, en superficie y de color pardo grisaceo oscuro a pardo grisaceo muy oscuro, en el tono 10YR, de textura franco arcillosa a arcillosa en profundidad. Presenta concresiones ferromanganésicas y moteados comunes en el horizonte $B_{2t}$, descansando sobre arenisca compactada de color variegado.

CARACTERISTICAS FISICAS Y MORFOLOGICAS DEL PERFIL

| PROFUNDIDAD (cm) | | |
|---|---|---|
| Ap | 0 - 20 | Pardo amarillento oscuro (10 YR 5/4), - en seco, pardo a pardo oscuro (7.5 YR 4/4), en húmedo; franco arenosa; ligeramente plástico, no adhesivo, friable en húmedo, duro en seco, estructura de - bloques subangulares medios, debiles. Poros finos y medios, comunes; raíces finas abundantes, medias comunes; oxidaciones de color pardo amarillento - (10 YR 5/6), en húmedo, comunes. Límite lineal,, abrupto. pH 5.8. |

| | | |
|---|---|---|
| $B_{2t}$ | 20 - 54 | Pardo grisaceo oscuro (10 YR 4/2), en húmedo; arcillosa; muy plástico, muy-adhesivo, muy firme en húmedo, extremadamente duro en seco; estructura - prismática media, fuerte, cuyas caras rompen en la forma de paralelepipedos. Poros finos comunes, medios escasos; raíces finas comunes a escasas; moteados distintos, oscuros, comunes; concresiones ferromanganésicas, medias - y comunes, granilla fina, común; cerosidades de arcilla, delgadas sobre la-cara de los agregados, comunes; slikensides comunes; grietas de hasta - 2 cm., perpendiculares a la superficie, comunes. Límite lineal abrupto. pH 6.6. |
| $C_1$ | 54 y más. | Arenisca compactada, de color variegado y de textura franco arenosa gruesa. pH 7.6 |

Observaciones.- En la zona de contacto de los horizontes $A_p$ $B_{2t}$, se presentan moteados, - concresiones y módulos ferromanganésicos, abundantes.

Ubicación.- Este suelo se describió a 7.2 Km. al - Norte de Pencahue por camino de Pencahue a Botalcura al lado sur-oriente - de la puerta de entrada al predio "La - Aguada".

Rango de Variaciones.- La profundidad efectiva del suelo varía de 25 a 95 cm. El promedio de la temperatura medio anual del suelo se estima que varía entre 15° y 16° C. El horizonte Ap presenta colores pardo a pardo oscuro, en el tono 7.5 YR, el croma varía

entre 3 y 4 y el valor varía entre 2 y 4; de textura franco arenosa a franco arcillo arenosa; de estructura de bloques subangulares medios y finos, débiles. En algunos sectores se presenta un horizonte $B_1$ de textura franco arcillosa a arcillosa, de color variegado, dominante pardo grisaceo oscuro en el tono 10 YR, con abundate moteados y concreciones ferromanganésicas. El horizonte $B_{2t}$ presenta colores pardo grisaceo muy oscuro a pardo grisaceo oscuro, en el tono 10 YR, el croma varía entre 3 y 4 y el valor entre 1 y 2; de texturas franco arcillosa, arcillosa, arcillo arenosa; puede presentar grietas de hasta 2 cm. de espesor perpendiculares a la superficie del suelo; presenta cutanes o cerosidades de arcilla sobre la cara de los agregados. El horizonte $C_1$ representa el material generador constituído por una arenisca compactada que se presenta entre los 30 y 95 cm. de profundidad y es la que limita la profundidad efectiva del suelo. De drenaje moderadamente bueno a pobremente drenado. En algunos sectores esta arenisca se presenta cementada por silice y fierro principalmente.

Series Competitivas y sus Diferencias.-

Estas son las Series Montonera, y Pencahue. La Serie Montonera pertenece al Subgrupo Mollic, mientras que la Serie Pencahue pertenece al Subgrupo Vertic. Ambas Series presentan un horizonte argílico en el tono 5 YR.

Posición.-

La Serie Cunculen ocupa una posición de terraza remanente siendo un suelo plano a moderadamente ondulado, cuya pendiente varía entre menos de 1% y 5%, siendo estas pendientes más fuertes las que se presentan en los bordes de la terraza remanente intermedio. La precipitación anual es de 605 mm. y la temperatura media anual es de 14.9 °C

Principales Suelos Asociados.-

Estas son las Series Las Doscientas y Quepo y Montonera.

Drenaje y Permeabilidad.-

De drenaje imperfecto; permeabilidad moderadamente lenta a lenta, escurrimiento superficial moderadamente lento a moderadamente rápido.

Uso.-

Su aptitud agrícola es para cereales y pastos; ocasionalmente chacras.

Capacidad de Uso.

IV w 2

Variaciones de la Serie.-

| SC | C de U | C D | R C | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{CUN - E2}{B} W_1$ | III s 1 | B | 2 | C | 14,8 |
| CUN - E2 $W_2$ | III w 2 | C | 4 | D | 2,0 |
| CUN - C3 $W_2$ | III w 2 | C | 4 | D | 8,5 |
| CUN - E3 $W_2$ | IV w 2 | C | 4 | E | 122,6 |
| CUN - A3 $W_2$ | IV w 2 | C | 4 | E | 36,4 |
| $\frac{CUN - E3}{A_1} W_2$ | IV w 2 | C | 4 | E | 10,9 |
| $\frac{CUN - E3}{A_2} W_2$ | IV w 2 | C | 4 | E | 136,2 |
| $\frac{CUN - C3}{A_2} W_3$ | IV w 2 | D | 4 | E | 18,9 |
| $\frac{CUN - C3}{B_1} W_2$ | IV w 2 | C | 4 | E | 67,7 |
| $\frac{CUN - E3}{B_1} W_2$ | IV w 2 | C | 4 | E | 261,8 |
| $\frac{CUN - C4}{A_2} W_2$ | IV w 8 | C | 4 | E | 11,5 |
| $\frac{CUN - E4}{B_1} W_2$ | IV w 8 | C | 4 | E | 33,9 |

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{CUN - C3}{C_2} W_2$ | IV e 1 | C | 6 | E | 20,1 |
| $\frac{CUN - E3}{B_2} W_2$ | IV e 2 | C | 5 | E | 176,3 |
| $\frac{CUN - E4}{B_2} W_2$ | IV e 2 | C | 5 | E | 17,9 |
| $\frac{CUN - E3}{C} W_2$ | IV e 2 | C | 5 | E | 70,8 |
| $\frac{CUN - E3}{C_1} W_2$ | IV e 2 | C | 6 | E | 13,7 |
| $\frac{CUN - E4}{C} W_2$ | IV e 8 | C | 5 | E | 22,3 |
| | | | | | 1.046,3 |

AREA : Pencahue

Nombre del Suelo : Cunculen
Recolector : Julio Munita

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nº Laboratorio | | 3751 | 3752 | 3753 |
| Horizonte | | Ap | $B_{2t}$ | $C_1$ |
| Profundidad | | 0 - 20 | 20 - 54 | 54 y más. |
| GRANULOMETRIA (mm) % | 2 | | | |
| | 2 - 1 | 0.2 | 0.2 | 0.8 |
| | 1 - 0,5 | 3.8 | 5.6 | 15.5 |
| | 0,5 - 0,25 | 16.2 | 11.5 | 20.7 |
| | 0,25 - 0,1 | 30.2 | 16.3 | 19.5 |
| | 0,1 - 0,05 | 15.4 | 9.8 | 9.4 |
| | 2 - 0,05 | 65.8 | 43.4 | 65.9 |
| | 0,05 - 0,002 | 25.2 | 17.8 | 25.7 |
| | 0,002 | 9.0 | 38.8 | 8.4 |
| | | Fa | FA-Ac | Fa |
| Material Inorganico % | | 1.8 | 2.0 | 1.8 |
| Textura | | Fa | FA | Fa |
| pF | 2,5 | 14.0 | 31 | 15 |
| | 4,2 | 6.0 | 20 | 10 |
| Humedad Aprovechable | | 8.0 | 11 | 5 |
| Materia Organica | | 1.0 | 0.5 | 0.0 |
| Carbono Organico % | | 0.6 | 0.3 | 0.0 |
| pH | $H_2O$ 1:1 | 5.8 | 6.6 | 7.6 |
| | $KCl$ 1:1 | | | |
| COMPLEJO CAMBIO me/100 g | $CaCO_3$ % | | | |
| | Ca | 1.0 | 9.8 | 6.5 |
| | Mg | 1.1 | 8.0 | 5.3 |
| | K | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| | Na | 0.1 | 0.6 | 016 |
| | "S" | 2.4 | 18.6 | 12.5 |
| | H | | | |
| | "T" | 6.4 | 23.4 | 14.8 |
| | "V" | 38 | 79 | 84 |

2.1.3.- Serie Las Doscientas, franco arenoso

Símbolo Cartográfico : $\frac{LDC - E3}{A_2}W_2$

La Serie Las Doscientas es un miembro de la Familia Fine loamy, mixed, thermic of the Plinthaqualfs. - Son suelos cuyo material generador es arenisca compactada, rica en fierro y manganeso que por los procesos - edafológicos ha originado plinthitas a profundidad; de - profundidad media en posición de terraza remanente in - termedia. El horizonte Ap es de color pardo oscuro, en - el tono 7.5 YR, de textura franco arenosa; el horizonte - $B_{2t}$ presenta colores pardo oscuro, en el tono 7.5 YR; de textura franco arenosa y los horizontes C, de colores - variegados, siendó el pardo a pardo oscuro dominantes, en el tono 7.5 YR, de texturas franco arcillo arenosa a - franco arenosa, estos horizontes se presentan compac - tados y son limitantes para el desarrollo radicular; ade - más de presentar moteados, nódulos y concresiones fe - rromanganésicas abundantes.

CARACTERISTICAS FISICAS Y MORFOLOGICAS DEL PERFIL

| PROFUNDIDAD (cm) | | |
|---|---|---|
| Ap | 0 - 19 | Pardo pálido (10 YR 6/3) en seco; pardo os - curo (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arenosa; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; friable en húmedo; duro en seco, estructura de bloques sub-angulares medios, débiles. Poros medios y finos, comunes; raíces finas comunes; actividad biológica común. Límite lineal, claro. pH 5.9. |

| | | |
|---|---|---|
| $B_{2t}$ | 19 - 47 | Pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arcillo arenosa; plástico, adhesivo; firme en húmedo; estructura maciza, que rompe a bloques sub-angulares medios, débiles. Poros medios y finos, comunes; raíces muy finas, comunes; concresiones ferromanganésicas, comunes; actividad biológica común a escasas. Límite lineal, claro. pH - 6.2. |
| $B_3$ | 47 - 98 | Colores varios, dominante pardo a pardo oscuro (7.5 YR 4/4) en húmedo; franco arcillo arenosa a arcillo arenosa; plástico, adhesivo; firme en húmedo; estructura maciza. No se observan poros, ni raíces; concresiones ferromanganésicas de hasta 3 mm. de diámetro, muy abundante; nódulos y manchas y de Fe y Mn, muy abundantes. Límite lineal, gradual. pH 6.3. |
| $C_1$ | 98 - 120 y más. | Colores varios, predominando el pardo oscuro (7.5 YR 4/4), con manchas negras - (7.5 YR 2/0) franco arcillo arenosa; plástico, adhesivo; firme en húmedo; estructura maciza. No se observan poros ni raíces; - nódulos y concresiones ferromanganésicas muy abundante. pH 6.4. |

Observaciones.- Desde los 47 cm. de profundidad el suelo se presenta compactado, no se observan poros, ni raíces y presenta moteados, concresiones y nódulos ferromanganésicos muy abundantes. Podría considerarse como el material generador meteorizado. Desde el horizonte $B_3$ en profundidad

presenta plinthitas que ocupan más del 60% del volumen del suelo.

Ubicación.-

Esta Serie se describío a 1.2 Km. al Sur-oriente de la cortina del tranque del predio Las Doscientas, por el antiguo camino Pencahue Las Doscientas. La precipitación media anual es de 605 mm. y la temperatura media anual es de 14.9 °C.

Rango de variaciones.-

La profundidad efectiva del suelo varía entre 10 y 70 cm., sobre una arenisca compactada, que en algunos sectores puede estar cementada en su parte superior por silice, fierro y manganeso principalmente. Esta Serie en el sector sur, presenta una estrata pedregosa con matriz franco arcillo arenosa de profundidad variable que la recubre. Para los efectos de clasificación estos sectores, dado su escasa superficie, han sido incluídos como variante de la Serie; generalmente este estrato pedregoso presenta erosión ligera a moderada. El horizonte Ap presenta colores pardo oscuro a pardo grisaceo oscuro, en los tonos 7.5 YR y 10 YR, de texturas franca arenosa a franco arcillo arenosa, presentado en ciertos sectores pedregosidad superficial escasa a abundante. El horizonte $B_{2t}$ presenta colores pardo a pardo oscuro en el tono 7.5 YR; el croma varía entre 3 y 4 y el valor entre 2 y 4; de texturas franco arcillosa a arcillo arenosa, con moteados comunes a abundantes y concresiones y nódulos ferromanganésicos escasos a comunes. Los horizontes C presentan colores variegados, siendo el pardo a pardo oscuro, en el tono 7.5 YR, el dominante; de textura franco arcillosa a arcillo arenosa, llegando a ser, franco arenosa en profundidad; estos horizontes se caracterizan por la gran abundancia de nódulos y concresiones ferromanganésicas que presentan, dando el aspecto de un subsuelo podrido, además debido a su compactación y a su escases de porosidad son limitantes para el desarrollo radicular, representan al-

material generador meteorizado. Se considera que presentan plinthitas a más de un 60% del volumen. El drenaje de estos suelos varía de imperfecto a pobre. Ocupa una posición de terraza intermedia con ondulación ligera a fuerte y pendientes que varía de menor a 1% a 10%, presentandose las de mayor porcentaje en los bordes disectados de estas terrazas. El promedio de la temperatura anual del suelo varía entre 15° y 16 °C aproximadamente.

Series Competitivas y sus Diferencias.-

Esta Serie no tiene series competitivas en el Valle de Pencahue.

Posición.-

Suelo en posición de terraza remanente intermedia; de topografía plana con microrelieve moderada a plano inclinado, disectada y con erosión ligera en los bordes de la terraza.

El clima del suelo es xérico. La precipitación media anual es de 605 mm. y la temperatura media anual es de 14.9 °C.

Principales Suelos Asociados.-

Estas son las Series Cunculen, Quepo, Montonera y Pencahue.

Drenaje y Permeabilidad.-

Drenaje imperfecto, permeabilidad moderadamente lenta a lenta y escurrimiento superficial moderadamente lento.

Uso.-

Su aptitud agrícola es para chacras, cereales y pastos.

Capacidad de Uso.- III w 2

Variaciones de la Serie.-

| SC | C de U | CD | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{LDC - E3}{A_2} W_1 P_2$ | III s 2 | B | 2 | C | 17,1 |
| LDC - E2 $W_2$ | III w 2 | C | 3 | D | 27,3 |
| $\frac{LDC - E2}{A_2} W_2$ | III w 2 | C | 3 | D | 37,1 |
| $\frac{LDC - E3}{A_2} W_2$ | III w 2 | C | 3 | D | 594,3 |
| LDC - E3 $W_3$ | IV w 2 | D | 4 | E | 31,8 |
| $\frac{LDC - C3}{A_2} W_3$ | IV w 2 | D | 4 | E | 35,8 |
| $\frac{LDC - E3}{B} W_2$ | IV w 2 | C | 4 | E | 35,5 |
| $\frac{LDC - C3V}{B_1} W_2$ | IV w 2 | C | 4 | E | 33,8 |
| $\frac{LDC - E3V}{A_2} W_3$ | IV w 2 | D | 4 | E | 14,3 |

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| LDC - E4 $W_3$ | IV w 8 | D | 5 | E | 137.3 |
| LDC - E4V$W_2P_2$ | IV w 8 | C | 5 | E | 30,9 |
| $\frac{LDC - E4}{A_2}W_2$ | IV w 8 | C | 5 | E | 48,4 |
| $\frac{LDC - C3}{C_1}W_2$ | IV e 1 | C | 4 | E | 17,5 |
| $\frac{LDC - E3}{C_1}W_2$ | IV e 2 | C | 4 | E | 95,1 |
| $\frac{LDC - E3}{B_1}W_2$ | IV e 2 | C | 4 | E | 319,9 |
| $\frac{LDC - E3}{B_2}W_2$ | IV e 2 | C | 4 | E | 427,9 |
| $\frac{LDC - E3}{B_1}W_2P_2$ | IV e 8 | C | 4 | E | 92,3 |
| $\frac{LDC - E4V}{A_1}W_2P_2$ | IV e 8 | C | 5 | E | 20,2 |
| $\frac{LDC - E4V}{B_1}W_2P_2$ | IV e 8 | C | 5 | E | 30,1 |
| $\frac{LDC - E4}{C_1}W_2$ | IV e 8 | C | 5 | E | 47,3 |
| $\frac{LDC - E3}{C_2}W_2$ | VI e 1 | C | 6 | E | 178,6 |

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| LDC - E3 $W_1$ / $D_1$ - 2 | VI e 1 | B | 6 | E | 60,2 |
| LDC - E4 / $D_1$ | VI e 1 | A | 6 | E | 51,6 |
| LDC - E4 $W_2 P_3$ / $C_2$ - 1 | VI e 8 | C | 6 | E | 144,0 |
| LDC - E5 / $B_1$ - 1 | VI e 8 | A | 6 | E | 311,5 |
| LDC - E5 / $C_1$ | VI e 8 | A | 6 | E | 39,2 |
| LDC - E5 / $E_2$ | VII | A | 6 | E | 182,3 |
| LDC - E5 / $B_1$ - 3 | VIII | A | 6 | E | 13,2 |
| LDC - E3V $W_2$ / $B_1$ | IV e 1 | C | 4 | E | 10,7 |
| | | | | | 3.153,6 |

AREA : Pencahue

Nombre del Suelo : Las Doscientas

Recolector : Julio Munita

| N° Laboratorio | | 3768 | 3769 | 3770 | 3771 |
|---|---|---|---|---|---|
| Horizonte | | Ap | $B_{2t}$ | $B_3$ | $C_1$ |
| Profundidad | | 0 - 19 | 19 - 47 | 47 - 98 | 98 - 130 |
| GRANULOMETRIA (mm) % | 2 | | | | |
| | 2 - 1 | 0.5 | 0.1 | 1.5 | 0.7 |
| | 1 - 0,5 | 2.8 | 2.0 | 7.7 | 7.2 |
| | 0,5 - 0,25 | 11.3 | 9.3 | 12.2 | 18.6 |
| | 0,25 - 0,1 | 24.0 | 21.2 | 19.0 | 24.0 |
| | 0,1 - 0,05 | 19.4 | 14.4 | 12.7 | 12.2 |
| | 2 - 0,05 | 58.0 | 47.0 | 52.1 | 62.7 |
| | 0,05 - 0,002 | 29.4 | 29.6 | 27.3 | 25.7 |
| | 0,002 | 12.6 | 23.4 | 20.6 | 11.6 |
| | | Fam | F-FAa | FAa | Fa |
| Textura | | Fa | FAa | FAa | Fa |
| Densidad Aparente | | 1.6 | 1.7 | 1.7 | 1.7 |
| pF | 2,5 | 17 | 17 | 21 | 13 |
| | 4,2 | 8 | 11 | 14 | 8 |
| Humedad Aprovechable | | 9 | 6 | 7 | 5 |
| Materia Organica | | 1.6 | 0.5 | 0.2 | 0.2 |
| Carbono Organico % | | 0.9 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |
| COMPLEJO CAMBIO me/100 g | pH $H_2O$ 1:1 | 5.9 | 6.2 | 6.3 | 6.4 |
| | pH $K_{Cl}$ 1:1 | 4.4 | 4.5 | 4.8 | 4.8 |
| | Ca | 1.8 | 2.7 | 3.8 | 2.2 |
| | Mg | 0.4 | 1.2 | 1.6 | 0.7 |
| | K | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.6 |
| | Na | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | "S" | 2.9 | 4.6 | 6.2 | 3.6 |
| | H | | | | |
| | "T" | 6.9 | 8.5 | 12.0 | 5.8 |
| | "V" | 42 | 54 | 52 | 62 |

2.1.4.- Serie Los Puercos, franco arenoso

Símbolo Cartográfico : LPC - E1

La Serie Los Puercos es un miembro de la Familia Coarse loamy, mixed, thermic of the Typic Xerochrepts. Son suelos de origen aluvial, estratificados, profundos. De color pardo oscuro, en el tono 7.5 YR en superficie, de textura franco arenosa y de color pardo a pardo oscuro, en el tono 7.5 YR, de textura areno francosa en profundidad. Descansando sobre un substratum aluvial - constituído por arena gruesa y piedras angulares. El - contenido de materia orgánica decrece regularmente en profundidad.

CARACTERISTICAS FISICAS Y MORFOLOGICAS DEL PERFIL

| PROFUNDIDAD (cm) | | |
|---|---|---|
| Ap | 0 - 26 | Pardo pálido (10 YR 6/3) en seco; pardo - oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arenosa fina; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; duro en seco, friable en húmedo; estructura de bloques subangulares medios; débiles. Poros gruesos, medios y finos, abundantes; raíces medias y finas, - abundantes; actividad biológica abundante. Límite lineal, claro. pH 5.3. |

| | | |
|---|---|---|
| $B_2$ | 26 - 57 | Pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arenosa fina a franco arcillo arenosa; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, friable en húmedo; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Poros medios y finos abundantes; raíces medias y finas, abundantes; actividad biológica abundante. Límite lineal, gradual. pH 6.0. |
| $C_1$ | 57 - 76 | Pardo a pardo oscuro (7.5 YR 4/4) en húmedo; franco arenosa fina; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; friable en húmedo; estructura de bloques sub-angulares medios y finos, débiles. Poros medios y finos, abundante; raíces finas, abundantes, actividad biológica común. Límite lineal, claro. pH 6.2. |
| $C_2$ | 76 - 96 | Pardo a pardo oscuro (7.5 YR 4/4) en húmedo; areno francosa; no plástico, no adhesivo; suelto en húmedo; estructura maciza. Poros finos abundantes; raíces finas comunes, actividad biológica común. Límite lineal, gradual. pH 6.3. |
| $C_3$ | 96 - 130 y más. | Pardo oscuro a pardo fuerte (7.5 YR 4/4), (7.5 YR 5/6) en húmedo; arenosa no plástico, no adhesivo; estructura de grano simple; suelto en húmedo; Poros finos abundantes; raíces finas escasas. pH 6.6. |
| Observaciones.- | | Suelo profundo, que presenta buena porosidad y arraigamiento en todo el perfil. |

Ubicación.-

Esta Serie se describió en el poblado de Botalcura, frente al Reten de Carabineros.

Rango de Variaciones.-

La profundidad efectiva del suelo varía entre 50 y más de 130 cm.; sobre un substratum aluvial constituído por arena gruesa y piedras de diferentes diámetros y grado de meteorización. El promedio de la temperatura media anual del suelo se estima que varía entre 15° y 16 °C. El horizonte Ap presenta colores pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, en los tonos 7.5 YR y 10 YR, el valor varía entre 2 y 4; de texturas arenosas a franco arcillo arenosa, siendo el Tipo franco arenoso el dominante. El horizonte cámbico ($B_2$) se ha podido identificar por el desarrollo de la estructura de bloques subangulares, de colores pardo a pardo oscuro, en los tonos 7.5 YR y 10 YR, siendo los primeros los dominantes, de textura franco arenosa a franco arenosa fina. Los horizontes C presentan colores pardo, pardo oscuro a pardo fuerte, en el tono 7.5 YR, el croma varía entre 4 y 5, y el valor entre 4 y 6; de texturas arenofrancosa a arenosa en profundidad. En algunos sectores, especialmente cerca de los piedmont esta Serie se encuentra sobre un substratum de textura franco arcillo arenosa a arcillosa, lo que limita el drenaje del suelo. En los sectores de texturas gruesas en todo el perfil presentan permeabilidad rápida y drenaje exesivo. Suelo de drenaje exesivo a imperfecto en sectores aislados; de topografía plana a suavemente ondulado (1 a 3% de pendiente).

Series Competitivas y sus Diferencias.-

Esta es la Serie Rauquen la que presenta colores pardo amarillento oscuro, en el tono 10 YR en los horizontes Ap, ($B_2$) y C. Presenta un mayor porcentaje de calcio y magnesio en el complejo de cambio, además la suma de cateones de intercambio es mayor a 10 meq/100 gr. en dicho complejo.

Posición.-

La Serie Los Puercos es un suelo plano con ligero micro relieve, que ocupa una posición de terraza aluvial reciente. El clima del suelo es xérico, la precipitación medial anual es de 605 - mm. y la temperatura media anual es de 14,9 °C.

Principales Suelos Asociados.-

Estas son las Series Tutucura y Las Doscientas.

Drenaje y Permeabilidad.-

Drenaje bueno, permeabilidad moderadamente rápida y escurrimiento superficial lento a muy lento.

Uso.-

Su aptitud agrícola es para todos los cultivos de la - zona, frutales y viñas.

Capacidad de Uso : II s 0

Variaciones de la Serie.-

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| LPC - D1 | II s 0 | A | 1 | B | 48,1 |
| LPC - E1 | II s 0 | A | 1 | B | 2.152,3 |

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| LPC - C1 V | II s 0 | A | 1 | B | 19,1 |
| LPC - E2C / $A_2$ | II s 0 | A | 1 | B | 29,6 |
| LPC - E1 | II s 0 | A | 1 | B | 39,1 |
| LPC - E1 / $A_2$ | II s 0 | A | 1 | B | 650,2 |
| LPC - F1 | II s 0 | A | 1 | B | 141,1 |
| LPC - E1C / $A_2$ | II s 0 | A | 1 | B | 22,7 |
| LPC - E2 | II s 0 | A | 1 | B | 146,9 |
| LPC - E1 / B | II s 0 | A | 1 | B | 39,5 |
| LPC - C1 $W_1$ | II s 2 | A | 1 | B | 25,9 |
| LPC - D1 $W_1$ | II s 2 | A | 1 | B | 59,0 |
| LPC - E1 $W_1$ | II s 2 | A | 1 | B | 81,6 |
| LPC - E1C $W_2$ | II s 2 | A | 1 | B | 25,6 |
| LPC - E1C $W_1$ | II s 2 | A | 1 | B | 143,6 |
| LPC - D1 $W_1$ / $A_2$ | II s 2 | A | 1 | B | 52,7 |

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| LPC - C1 $A_2$ | III s 0 | A | 2 | C | 49,7 |
| LPC - F2 | III s 0 | A | 2 | C | 103,9 |
| LPC - F2 $A_2$ | III s 0 | A | 2 | C | 57,4 |
| LPC - E3 $P_1$ $B_1$ | III s 0 | A | 2 | C | 15,2 |
| LPC - F2 $B_1$ | III s 1 | A | 2 | C | 24,5 |
| LPC - E1 $B_2$ | III s 1 | A | 2 | C | 21,9 |
| LPC - E2 $B_2$ | III s 1 | A | 2 | C | 27,4 |
| LPC - E3 $B_2$ | III s 1 | A | 2 | C | 37,2 |
| LPC - E2C $W_1$ $B_1$ | III s 2 | B | 2 | C | 8,0 |
| LPC - E3 $W_1$ | III s 2 | B | 2 | C | 9,1 |
| LPC - E3C $W_1$ | III s 2 | B | 2 | C | 58,3 |
| LPC - E1 $W_2$ | III w 2 | C | 3 | D | 31,4 |

| SC | C de U | C D | R C | A F | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{LPC - E2}{B_1} W_2$ | III w 2 | C | 3 | D | 40,1 |
| $\frac{LPC - C1}{B_2} W_2$ | III w 2 | C | 3 | D | 1,9 |
| LPC - C1 $W_2$ | III w 2 | C | 3 | D | 24,2 |
| LPC - G2 | IV s 0 | A | 4 | D | 19,3 |
| $\frac{LPC - E2}{C_1}$ | IV e 1 | A | 6 | D | 2,9 |
| $\frac{LPC - E2}{C_1} W_1$ | IV e 1 | B | 6 | D | 4,3 |
| | | | | | 4.361,0 |

AREA : Pencahue

Nombre del Suelos: Los Puercos

Recolector : Julio Munita

| N° Laboratorio | | 3777 | 3778 | 3779 | 3780 | 3781 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Horizonte | | Ap | ($B_2$) | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ |
| Profundidad | | 0 - 26 | 26 - 57 | 57 - 76 | 76 - 96 | 96 - 130 más. |
| GRANULOMETRIA % (mm) | 2 | | | | | |
| | 2 - 1 | 1.7 | 1.5 | 1.7 | 1.0 | 7.2 |
| | 1 - 0,5 | 1.5 | 9.5 | 14.4 | 10.4 | 32.2 |
| | 0,5 - 0,25 | 11.1 | 14.5 | 23.2 | 26.0 | 26.4 |
| | 0,25 - 0,1 | 14.8 | 15.0 | 17.2 | 20.0 | 14.6 |
| | 0,1 - 0,05 | 15.2 | 16.5 | 14.3 | 12.8 | 6.0 |
| | 2 - 0,05 | 51.3 | 57.0 | 70.8 | 70.2 | 86.4 |
| | 0,05 - 0,002 | 35.2 | 27.0 | 18.4 | 19.8 | 8.8 |
| | 0,002 | 13.5 | 16.0 | 10.8 | 10.0 | 4.8 |
| | | Fa | Fa | Fa | Fa | a |
| Textura | | Fa | Fa | Fa | Fa | aF |
| Densidad Aparente | | 2.0 | 1.6 | 1.6 | 1.7 | 1.4 |
| pF | 2,5 | 21 | 17 | 14 | 12 | 7 |
| | 4,2 | 13 | 10 | 8 | 6 | 4 |
| Humedad Aprovechable | | 8 | 7 | 6 | 6 | 3 |
| Materia Orgánica | | 2.8 | 1.0 | 0.5 | 0.3 | 0.2 |
| Carbono Orgánico | | 1.6 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| pH | $H_2O$ 1:1 | 5.3 | 6.0 | 6.2 | 6.3 | 6.6 |
| | $K_{Cl}$ 1:1 | 4.2 | 4.2 | 4.3 | 4.3 | 4.4 |
| COMPLEJO CAMBIO me/100 g | Ca | 5.6 | 6.4 | 5.7 | 4.1 | 2.9 |
| | Mg | 1.5 | 1.5 | 1.6 | 1.2 | 1.2 |
| | K | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.0 |
| | Na | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| | "S" | 7.7 | 8.2 | 7.5 | 5.5 | 4.2 |
| | H | 6.7 | 6.0 | 4.6 | 6.7 | 2.9 |
| | "T" | 14.4 | 14.2 | 12.1 | 12.2 | 7.1 |
| | "V" | 53 | 58 | 62 | 45 | 59 |

2.1.5.- Serie Montonera, franco arcillo gravoso.

Símbolo Cartográfico: $\frac{MNT - C3}{B_2} W_1 P_2$

La Serie Montonera es un miembro de la Familia Fine, mixed, thermic of the Mollic Palexeralfs. Son suelos en posición de piedmont (plano inclinado de 2 a 10% de pendiente), moderadamente profundo, que presenta - pedregosidad superficial escasa a abundante y gravas y piedras en el perfil suelos de colores pardo oscuro, en el tono 7.5 YR, de textura franco arcillo arenosa en superficie y de colores pardo rojizo oscuro a pardo amarillento en húmedo, en los tonos 7.5 YR y 10 YR, de texturas franco arcillo arenosa a arcillosa. El suelo descansa sobre el material generador meteorizado, constituído principalmente por rocas porfiríticas.

CARACTERISTICAS FISICAS Y MOROFOLOGICAS DEL PERFIL

| PROFUNDIDAD (cm) | | |
|---|---|---|
| Ap | 0 - 14 | Pardo (7.5 YR 5/4) en seco; pardo oscuro - (7.5 YR 3/2), en húmedo; franco arcillo gravosa; ligeramente plástico, ligeramente - adhesivo; friable en húmedo; duro en seco; estructura de bloques sub-angulares, medios, moderados. Poros medios y finos, comunes; raíces medias y finas, comunes; - gravas angular abundante; actividad biológica común. Límite ondulado, claro. pH - 6.3. |

| | | |
|---|---|---|
| $B_{21t}$ | 14 - 46 | Pardo rojizo (5 YR 4/4) en seco; Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4), en húmedo; arcillo - gravosa; muy plástico, muy adhesivo; firme en húmedo; duro en seco; estructura prismática, media que rompe a bloques angulares medios, moderados. Poros medios y finos - comunes; raíces medias y finas comunes; - nódulos ferromanganésicos abundantes; cerosidades de arcilla comunes; grava angular abundante; actividad biológica común. Límite ondulado, claro. pH 6.3. |
| II $B_{22t}$ | 46 - 62 | Pardo amarillento (10 YR 5/4), en húmedo; - arcillo gravoso; muy plástico, muy adhesivo; firme en húmedo; estructura prismática, gruesa, moderada. Poros finos, comunes; raíces finas escasas; crotovinas comunes; cerosidades de arcilla sobre la cara de los agregados; gravas y piedras angulares abundantes. Límite ondulado, abrupto. pH 6.8. |
| II $B_{23t}$ | 62 - 81 | Pardo a pardo oscuro (7.5 YR 4/4) en húmedo; arcillosa; muy plástico, muy adhesivo; muy - firme en húmedo, estructura maciza. Poros - finos escasos; raíces muy escasas; gravilla angular abundante piedras angulares comunes. Límite lineal difuso. pH 7.3. |
| II $B_3$ | 81 - 100 y más. | Color vario, predominante. Pardo a pardo - oscuro y pardo (7.5 YR 4/2; 7.5 YR 5/2), en húmedo; franco arcillosa a arcillosa; plástico, adhesivo; muy firme en húmedo; estructura maciza. Roca en avanzado estado de - meteorización. pH 7.8. |

Observaciones.-

Presenta piedras comunes tanto en superficie como en el perfil del suelo.

Ubicación.-

Esta Serie se describió un kilómetro al Norte del cruce del camino Pencahue - Botalcura Litú, en el sector oriente.

Rango de Variaciones.-

La profundidad efectiva del suelo varía entre 30 y 100 cm. El promedio de la temperatura media anual del suelo a 50 cm. de profundidad, se estima que varía entre 15 y 16° C. El horizonte Ap presenta colores pardo a pardo oscuro, en el tono 7.5 YR, - el croma varía entre 3 y 4 y el valor entre 2 y 4, de texturas franco arenosa a franco arcillo arenosa y franco arcillo gravosa; con un contenido de piedra que varía de escaso a abundante en la superficie del suelo. Los horizontes $B_{2t}$ presentan colores pardo rojizo oscuro, pardo a pardo oscuro, a pardo amarillento en los tonos 5 YR; 7.5 YR y 10 YR, el croma varía entre 4 y 5 y presenta un valor de 4 en todos los horizontes, el contenido de arcilla aumenta en profundidad; el contenido de gravas y piedras varía de común a muy abundante dependiendo de la posición y del grado dependiente, de texturas arcillo gravosa, arcillosa, a franco arcillo gravosa. el % de saturación de base el mayor 75%. El horizonte $B_3$ representa al material generador en avanzado estado de meteorización, donde se ha desarrollado arcilla y hay evidencia de eluviación de ella.

Series Competitivas y sus Diferencias.-

Estas son las Series Cunculen y Pencahue. La Serie - Cunculen pertenece al Subgrupo Aquic, tiene un horizonte argílico cuyo espesor es inferior a 50 cm. y presenta colores en el tono - 10 YR. La Serie Pencahue pertenece al Subgrupo Vertic y presenta colores en el tono 5 YR a través de todo el perfil.

Posición.-

La Serie Montonera ocupa una posición de piedmont (plano inclinado), con pendientes que varian entre 2 y 10%, - las que pueden ser combinadas y/o disectadas, en forma de - lomaje suaves. El clima del suelo es xérico, la precipitación media anual es de 605 mm. y la temperatura media anual es de 14.9° C.

Principales Suelos Asociados.-

Estas son las Series Cabrería, Pencahue, Asociación Montonera y Las Doscientas.

Drenaje y Permeabilidad.-

Moderadamente bien drenado, permeabilidad moderada a moderadamente lenta y escurrimiento superficial moderadamente rápido.

Uso.-

Su aptitud agrícola es para cereales, pastos, viñas y ocasionalmente chacras.

Capacidad de Uso: IV eo

Variaciones de La Serie.-

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| MNT - E3 $W_1$ $P_2$ / $B_1$ | IV e 0 | B | 4 | E | 37,4 |
| MNT - C2 $W_1$ / $B_2$ | IV e 1 | B | 4 | E | 4,2 |
| MNT - E3 $W_1$ / $B_1$ | IV e 1 | B | 4 | E | 42,7 |
| MNT - C3 $W_1$ / $B_2$ | IV e 1 | B | 4 | E | 26,3 |
| MNT - C3 $W_1$ / $B_1$ - 1 | IV e 1 | B | 4 | E | 24,4 |
| MNT - C2 / $C_1$ | IV e 1 | A | 6 | E | 16,5 |
| MNT - C2 $W_1$ / $B_2$ - 1 | IV e 1 | B | 4 | E | 59,4 |
| MNT - C2 $W_1$ / $C_2$ - 1 | IV e 1 | B | 6 | E | 26,6 |
| MNT - E3 / $B_1$ - 1 | IV e 1 | B | 5 | E | 6,5 |
| MNT - C3 $W_1$ $P_2$ / $B_2$ | IV e 1 | B | 5 | E | 218,4 |
| MNT - C3 $W_1$ $P_2$ / $B_2$ - 1 | IV e 1 | B | 5 | E | 85,1 |
| MNT - C3 $W_1$ $P_2$ / $B_3$ - 1 | IV e 1 | B | 6 | E | 53,8 |

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{MNT - C3}{C_2 - 1} W_1$ | IV e 1 | B | 6 | E | 17,7 |
| $\frac{MNT - C3}{C_2 - 1} W_2$ | IV e 1 | C | 6 | E | 32,8 |
| $\frac{MNT - E4}{B_2} W_1$ | IV e 1 | B | 5 | E | 13,7 |
| $\frac{MNT - C4}{C_2} P_2$ | IV e 1 | A | 6 | E | 69,0 |
| $\frac{MNT - C3}{B_2 - 1} W_2$ | IV e 2 | C | 5 | E | 31,2 |
| $\frac{MNT - C2}{B_2 - 1} W_2$ | IV e 2 | C | 5 | E | 12,1 |
| $\frac{MNT - E3}{B} W_2$ | IV e 2 | C | 4 | E | 40,1 |
| $\frac{MNT - E3}{C} W_2P_1$ | IV e 2 | C | 5 | E | 47,9 |
| $\frac{MNT - C3}{C_2 - 1} W_1P_3$ | VI e 1 | B | 6 | E | 12,5 |
| $\frac{MNT - C3}{C_2 - 1} P_3$ | VI e 1 | A | 6 | E | 167,9 |
| $\frac{MNT - C3}{C_2} P_3$ | VI e 1 | A | 6 | E | 123,6 |
| $\frac{MNT - E4}{C_3} W_2$ | VI e 1 | C | 6 | E | 8,3 |
| $\frac{MNT - E3}{C_2} W_2P_1$ | VI e 2 | C | 6 | E | 10,2 |
| $\frac{MNT - C2}{E_2} W_2P_3$ | VII | C | 6 | E | 5,2 |
| | | | | | 1.193,5 |

AREA .Pencahue..... Nombre del Suelo: Montonera
Recolector: Julio Munita

| Nº Laboratorio | | 3772 | 3773 | 3774 | 3775 | 3776 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Horizonte | | Ap | $B_{21t}$ | $IIB_{22t}$ | $IIB_{23t}$ | $IIB_3$ |
| Profundidad | | 0 - 14 | 14-46 | 46-62 | 62-81 | 81-100 |
| GRANULOMETRIA (mm) % | 2 | | | | | |
| | 2-1 | 6.0 | 5.7 | 5.5 | 1.5 | 2.0 |
| | 1 - 0,5 | 11.7 | 11.5 | 12.6 | 5.7 | 10.6 |
| | 0,5 - 0,25 | 9,7 | 6.6 | 6.8 | 4.8 | 8.0 |
| | 0,25 - 0,1 | 11.6 | 7.0 | 7.0 | 5.2 | 6.4 |
| | 0,1 - 0,05 | 14,7 | 9,7 | 7,4 | 6,7 | 7.2 |
| | 2 - 0,05 | 53.7 | 40.5 | 39.3 | 23.9 | 34.2 |
| | 0,05 - 0,002 | 32.4 | 31.4 | 21.3 | 31.0 | 30.3 |
| | 0,002 | 13.9 | 28.1 | 39.4 | 45.1 | 35.5 |
| Textura | | Fa | FA | FA | A | FA |
| Densidad Aparente | | 1,9 | 1,8 | 1.8 | 2,0 | 1,6 |
| pF | 2.5 | 18 | 20 | 29 | 31 | 25 |
| | 4.2 | 10 | 14 | 21 | 22 | 18 |
| Humedad aprovechable | | 8 | 6 | 8 | 9 | 7 |
| Materia Organica | | 1.6 | 0.7 | 0.5 | 0.3 | 0.3 |
| Carbono Organico % | | 0.9 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| COMPLEJO CAMBIO me/100 g | pH $H_2O$ 1:1 | 6.3 | 6.3 | 6.8 | 7.3 | 7.8 |
| | pH KCl 1:1 | 4.8 | 4.8 | 5.4 | 5.4 | 5.6 |
| | $CaCO_3$ % | | | | | |
| | Ca | 2.8 | 4.8 | 6.9 | 10.1 | 9.3 |
| | Mg | 2.4 | 3.0 | 10.2 | 16.7 | 13.0 |
| | K | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| | Na | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.3 |
| | "S" | 5.6 | 8.1 | 17.5 | 27.3 | 22.8 |
| | H | 3.6 | 6.3 | 5.7 | 8.2 | 4.3 |
| | "T" | 9.2 | 15.4 | 23.2 | 35.5 | 27.1 |
| | "V" | 6.1 | 53 | 75 | 77 | 83 |

2.1.6.- Serie Pencahue, franco arenosa fina

Símbolo Cartográfico : $\frac{PNH - E1}{C_2}{}_{W_1}$

La Serie Pencahue es un miembro de la Familia Fine, mixed, thermic of the Vertic Palexeralfs. Son - suelos moderadamente profundos a profundos, con pendientes que varían de 2 a 10% o más, en posición de - piedmont. De color pardo oscuro en el tono 10 YR y de texturas franco arenosa fina a franco arcillosa arenosa en superficie, y de colores pardo rojizo oscuro a rojo amarillento, en el tono 5 YR, de texturas arcillosas, - en profundidad. Presenta gravas angulares comunes en todo el perfil.

CARACTERISTICAS FISICAS Y MORFOLOGICAS DEL PERFIL

| PROFUNDIDAD | (cm) | |
|---|---|---|
| Ap | 0 - 13 | Pardo amarillento (10 YR 6/4), en seco pardo (10 YR 4/3) en húmedo, franco arenosa fina a franco arcillo arenosa, plástico, ligeramente adhesivo, friable en húmedo, - muy duro en seco; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Poros finos abundantes, medios comunes, raíces finas abundantes; actividad biológica, común; - gravilla angular, común. Límite lineal claro. pH 5.9. |

| | | |
|---|---|---|
| $B_1$ | 13 - 32 | Pardo (7.5 YR 5/4), en seco; pardo rojizo - oscuro ( 5 YR 3/4), en húmedo; franco arenosa fina; plástico, adhesivo, friable en húmedo; duro en seco; estructura de bloques - subangulares, medios, moderados. Poros - medios y finos comunes; raíces medias escasas, finas comunes; actividad biológica común; gravas y clastos angulares, comunes. Límite ondulado, abrupto. pH 6.2. |
| $B_{2tb}$ | 32 - 70 | Rojo amarillento (5 YR 4/6), en húmedo; arcillosa; muy plástico, muy adhesivo; muy - firme en húmedo; extremadamente duro en - seco; estructura prismática gruesa, fuerte. Poros finos, comunes; raíces finas, escasas, sobre la cara de los agregados; cerosidades de arcilla, gruesas, continuas, sobre la cara de los agregados; grietas de hasta 2 cm. de espesor perpendiculares a la superficie; gravas angulares comunes a abundantes. Límite lineal, gradual. pH 6.6. |
| $B_{22tb}$ | 70 - 100 | Pardo rojizo (5 YR 4/4), en húmedo; arcillosa, muy plástico, muy adhesivo; muy firme en húmedo; extremadamente duro en seco, - estructura prismática gruesa, fuerte. Poros finos comunes, raíces finas muy escasas, - sobre la cara de los agregados; cutanes de arcilla, gruesos, continuos, sobre la cara - de los agregados; concresiones ferromanganésicas, medias, comunes, gravas angulares abundantes. pH 6.8. |

Observaciones.-

La estructura prismática rompe en sus caras de fractura en paralelepipedos.

Ubicación.-

Esta Serie se describió a un kilómetro al norte, del camino Talca a Pencahue, por la primera entrada pasado el cruce a Quepo.

Rango de Variaciones.-

La profundidad efectiva del suelo varía entre 30 y más de 100 cm.; dependiendo de su posición, grado de pendiente y grado de erosión. La temperatura media anual del suelo se estima que varía entre 15° y 16° C. El horizonte Ap presenta colores pardo, pardo oscuro a pardo rojizo oscuro, en los tonos 10 YR, 7.5 YR y 5 YR; el croma varía entre 3 y 4 y el valor entre 2 y 3; de textura franco arenosa a franco arcillosa, franco arcillo arenosa, el contenido de gravas varía entre escaso y común; en algunos sectores presenta pedregosidad superficial escasa a abundantes. El horizonte $B_1$ en algunos sectores no se encuentra presente, de colores pardo rojizo oscuro, en el tono 5 YR, el croma varía entre 3 y 4 y el valor entre 2 y 4; de texturas franco arenosa muy fina, franco a franco arcillo arenosa; presenta gravas angulares escasas a abundantes. Los horizontes $B_{2tb}$, representan horizontes enterrados, que se han desarrollado a partir de las rocas que constituyen los cerros; de colores rojo amarillento a pardo rojizo en el tono 5 YR; el croma es 4 y el valor varía entre 4 y 6; de texturas arcillosa a arcillo-gravosa, con un contenido de arcilla superior al 50 % en todo el horizonte argílico; en su parte inferior presenta concresiones de fierro y manganeso de forma redondeada, finas a medias y de escasas a abundantes, dependiendo del drenaje del suelo. La pendiente del suelo varía entre 2 y más de 10%, con microrelieve ligero a moderadamente ondulado. En algunos sectores presenta erosión de zanjas ligera a moderada. La clase de drenaje varía de moderadamente bien drenado a drenaje imperfecto. La pedregosidad y rocosidad puede ser común, en algunos sectores. En los sectores de menor profundidad el suelo descansa sobre un substratum constituído por piedras angulares de diversos tamaños, con matriz franco arcillosa a arcillosa.

Series Competitivas y sus Diferencias.-

Estas son las Series Cunculen y Montonera. La Serie - Cunculen pertenece al Subgrupo Aquic y el horizonte argílico presenta colores pardo grísaceo oscuro, en el tono 10 YR. La Serie - Montonera pertenece al Subgrupo Mollic y presenta un horizonte argílico con un contenido inferior de arcilla, de colores pardo rojizo oscuro a pardo amarillento, en los tonos 5 YR, 7.5 YR y 10 - YR.

Posición.-

La Serie Pencahue es un suelo en posición de piedmont, de origen aluvio-coluvial, con pendientes que varía de 2 a más de 10%. De microrelieve moderado a moderadamente ondulado; presentandose disectado por quebradas que lo cruzan. El clima es xérico; la precipitación media anual es de 605 mm. y la temperatura media anual es de 14.9 °C.

Principales Suelos Asociados.-

Estas son las Series Cabrería, Montonera, Las Doscientas y Cunculen.

Drenaje y Permeabilidad.-

Moderadamente bien drenado; de permeabilidad ~~moderadamente lenta a~~ lenta y escurrimiento superficial moderadamente rápido a rápido.

Uso.-

Su aptitud agrícola es para cereales, pastos, viñas y - ocasionalmente chacras.

Capacidad de Uso : IV e 1

Variaciones de la Serie.-

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| PNH - E2 $_{B}$ $P_2$ | III s 0 | A | 2 | C | 11,8 |
| PNH - C3 $_{B}$ | III s 1 | A | 2 | C | 8,0 |
| PNH - C3 $W_2$ | III w 2 | C | 4 | D | 9,2 |
| PNH - C3 $_{A_2}$ $W_2$ | III w 2 | C | 4 | D | 116,1 |
| PNH - E3 $_{B}$ $W_1$ | IV s 1 | B | 4 | D | 14,7 |
| PNH - E3 $_{B}$ $W_2$ | IV w 2 | C | 4 | E | 22,5 |
| PNH- C3 $_{B_2}$ $W_2$ | IV w 2 | C | 4 | E | 81,5 |
| PNH - C4 $_{A_3}$ $W_2$ | IV w 8 | C | 5 | E | 29,6 |
| PNH - A2 $_{B_2}$ $W_1$ | IV e 1 | B | 4 | E | 15,4 |

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| PNH - E2 $W_1$ / $C_2$ | IV e 1 | B | 6 | E | 26,2 |
| PNH - E3 $W_1$ / $B_2$ | IV e 1 | B | 4 | E | 80,8 |
| PNH - E3 / B | IV e 1 | A | 3 | E | 6,9 |
| PNH - E3 $W_1 P_2$ / $B_2$ | IV e 1 | B | 4 | E | 63,2 |
| PNH - E3 $W_1 P_2$ / $B_1$ | IV e 1 | B | 4 | E | 16,7 |
| PNH - A3 $W_1$ / $B_2$ | IV e 1 | B | 4 | E | 49,5 |
| PNH - C3 $W_1$ / $B_2$ | IV e 1 | B | 5 | E | 98,3 |
| PNH - E3 $W_1$ / $C_1$ | IV e 1 | B | 6 | E | 10,8 |
| PNH - E3 $W_1 P_2$ / C | IV e 1 | B | 5 | E | 21,6 |
| PNH - C3 $W_1$ / $C_1$ | IV e 1 | B | 6 | E | 12,3 |
| PNH - E3V $W_1$ / $C_2$ | IV e 1 | B | 6 | E | 52,4 |
| PNH - C4 $W_1 P_2$ / $B_2$ | IV e 1 | B | 5 | E | 61,5 |

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{PNH - C2}{B_1} W_2$ | IV e 2 | C | 4 | E | 12,3 |
| $\frac{PNH - A3}{C_2} W_1$ | VI e 1 | B | 6 | E | 10,2 |
| | | | | | 831,5 |

AREA ; Pencahue

Nombre del Suelo : Pencahue

Recolector : Julio Munita

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| N° Laboratorio | | 3757 | 3758 | 3759 | 3760 |
| Horizonte | | Ap | $B_1$ | $B_{21t}$ | $B_{22t}$ |
| Profundidad | | 0 - 13 | 13 - 32 | 32 - 70 | 100 |
| GRANULOMETRIA (mm) % | 2 | | | | |
| | 2 - 1 | 1.2 | 0.7 | 0.0 | 0.5 |
| | 1 - 0,5 | 5.4 | 2.8 | 0.7 | 2.6 |
| | 0,5 - 0,25 | 7.3 | 4.6 | 1.4 | 2.7 |
| | 0,25 - 0,1 | 11.4 | 9.6 | 2.4 | 4.6 |
| | 0,1 - 0,05 | 11.3 | 11.7 | 2.4 | 5.4 |
| | 2 - 0,05 | 36.6 | 29.4 | 6.9 | 15.8 |
| | 0,05 - 0,002 | 34.5 | 47.9 | 36.2 | 29.9 |
| | 0,002 | 28.9 | 22.7 | 56.9 | 54.3 |
| Textura | | FA | F | A | A |
| Densidad Aparente | | 1.5 | 1.7 | 2.1 | 1.8 |
| pF | 2,5 | 25 | 23 | 39 | 37 |
| | 4,2 | 14 | 14 | 26 | 25 |
| Humedad Aprovechable | | 11 | 9 | 13 | 12 |
| Materia Organica | | 1.7 | 0.7 | 0.7 | 0.5 |
| Carbono Organico % | | 1.0 | 0.4 | 0.4 | 0.3 |
| pH | $H_2O$ 1:1 | 5.9 | 6.2 | 6.6 | 6.8 |
| | $K_{Cl}$ 1:1 | | | | |
| | $CaCO_3$ % | | | | |
| COMPLEJO CAMBIO me/100 g | Ca | 4.7 | 6.1 | 12.9 | 13.9 |
| | Mg | 1.6 | 2.8 | 12.2 | 12.7 |
| | K | 0.2 | 0.1 | 0.3 | 0.2 |
| | Na | 0.1 | 0.2 | 0.9 | 0.9 |
| | "S" | 6.6 | 9.2 | 26.3 | 27.7 |
| | H | 5.1 | 4.1 | 8.2 | 5.3 |
| | "T" | 11.7 | 15.8 | 34.5 | 33.0 |
| | "V" | 56 | 60 | 76 | 84 |

2.1.7.- Serie Quepo, franco arcillosa.

Símbolo Cartográfico : QEP - A2 $W_2$

La Serie Quepo es un miembro de la Familia Fine, montmorillonitic, thermic, of the Aquic Chromoxererts. Son suelos de color pardo oscuro, en el tono 7.5 YR; de textura franco arcillosa a arcillosa en superficie y de color gris muy oscuro a gris oscuro en el tono 10-YR, de textura franco arcillosa a arcillosa en profundidad. Presenta grietas de más de 1 cm. de grosor, que se extiende desde la superficie hasta 50 y más cm. de profundidad y que permanecen abiertos por más de noventa días consecutivos en los meses de verano.

CARACTERISTICAS FISICAS Y MORFOLOGICAS DEL PERFIL

| PROFUNDIDAD | (cm) | |
|---|---|---|
| $A_1$ | 0 - 9 | Pardo (7.5 YR 5/4), en seco; pardo oscuro (7.5 YR 3/2), en húmedo; franco arcillosa a arcillosa; muy plástico, adhesivo; firme en húmedo; extremadamente duro, en seco; estructura maciza. Poros finos comunes a escasos; raíces finas comunes; oxidaciones finas, comunes; concresiones de fierro y manganeso medias; comunes a escasas. Límite lineal, claro. |

| | | |
|---|---|---|
| $C_1$ | 9 - 53 | Gris muy oscuro (10 YR 3/1), en húmedo; arcillosa; muy plástico, muy adhesivo; - muy firme en húmedo; extremadamente duro, en seco; estructura prismática, media fuerte. Poros muy finos, comunes; raíces finas, comunes, concresiones de fierro y manganeso, finas, comunes; gravas finas, comunes. Límite lineal, gradual. |
| $C_2$ | 53 - 80 y más. | Gris oscuro (10 YR 4/1), en húmedo; arcillosa; muy plástico, muy adhesivo; muy - firme en húmedo; extremadamente duro; en seco; extructura prismática, gruesa, fuerte. Poros finos comunes, raíces gruesas ocasionales; finas comunes a escasas; - concresiones de fierro y manganeso, finas, escasas, slikensides, comunes sobre la cara de los agregados. |

Observaciones.-

En el contacto entre el horizonte Ap y $C_1$ se presentan una zona con oxidaciones comunes a abundantes, presenta grietas de más de cm. de espesor desde la superficie hasta 50 cm. y más de profundidad. El horizonte $C_2$ puede presentar bandas - finas de arena.

Ubicación.-

Esta Serie se describió a un kilometro al norte del cruce del camino Talca a Quepo, por este último, al oriente de dicho camino.

Rango de Variaciones.-

Dada la escasa superficie de esta Serie de Suelos, no es posible efectuar su rango de variaciones, y que solo presenta Tipos franco arcilloso a arcilloso.

Series Competitivas y su Diferencias.-

La Serie Quepo no presenta Series competitivas en el Valle de Pencahue.

Posición.-

La Serie Quepo es un suelo plano a suavemente ondulado, (0.5 - 2% de pendiente) con microrelieve de gilgay; en posición de terraza remanente intermedia; ocupando dentro de ella los sectores deprimidos, que llegan a constituir pequeñas cuencas. El clima es xérico; la precipitación media anual es de 605 mm. y la temperatura media anual es de 14.9 °C.

Principales Suelos Asociados.-

Estas son las Series Las Doscientas y Cunculen.

Drenaje y Permeabilidad.-

Drenaje imperfecto; permeabilidad moderadamente lenta y escurrimiento superficial lento.

Uso.-

Su aptitud agrícola es para chacra, cereales y pastos.

Capacidad de Uso : $III_{W5}$

Variaciones de la Serie.-

| S C | C de U | C D | R C | A F | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| QEP - C2 $W_2$ | III w 5 | C | 4 | D | 8,3 |
| QEP - A2 $W_2$ | III w 5 | C | 4 | D | 39,6 |
| QEP - A3 $W_2$ | III w 5 | C | 4 | D | 5,1 |
| $\frac{QEP - A2}{B_1}$ $W_2$ | IV w 5 | C | 4 | D | 31,4 |
| QEP - C4 $W_2$ | IV w 8 | C | 4 | E | 2,9 |
| | | | | | 87,3 |

AREA : Pencahue

Nombre del Suelo : Quepo

Recolector : Julio Munita

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| N° Laboratorio | | 3765 | 3765 | 3767 |
| Horizonte | | Ap | $C_1$ | $C_2$ |
| Profundidad | | 0 - 9 | 9 - 53 | 53 - 80 |
| GRANULOMETRIA (mm) % | 2 | | | |
| | 2 - 1 | 0.2 | 0.8 | 0.3 |
| | 1 - 0.5 | 1.1 | 2.2 | 1.9 |
| | 0,5 - 0,25 | 3.0 | 4.1 | 3.9 |
| | 0,25 - 0,1 | 7.9 | 7.4 | 7.7 |
| | 0,1 - 0,05 | 14.0 | 7.7 | 8.1 |
| | 2 - 0,05 | 26.2 | 22.2 | 21.9 |
| | 0,05 - 0,002 | 45.3 | 44.5 | 40.1 |
| | 0,002 | 28.5 | 33.3 | 38.0 |
| Textura | | FA | A | FA |
| Densidad Aparente | | 1.6 | 1.9 | 1.9 |
| pF | 2,5 | 29 | 28 | 31 |
| | 4,2 | 18 | 20 | 21 |
| Humedad aprovechable | | 11 | 8 | 10 |
| Materia Organica | | 3.4 | 0.7 | 0.7 |
| Carbono Organico % | | 2.0 | 0.4 | 0.4 |
| pH | $H_2O$ 1:1 | 6.2 | 7.0 | 8.0 |
| | KCl 1:1 | 4.8 | 5.5 | 6.5 |
| C.E. mmho/cm 25° C. | | 1.4 | 1.5 | 1.6 |
| COMPLEJO CAMBIO me/100 g | Ca | 10.9 | 16.8 | 18.5 |
| | Mg | 3.5 | 6.4 | 7.3 |
| | K | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| | Na | 0.2 | 0.4 | 1.4 |
| | "S" | 14.9 | 23.8 | 27.4 |
| | H | 7.0 | 3.5 | 1.1 |
| | "T" | 21.9 | 27.3 | 28.5 |
| | "V" | 68 | 87 | 96 |

2.1.8.- Serie Rauquen, franco

Símbolo Cartográfico : RQN.- D1

La Serie Rauquen es un miembro de la Familia Coarse loamy, mixed, thermic of the Typic Xerochrepts. Son suelos planos, profundos, de color pardo amarillento oscuro, en el tono 10 YR, de textura franca en superficie y de color pardo amarillento oscuro, en el tono 10 YR, de texturas franco arenosa a areno francosa, en profundidad. Presentan buena porosidad y arraigamiento, en todo el perfil.

CARACTERISTICAS FISICAS Y MORFOLOGICAS DEL PERFIL

PROFUNDIDAD (cm)

| | | |
|---|---|---|
| Ap | 0 - 20 | Pardo pálido (10 YR 6/3) en seco; pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4), en húmedo; franca; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; friable en húmedo; estructura de bloques sub-angulares, medios, moderados. Poros gruesos, medios y finos muy abundantes; raíces gruesas, medias y finas, muy abundantes; actividad biológica abundante. Límite lineal, difuso. pH 5.6. |

| | | |
|---|---|---|
| ($B_2$) | 20 - 59 | Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo; franca a franca arenosa muy fina; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; friable en húmedo; estructura de bloques sub-angulares medios, moderados. Poros medios y finos abundantes; raíces medias y finas, abundantes; actividad biológica abundante. Límite lineal, gradual. pH 6.2. |
| $C_1$ | 59 - 87 | Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo; franco arenosa; ligeramente plástico, no adhesivo; suelto en húmedo; estructura de bloques sub-angulares medios, débiles. Poros medios y finos abundantes; raíces medias y finas, abundantes. Límite lineal, claro. pH 6.6. |
| $C_2$ | 87 - 120 y más. | Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4), (10 YR 4/4), en húmedo; arena francosa, no plástico, no adhesivo; suelto en húmedo; estructura maciza. Poros finos abundantes; raíces finas comunes. pH 6.7. |

Observaciones.-

La Serie Rauquen se describió en el predio del mismo nombre a 500 mts. al este de las casas del fundo, frente al huerto de paltos.

Rango de Variaciones.-

La profundidad efectiva del suelo varía entre 30 y 120 cm. y más, sobre un substratum aluvial constituído por gravas, piedras y bolones de hasta 25 cm. de diámetro., de origen mixto, que ocupan entre el 65 y 95 % del volumen, con matriz arenosa a arena gruesa. El promedio de la temperatura anual del suelo a 50 cm. de profundidad, se estima que varía entre 15° y 16 °C. El horizonte Ap de colores pardo grisaceo oscuro a pardo oscuro, en los tonos 10 YR y 7.5 YR, el croma es de 3 y el valor varía entre 2 y 3; de texturas areno francosa, franco arenosa, franca, franco limosa y franco arcillo arenosa; la estructura varía de bloques subangulares a granular. El horizonte cámbico ($B_2$) presenta colores pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, en el tono 10 YR; de croma 3 y el valor varía entre 3 y 4, de textura franco arenosa fina, franca a franco limosa; la principal característica de este horizonte es que ha desarrollado estructura de bloques subangulares, medios a finos y moderados. Los horizontes C presentan colores pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, en el tono 10 YR, el croma y el valor varian entre 3 y 4, de texturas arenosas, arenofrancosa a franco arenosa, siendo las arenosas las que se encuentran a mayor profundidad. El contenido de carbono orgánico decrese regularmente en profundidad, al igual que el porcentaje de saturación de base. En ciertos sectores presenta pedregosidad superficial que varía de ligera a moderada. El drenaje varía de exesivo a imperfecto, dependiendo de la posición que ocupe el suelo y del substratum, ya que en ciertos sectores se presenta sobre substratum moderadamente fino.

Series Competitivas y sus Diferencias.-

Esta es la Serie Los Puercos, la que se caracteriza por presentar colores pardo oscuro en el tono 7.5 YR en el perfil y texturas más gruesas en el horizonte cámbico.

Posición.-

La Serie Rauquen es un suelo plano, con ligero microrelieve, en posición de terraza aluvial reciente. El clima es xérico; la precipitación media anual es de 605 mm. y la temperatura media anual es de 14.9 °C.

Principales Suelos Asociados.-

Estas son las Series Los Puercos, Las Doscientas y Pencahue, aunque esta ocupan otras posiciones.

Drenaje y Permeabilidad.-

Drenaje bueno; permeabilidad moderada ~~a moderadamente rápida~~ y escurrimiento superficial lento.

Uso.-

Su aptitud agrícola es para todos los cultivos de la zona, frutales y viñas.

Capacidad de Uso : I

Variaciones de la Serie.-

| SC | C de U | CD | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| RQN - C1 | I | A | I | A | 64,4 |

| S C | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| RQN - D1 | I | A | 1 | A | 34,7 |
| RQN - E1 | I | A | 1 | A | 267,8 |
| $\frac{\text{RQN - C1 } W_1}{A_1}$ | II s 0 | B | 1 | B | 9,8 |
| $\frac{\text{RQN - E1}}{A_2}$ | II s 0 | A | 1 | B | 170,6 |
| RQN - F2 | II s 0 | A | 1 | B | 70,4 |
| RQN - C1 $W_1$ | II s 2 | B | 1 | B | 6,9 |
| RQN - E1 $W_1$ | II s 2 | B | 1 | B | 88,3 |
| $\frac{\text{RQN - C1 } W_1}{A_2}$ | II s 2 | B | 1 | B | 62,8 |
| $\frac{\text{RQN - E1 } W_1}{A_2}$ | II s 2 | B | 1 | B | 9,2 |
| RQN - E3 $P_2$ | III s 0 | A | 2 | C | 36,4 |
| RQN - F3 | III s 0 | A | 2 | C | 205,7 |
| $\frac{\text{RQN - F3}}{B_1}$ | III s 0 | A | 2 | C | 5,6 |
| $\frac{\text{RQN - E2}}{B_2}$ | III s 1 | A | 2 | C | 24,6 |
| RQN - C1 $W_2$ | III w 2 | C | 4 | D | 6,3 |
| RQN - E1 $W_2$ | III w 2 | C | 4 | D | 51,9 |

| SC | C de U | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| RQN - F2 $W_2$ | III w 2 | C | 4 | D | 12,7 |
| RQN - E2C $W_2$ / $A_2$ | III w 2 | C | 4 | D | 122,6 |
| RQN - E2 $W_2$ / $B_1$ | III w 2 | C | 4 | D | 15,5 |
| RQN - E1 / $C_1$ | III e 0 | A | 5 | D | 12,1 |
| RQN - G3 | IV s 0 | A | 4 | E | 7,1 |
| RQN - F4 | IV s 0 | A | 4 | E | 34,6 |
| RQN - F4 / $B_1$ | IV e 0 | A | 4 | E | 13,4 |
| | | | | | 1.333,4 |

AREA : Pencahue

Nombre del Suelo : Rauquen
Recolector : Julio Munita

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| N° Laboratorio | | 3747 | 3748 | 3749 | 3750 |
| Horizonte | | Ap | ($B_2$) | $C_1$ | $C_2$ |
| Profundidad | | 0 - 20 | 20 - 54 | 54 - 87 | 87 - 130 |
| GRANULOMETRIA % (mm) | 2 | | | | |
| | 2 - 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 1 - 0,5 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 3.2 |
| | 0,5 - 0,25 | 3.0 | 2.6 | 3.7 | 27.2 |
| | 0,25 - 0,1 | 15.3 | 16.3 | 29.2 | 32.2 |
| | 0,1 - 0,05 | 23.0 | 23.0 | 18.8 | 10.8 |
| | 2 - 0,05 | 41.9 | 42.3 | 52.1 | 73.4 |
| | 0,05 - 0,002 | 39.7 | 37.4 | 32.2 | 19.7 |
| | 0,002 | 18.4 | 20.3 | 15.7 | 6.9 |
| Material Inorganico % | | | | | |
| Textura | | F | F | Fa | Fa |
| Densidad Aparente | | 1.4 | 1.6 | 1.4 | 1.4 |
| pF | 2.5 | 24 | 22 | 18 | 10 |
| | 4,2 | 15 | 14 | 12 | 7 |
| Humedad Aprovechable | | 9 | 8 | 6 | 3 |
| Materia Organica | | 3.2 | 1.0 | 0.5 | 0.2 |
| Carbono Organico % | | 1.9 | 0.6 | 0.3 | 0.1 |
| COMPLEJO CAMBIO me/100 g pH | $H_2O$ 1:1 | 5.6 | 6.2 | 6.6 | 6.7 |
| | Ca | 9.4 | 8.1 | 7.6 | 5.3 |
| | Mg | 3.0 | 3.1 | 3.0 | 2.2 |
| | K | 0.8 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| | Na | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.4 |
| | "S" | 13.5 | 11.9 | 11.3 | 8.0 |
| | H | 3.9 | 4.5 | 5.0 | 3.8 |
| | "T" | 17.4 | 16.4 | 16.3 | 11.8 |
| | "V" | 78.0 | 73.0 | 69.0 | 68 |

2.1.9.- Serie Tutucura, franco arcillo limosa.

Símbolo Cartográfico : TTC - Cl $W_2$

La Serie Tutucura es un miembro de la Familia Fine loamy, mixed, thermic of the Aquic Xerofluvents. Son suelos moderadamente profundos a profundos, de color pardo a pardo oscuro, en el tono 10 YR, de textura franca a franco arcillo limosa, en superficie y de color pardo grisáceo oscuro a gris oscuro, en el tono 10 YR, de textura franca a franco arcillo arenosa en profundidad. De drenaje imperfecto y que presenta un nivel freatico a 120 cm. de profundidad.

CARACTERISTICAS FISICAS Y MORFOLOGICAS DEL PERFIL

| PROFUNDIDAD (cm) | | |
|---|---|---|
| $A_1$ | 0 - 19 | Pardo amarillento claro (10 YR 6/4), en seco; pardo a pardo oscuro (10 YR 4/3), en húmedo; franca a franco arcillo limosa; plástico y ligeramente adhesivo; friable en húmedo; estructura de bloques sub-angulares, medios y finos, fuertes. Poros medios y finos, abundantes; raíces medias y finas, abundantes; oxidaciones, comunes. Límite lineal, claro. pH 6.2. |

| | | |
|---|---|---|
| $C_1$ | 19 - 63 | Pardo oscuro (10 YR 3/3), en húmedo; franco limosa a franco arcillo limosa; plástico, adhesivo; friable en húmedo; estructura maciza. Poros medios escasos, finos comunes; raíces finas comunes; oxidaciones de color anaranjado, abundantes; concresiones de fierro y manganeso, finas comunes; moteados distintos, prominentes, abundantes; nódulos ferromanganésicos, medios - abundantes. Límite lineal, difuso. pH 6.9. |
| $C_2$ | 63 - 95 | Colores varios, dominante pardo grisáceo-oscuro (10 YR 4/2), en húmedo; franca; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; friable en húmedo; estructura maciza. Poros finos comunes; raíces finas escasas; nódulos ferromanganésicos, medios, abundantes. Límite lineal, difuso. pH 7.1. |
| $C_{3g}$ | 95 - 110 y más. | Colores varios, grís oscuro (10 YR 4/1), pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2), pardo a pardo oscuro (10 YR 4/3), en húmedo; franca a - franco arcillo arenosa; plástico, ligeramente adhesivo; estructura maciza. Poros finos - escasos; raíces finas escasas; oxidaciones abundantes, nódulos ferromanganésicos, - medios , abundantes. Nivel freático a los 120 cm. de profundidad. pH 7.4. |

Observaciones.-

Presenta cuevas de camarones en la superficie del suelo, y moteados desde los 35 cm. de profundidad.

Ubicación.-

Esta Serie se describío, en el potrero del predio Las Doscientas, en posición de terraza baja, que queda aguas abajo del muro del embalse de dicho predio.

Rango de Variaciones.-

La profundidad efectiva del suelo varía entre 40 y 100 cm. o más dependiendo de la profundidad a que se presente el nivel freatico, que limita el desarrollo radicular. El promedio de la temperatura media anual del suelo a 50 cm. de profundidad, se estima que varía entre 14.5° y 16 °C. El nivel freatico fluctua según la estación del año entre profundidades que varía de 30 a 200 cm. y más. El horizonte Ap, de color pardo grisáceo muy oscuro, pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, en los tonos 7.5 YR y 10 YR, con cromas 3 y valores que varían entre 1 y 4; de texturas franca, franco arenosas, franco limosa a franco arcillo limosa. Los horizontes C, de colores grís oscuro, pardo grisáceo muy oscuro, pardo grisáceo, a pardo oscuro, en el tono 10 YR, con cromas que varían entre 3 y 4 y valores entre 1 y 3,,de texturas, franca, franco limosa a franco arcillo arenosa; de estructura maciza que ocasionalmente rompe a bloques subangulares, medios debiles; presenta moteados y concresiones y nódulos ferromanganésicos que aumentan en profundidad, el contenido de materia organica decrece regularmente en profundidad; de reacción neutra, en todo el perfil.

Series Competitivas y sus Diferencias.-

La Serie Tutucura no presenta Series competitivas en el Valle de Pencahue.

Posición.-

La Serie Tutucura es un suelo plano, con ligero microrelieve, que puede presentar pendientes de hasta 3%; en posición de terraza aluvial reciente. El clima es xérico, la precipitación media anual es de 605 mm. y la temperatura media anual es de - 14.9 °C.

Principales Suelos Asociados.-

Estas son las Series Los Puercos y Las Doscientas, - aunque esta última ocupa una posición de terraza remanente intermedia.

Drenaje y Permeabilidad.-

Drenaje imperfecto, permeabilidad moderadamente ~~lenta~~ y escurrimiento superficial lento.

Uso.-

Su aptitud agrícola es para chacras, cereales y pastos.

Capacidad de Uso.- III w 2

Variaciones de la Serie.-

| SC | C de U | CD | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| TTC - El $W_1$ | II s 2 | B | 1 | B | 4,8 |

| SC | C de U. | C D | RC | AF | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| TTC - D1 $W_1$ | II s 2 | B | 1 | B | 61,4 |
| TTC - E2 $W_1$ | II s 2 | B | 1 | B | 31,0 |
| TTC - C1 $W_1$ | II s 2 | B | 1 | B | 37,2 |
| TTC - C1 $W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 814,2 |
| TTC - C3 $W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 3,2 |
| TTC - E1 $W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 310,5 |
| TTC - F1 $W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 18,8 |
| TTC - C2 $W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 96,8 |
| $\frac{\text{TTC - E2}}{B}$ $W_1$ | III w 2 | C | 4 | C | 6,3 |
| TTC - E2 $W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 39,5 |
| TTC - D2 A $W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 140,1 |
| $\frac{\text{TTC - C1}}{A_2}$ $W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 10,5 |
| $\frac{\text{TTC - E1}}{A_2}$ $W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 108,6 |
| $\frac{\text{TTC - E2}}{A_2}$ $W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 61,1 |
| $\frac{\text{TTC - E3}}{A_2}$ $W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 24,8 |

| SC | C de U | C D | R C | A F | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{TTC - E1}{B} W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 7,7 |
| $\frac{TTC - E2}{B_1} W_1$ | III w 2 | B | 2 | C | 4,0 |
| $\frac{TTC - C2}{B_1} W_1$ | III w 2 | B | 2 | C | 7,5 |
| $\frac{TTC - C3}{B_1} W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 13,4 |
| $\frac{TTC - D2 A}{B_1} W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 5,2 |
| $\frac{TTC - A1}{B_2} W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 12,0 |
| $\frac{TTC - E1}{B_2} W_2$ | III w 2 | C | 4 | C | 25,2 |
| $TTC - A1 W_2 F_1$ | IV w 2 | C | 4 | D | 48,8 |
| $TTC - C3 W_3$ | IV w 2 | C | 4 | D | 97,7 |
| $TTC - E2 W_3$ | IV w 2 | C | 4 | D | 29,9 |
| | | | | | 2.020,2 |

AREA : Pencahue

Nombre del Suelo: Tutucura

Recolector : Julio Munita

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| N° Laboratorio | | 3761 | 3762 | 3763 | 3764 |
| Horizonte | | Ap | $C_1$ | $C_{2g}$ | $C_3$ |
| Profundidad (cm) | | 0-19 | 19-63 | 63-95 | 110 |
| GRANULOMETRIA (mm) % | 2 | | | | |
| | 2 - 1 | 0.9 | 0.6 | 0.7 | 0.6 |
| | 1 - 0,5 | 4.4 | 4.0 | 4.8 | 6.4 |
| | 0,5 - 0,25 | 6.9 | 7.8 | 10.5 | 17.0 |
| | 0,25 - 0,1 | 6.7 | 5.7 | 8.3 | 12.0 |
| | 0,1 - 0,05 | 11.2 | 6.8 | 8.8 | 9.9 |
| | 2 - 0,05 | 30.1 | 24.9 | 32.7 | 45.9 |
| | 0,05 - 0,002 | 48.4 | 55.6 | 48.1 | 39.1 |
| Textura | | FAL | FL | F | F |
| Densidad Aparente | | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 1.8 |
| pF | 2,5 | 27 | 26 | 28 | 25 |
| | 4,2 | 13 | 14 | 16 | 25 |
| Humedad Aprovechable | | 14 | 12 | 12 | 12 |
| Materia Organica | | 2.4 | 1.4 | 1.0 | 0.9 |
| Carbono Organico % | | 1.4 | 0.8 | 0.6 | 0.5 |
| pH | $H_2O$ 1:1 | 6.2 | 6.9 | 7.1 | 7.4 |
| | $K_{Cl}$ 1:1 | 4.8 | 5.2 | 5.6 | 5.7 |
| COMPLEJO CAMBIO me/100 g | Ca | 9.0 | 9.5 | 9.4 | 7.7 |
| | Mg | 3.3 | 3.4 | 3.0 | 3.4 |
| | K | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| | Na | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.3 |
| | "S" | 13.0 | 13.5 | 13.0 | 11.6 |
| | H | 6.2 | 1.3 | 2.7 | 1.4 |
| | "T" | 19.2 | 15.8 | 15.7 | 13.0 |
| | "V" | 68 | 85 | 83 | 89 |

2.2.- Asociación de Suelos que ocupan posición de cerros.-

Los sectores de Cerros que quedaron comprendidos bajo la cota 100, que es la que limita el presente estudio agrológico, se identifican en el plano por los símbolos cartográficos: - $MNT_1$, $MNT_2$, $MNT_3$, $MNT_4$.

Estos suelos se caracterizan por presentar colores pardo rojizo, pardo rojizo oscuro y pardo amarillento en los tonos: - 5 YR y 10 YR, de texturas franco gravosa a franco arcillo gravosa, con distintos grados de pedregosidad y rocosidad en superficie y de texturas franco arcillosa a arcillosa, con distintos grados de pedregosidad en profundidad, descansando sobre el material generador con distintos grados de meteorización. De profundidad media a muy delgada.

- El símbolo $MNT_1$ representa a los sectores con pendientes de - 5 a 15% y pedregosidad ligera a abundante. Se clasifica en - Clase VI de Capacidad de Uso. Ocupa una superficie de 579.8 Hás.

- El símbolo $MNT_2$, representa a los sectores con pendientes combinadas de 10 - 20%, con pedregosidad media a abundante y - rocosidad ligera. Se clasifican en Clase VI de Capacidad de - Uso. Ocupa una superficie de 1.064,5 Hás.

- El símbolo $MNT_3$, representa a los sectores moderadamente - ondulado, con pendientes que varían entre 20 y 45%, de pedregosidad abundante y rocosidad ligera a moderada. Se clasifican en Clase VII de Capacidad de Uso. Ocupan una superficie de 828,7 Hás.

- El símbolo $MNT_4$, representa a los sectores de pendientes - escarpadas, mayores de 40% y que representan pedregosidad abundante y rocosidad moderada a abundante. Se clasifican en Clase VII de Capacidad de Uso. Ocupan una superficie - de 2.871,4 Hás.

## 2.3.- Miscelaneos.

En el área en estudio se identificaron los siguientes miscelaneos de suelos, cuyos símbolos cartográficos y superficies se enumeran a continuación:

| Símbolo Cartográfico | Miscelaneos | Cap. de Uso | Superficie Hás. |
|---|---|---|---|
| MST | Las Tizas | VI | 352,4 |
| MS | Suelo | VI | 34,2 |
| MS | Suelo | VII | 17,6 |
| ME | Estero | VII | 752,4 |
| MR | Río | VII | 625,0 |
| MP | Pantano | VII | 6,2 |
| MQ | Quebrada | VII | 773,2 |
| Superficie total Miscelaneo | | | 2.561,0 |

## LEYENDA

### SERIES DE SUELOS

| | | |
|---|---|---|
| LPC | LOS PUERCOS | 4.381,0 Hás |
| LDC | LAS DOSCIENTAS | 3.153,6 Hás. |
| TTC | TUTUCURA | 2.020,2 Hás. |
| RQN | RAUQUEN | 1.333,4 Hás. |
| CUN | CUNCULEN | 1.046,3 Hás |
| MNT | MONTONERA | 1.193,5 Hás |
| PNH | PENCAHUE | 831,5 Hás |
| CBR | CABRERIA | 758,5 Hás. |
| QEP | QUEPO | 87,3 Hás |
| | TOTAL : | 14. 785,3 Hás |

MISCELANEOS: Cerros, urbanos y tranques 7. 997,5 Hás

TOTAL : 22. 782,8 Hás.

E - 246 000 E - 247 000 E - 248 000 E - 249 000 E - 250 000 E - 251 000 E - 252 000 E - 253 000 E - 254 000 E - 255 000 E - 256 000 E - 257 000 E - 258 000

N - 6 107 000 N - 6 106 000 N - 6 105 000 N - 6 104 000 N - 6 103 000 N - 6 102 000 N - 6 101 000 N - 6 100 000 N - 6 099 000 N - 6 098 000

Estero Los Palmas

Estero Tapihue

Estero Lico

UBICACION DE LAS HOJAS

1 2 3 4

HOJA N°1

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

Proyecto
RIEGO VALLE DE PENCAHUE
Estudio de Factibilidad

HIDROSOLVE

Jefe Proyecto E O M
Jefe Area S L G
Jefe Agrologia J M C

ESTUDIO DE SUELOS
SERIES DE SUELOS

Escala 1:20000 | Area AGROECONOMICA
Fecha de Aprobacion | Lamina AN-6-APENDICE II 1/1

## LEYENDA

### SERIES DE SUELOS

| | | | |
|---|---|---|---|
| LPC | LOS PUERCOS | 6.301,0 | Hás |
| LDC | LAS DOSCIENTAS | 3.153,6 | Hás |
| TTC | TUTUCURA | 2.029,3 | Hás |
| RQN | RAMADERO | 1.338,6 | Hás |
| CUN | CUNCUNEN | 1.045,2 | Hás |
| MNT | MONTONERA | 1.193,5 | Hás |
| PNH | PENCAHUE | 831,4 | Hás |
| CBR | CABRERIA | 756,9 | Hás |
| QEP | QUEPO | 97,3 | Hás |
| | TOTAL : | 14.705,3 | Hás |
| MISCELANEOS: | Cerros, urbanos y terrenos | 7.9[illegible]5 | Hás |
| | TOTAL : | 22.7[illegible]2,3 | Hás |

UBICACION DE LAS HOJAS

HOJA Nº2

| | | |
|---|---|---|
| REPUBLICA DE CHILE<br>COMISION NACIONAL DE RIEGO | HIDROSOLVE | ESTUDIO DE SUELOS<br>SERIES DE SUELOS |
| Proyecto<br>RIEGO VALLE DE PENCAHUE<br>Estudio de Factibilidad | Jefe Proyecto E.D.M<br>Jefe Area S.L.S<br>Jefe Agronomo | Escala 1:20.000 Area : AGROECONOMICA<br>Fecha de Aprobación |

## LEYENDA

SERIES DE SUELOS

| | | |
|---|---|---|
| LPC | LOS PUERCOS | 6.281,0 Hás |
| LDC | LAS DOSCIENTAS | 5.153,0 Hás |
| TTC | TUTUCURA | 2.620,2 Hás |
| RGN | RAUDEN | 1.382,4 Hás |
| CUN | CUNQUEN | 1.048,2 Hás |
| MNT | MONTAÑERA | 1.182,5 Hás |
| PNH | PENCAHUE | 521,5 Hás |
| CBR | CABRERIA | 758,5 Hás |
| QEP | QUEPO | 87,3 Hás |
| | TOTAL | 18.785,5 Hás |
| MISCELANEOS | Cerros, arboles y otros | 2.837,5 Hás |
| | TOTAL | 22.703,0 Hás |

PENCAHUE

CORINTO

RIO CLARO

RIO CLARO

FFCC A TALCA

FFCC A CURTIDURIA

RIO MAULE

N

UBICACION DE LAS HOJAS

1
2
3

HOJA Nº3

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

Proyecto: RIEGO VALLE DE PENCAHUE

HIDROSOLVE

Jefe Proyecto: S.D.M.

Jefe Area: S.L.G.

ESTUDIO DE SUELOS

SERIES DE SUELOS

Escala 1:20000 Area AGROECONOMICA

## LEYENDA

SERIES DE SUELOS

| | | | |
|---|---|---|---|
| LPC | LOS PUERCOS | 4.261,0 | Hás |
| LDC | LAS DOSCIENTAS | 3.153,0 | Hás |
| TTC | TUTUCURA | 2.826,2 | Hás |
| RGN | RUGUERI | 1.233,4 | Hás |
| CUN | CUNCUEN | 1.040,3 | Hás |
| MNT | MONTONERA | 1.193,5 | Hás |
| PNH | PENCAHUE | 831,8 | Hás |
| CBR | CABRERIA | 755,5 | Hás |
| QEP | QUEPE | 87,3 | Hás |
| | TOTAL 16.989,3 Hás | | |
| MISCELANEOS | Centros urbanos y ferrocarriles | 7.887,5 Hás | |
| | TOTAL | 23.759,2 Hás | |

PENCAHUE

Estero Cunchuen

Estero Las Mercedes

Estero Las Mariposas

Estero Cunchuen

CORINTO

RIO CLARO

RIO CLARO

RIO MAULE

APCC A CURTIDURIA

APCC A TALCA

N

UBICACION DE LAS HOJAS

HOJA N°3

| | | |
|---|---|---|
| REPUBLICA DE CHILE<br>COMISION NACIONAL DE RIEGO | HIDROSOLVE | ESTUDIO DE SUELOS<br>SERIES DE SUELOS |
| Proyecto: RIEGO VALLE DE PENCAHUE | Jefe Proyecto: E.D.M.<br>Jefe Area: S.L.G. | Escala 1:20000 Area AGROECONOMICA |

## LEYENDA

### SERIES DE SUELOS

| | | | |
|---|---|---|---|
| LPC | LOS PUERCOS | 4.361,0 | Hás. |
| LDC | LAS DOSCIENTAS | 3.153,6 | Hás. |
| TTC | TUTUCURA | 2.020,2 | Hás. |
| RQN | RAUQUEN | 1.333,4 | Hás. |
| CUN | CUNCULEN | 1.046,3 | Hás. |
| MNT | MONTONERA | 1.193,5 | Hás. |
| PNH | PENCAHUE | 831,5 | Hás. |
| CBR | CABRERIA | 758,5 | Hás |
| QEP | QUEPO | 87,3 | Hás. |
| | TOTAL: | 14.785,3 | Hás. |
| MISCELANEOS: | Cerros, urbanos y tranques | 7.997,5 | Hás. |
| | TOTAL : | 22.782,8 | Hás. |

E-255 000 E-256 000 E-257 000 E-258 000 E-259 000 E-260 000 E-261 000 E-262 000 E-263 000 E-264 000 E-265 000 E-266 000 E-267 000

N-6 088 000 N-6 087 000 N-6 086 000 N-6 085 000 N-6 084 000 N-6 083 000 N-6 082 000 N-6 081 000 N-6 080 000 N-6 079 000

Estero Huiilipopa
Estero Panguilemo
RIO CLARO
RIO LIRCAY
FFCC PANGUILEMO
A SAN RAFAEL
A TALCA
TALCA

UBICACION DE LAS HOJAS

1 2 3 4

HOJA Nº4

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

Proyecto
RIEGO VALLE DE PENCAHUE
Estudio de Factibilidad

HIDROSOLVE

Jefe Proyecto E D M
Jefe Area S L G
Jefe Agrologia J M C

ESTUDIO DE SUELOS
SERIES DE SUELOS

Escala 1:20000 | Area AGROECONOMICA
Fecha de Aprobacion | Lámina AN-4-APENDICE II

# A P E N D I C E III

Uso Actual de la Tierra.-

Durante la ejecución del presente estudio agrológico (Noviembre - Diciembre 1976), se determinó además el uso actual de los terrenos reconocidos. Se incluyen a continuación - los principales cultivos observados con sus respectivas superficies. **(Ver Láminas AN4 - APENDICE III. 1/1 a 1/4).**

Superficie Uso Actual de la Tierra.-

| | |
|---|---|
| Pasto Natural | 13.431,2 |
| Viñas | 866,2 |
| Trigo y otros cereales | 3.069,5 |
| Chacras y hortalizas | 2.802,8 |
| Matorral espino | 1.452,8 |
| Pradera artificial | 144,0 |
| Barbecho | 286,5 |
| Terrenos improductivos (Esteros, Ríos, Urbano, Tranque, etc.) | 729,8 |
| | 22.782,8 Hás. |

## LEYENDA

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

| | |
|---|---|
| 1 | VIÑAS Y FRUTALES |
| 2 | CHACRAS Y HORTALIZAS |
| 3 | TRIGO Y CEREALES |
| 4 | PASTOS ARTIFICIALES |
| 5 | BARBECHO |
| 6 | PASTOS NATURALES |
| 7 | ESPINOS Y MATORRALES |

E-246 000 E-247 000 E-248 000 E-249 000 E-250 000 E-251 000 E-252 000 E-253 000 E-254 000 E-255 000 E-256 000 E-257 000 E-258 000

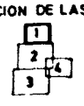
N-6 107 000 N-6 106 000 N-6 105 000 N-6 104 000 N-6 103 000 N-6 102 000 N-6 101 000 N-6 100 000 N-6 099 000 N-6 098 000

Estero Las Palmas

Estero Tapihue

Estero Lipú

UBICACION DE LAS HOJAS




HOJA Nº1

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

Proyecto
RIEGO VALLE DE PENCAHUE
Estudio de Factibilidad

HIDROSOLVE

Jefe Proyecto E D M
Jefe Area S L G
Jefe Agrologia J M C

ESTUDIO DE SUELOS
USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Escala 1 20.000 | Area AGROECONOMICA
Fecha de Aprobacion | Lámina AN-6 APENDICE II 1/2

## LEYENDA

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

| | |
|---|---|
| 1 | VIÑAS Y FRUTALES |
| 2 | CHACRAS Y HORTALIZAS |
| 3 | TRIGO Y CEREALES |
| 4 | PASTOS ARTIFICIALES |
| 5 | BARBECHO |
| 6 | PASTOS NATURALES |
| 7 | ESPINOS Y MATORRALES |

Estero Los Palomos

Estero Los Puercos

Estero Tuniecura

UBICACION DE LAS HOJAS

HOJA N°2

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

HIDROSOLVE

ESTUDIO DE SUELOS

USO ACTUAL DE LOS SUEL

## LEYENDA

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

| | |
|---|---|
| 1 | VIÑAS Y FRUTALES |
| 2 | CHACRAS Y HORTALIZAS |
| 3 | TRIGO Y CEREALES |
| 4 | PASTOS ARTIFICIALES |
| 5 | BARBECHO |
| 6 | PASTOS NATURALES |
| 7 | ESPINOS Y MATORRALES |

PENCAHUE

CORINTO

RIO CLARO

RIO MAULE

UBICACION DE LAS HOJAS

HOJA N°3

| | | |
|---|---|---|
| REPUBLICA DE CHILE<br>COMISION NACIONAL DE RIEGO | HIDROSOLVE | ESTUDIO DE SUELOS<br>USO ACTUAL DE LOS SUELOS |
| Proyecto<br>RIEGO VALLE DE PENCAHUE | Jefe Proyecto E.O.M.<br>Jefe Area S.L.G. | Escala 1:20000 Area AGROECONOMICA |

E-255 000 E-256 000 E-257 000 E-258 000 E-259 000 E-260 000 E-261 000 E-262 000 E-263 000 E-264 000 E-265 000 E-266 000 E-267 000

N-6 088 000 N-6 087 000 N-6 086 000 N-6 085 000 N-6 084 000 N-6 083 000 N-6 082 000 N-6 081 000 N-6 080 000 N-6 079 000

## LEYENDA

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

| | |
|---|---|
| 1 | VIÑAS Y FRUTALES |
| 2 | CHACRAS Y HORTALIZAS |
| 3 | TRIGO Y CEREALES |
| 4 | PASTOS ARTIFICIALES |
| 5 | BARBECHO |
| 6 | PASTOS NATURALES |
| 7 | ESPINOS Y MATORRALES |

Estero Mulli Borgoña

Estero Panguilema

RIO CLARO

RIO LIRCAY

TALCA

A SAN RAFAEL

A TALCA

PANGUILEMO

FFCC

UBICACION DE LAS HOJAS

1 2 4 3

HOJA Nº4

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

Proyecto
RIEGO VALLE DE PENCAHUE
Estudio de Factibilidad

HIDROSOLVE

Jefe Proyecto E.O.M
Jefe Area S.L.G.
Jefe Agrologia J.M.C.

ESTUDIO DE SUELOS

USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Escala 1:20000 | Area AGROECONOMICA

Fecha de Aprobación | Lámina AN-6 APENDICE III 4

# APENDICE IV

## CLASIFICACION DE SUELOS PARA REGADIO.-

### Generalidades.-

El objetivo de esta clasificación es el poder separar las áreas de suelos aptos para el riego de las que no poseen capacidad productiva que hagan económico los gastos de un sistema de riego.

Se define como suelo apto para regadío aquellos que, proporcionandole oportunamente las mejoras necesarias de nivelación, drenaje, despedrado, limpias y otros trabajos semejantes, tendrán una capacidad productiva suficiente para sostener una agricultura de riego económicamente favorable.

Las Categorías de Suelo para Regadío son seis, de las cuales las cuatro primeras se consideran regables; las que han sido determinadas de acuerdo a su adaptabilidad a la agricultura de riego y pueden definirse en rasgos generales de la manera siguiente. (Ver Láminas AN4 - APENDICE IV. 1/1 a 1/4).

1a. Categoría.- Apta. Comprende las tierras que son muy apropiadas para el riego y capaces de producir altos rendimientos en un amplio margen de cultivos y a costos económicos. Son planos, con pendientes suaves, profundos, de texturas medias, que permiten una fácil penetración de las ráíces; friables, con drenaje bueno y una suficiente capacidad de retención de humedad. Estos suelos están libres de acumulación de sales solubles. Por sus buenas condiciones de suelo y topografía, estas tierras no requieren obras especiales de drenaje, no están expuestas a la erosión y su explotación es relativamente fácil.

2a. Categoría.- Apta. Incluye aquellas tierras que son moderadamente apropiadas para el riego debido a sus condiciones algo inferiores a la 1a. Categoría. Su adaptación a todo tipo de cultivo es a veces limitada y los costos para incorporarla al riego o para su explotación, son un poco elevados. Estas tierras no son aptas como las de la 1a. Categoría, debido a que presentan ciertas deficiencias. Por ejemplo, pueden poseer una capacidad de retención de agua más baja; ser moderadamente permeable debido a texturas pesadas o presencia de algún material impermeable en el subsuelo o tener moderadas concentraciones salinas. Topográficamente pueden requerir trabajos de nivelación a costos moderados y sistemas escogidos de riego debido a pendientes algo pronunciadas u obras especiales de drenaje, cuando por su posición se dificulta el desagüe natural.

3a. Categoría.- Apta. En este grupo se encuentran las tierras que poseen condiciones para el riego, pero que su aptitud esta claramente restrigida por una o más deficiencias graves del suelo, topografía o drenaje.

Una tierra de esta Categoría puede tener buenas condiciones de topogragía y de drenaje, pero presentar suelos de mala calidad que restringen seriamente su uso para los cultivos, o requerir grandes cantidades de agua o prácticas especiales de riego para su explotación o necesitar trabajos intensivos para mejorar su baja fertilidad.

La corrección de cualquier deficiencia, ya sea topográfica o de drenaje, es a costos elevados.

Estas tierras son más dificiles de trabajar que las anteriores y deben estimarse regables después de muchas consideraciones que determinan su conveniencia económica.

4a. Categoría. Aptitud limitada. Incluye aquellas tierras de aprovechamiento limitado debido a que presentan una o varias deficiencias excesivas en los factores suelo, topografía o drenaje, pero que poseen alguna utilidad específica, que en ciertas circunstancias pudiera garantizar su desarrollo.

Es tal la magnitud de la deficiencia que por lo general estas tierras no pagan los costos ocasionados por el riego. Sólo en determinados casos pueden ser regados.

En condiciones especiales, mediante grandes aportes de capital es posible que algunas tierras de esta Categoría se puedan mejorar notablemente y ser incluídas entre las otras Categorías regables.

5a. Categoría.- Apta. Es una agrupación transitoria. Comprende aquellas tierras que deben eliminarse temporalmente del proyecto de riego, debido a sus condiciones indeseables por sodio, salinidad, drenejeo posición. La capacidad definitiva de estas tierras debe ser estudiada.

En caso que sea determinada su aptitud para el riego, continuará como 5a. Categoría hasta que su mejoramiento sea completado. Si se determina que este antieconómico, pasará a la 6a. Categoría.

La 5a. Categoría solamente debe ser individualizada cuando las condiciones existentes en el área requierán una consideración especial que justifique estudios económicos y de ingeniería.

6a. Categoría.- No regables. Las tierras incorporadas a esta Categoría se consideran eliminadas definitivamente del proyecto de riego, debido a que no presentan requerimientos mínimos exigidos para las clases anteriores. También se incluyen pequeñas áreas regables aisladas y en general aquellas tierras de topografía muy quebrada, con pendientes muy pronunciadas; excesivamente erosionadas; con texturas muy ligeras y gruesas o pesadas, con suelos muy delgados sobre grava, hardpan, roca o materiales similares; con drenaje inadecuado y altas concentraciones de sales solubles.

El mejoramiento de las características físicas y químicas que presentan los suelos, como ser la nivelación de los terrenos ondulados o quebrados, el control de las inundaciones, - prácticas de drenaje, rectificación de la salinidad o del sodio, remoción de piedras o rocas sueltas en la superficie y aplicación de fertilizantes, puede producir un cambio en las tierra, de manera - que merezcan en el futuro una clasificación mejor.

De esta manera tierras clasificadas en 3a. Categoría podrán pasar en ciertos casos a 2a. o 1a. Categoría cuando se les corrija sus deficiencias. Igualmente las tierras de 4a. y 5a. Categorías, en determinadas circunstancias, podrán considerarse como aptas para el riego.

Solamente la 6a. Categoría no se considera susceptible de mejoramiento debido a sus limitantes.

Sub-Clases de Tierras.-

Son agrupaciones dentro de cada Categoría en las cuales se indica la causa por la que una superficie determinada se considera inferior a la 1a. Categoría; estas deben indicarse colocando como sub-índica las letras "s", "t" o "d" al número de la Categoría, si la deficiencia es por "suelo", "topografía" o "drenaje".

CUADRO RESUMEN DE LAS CATEGORIAS DE SUELO PARA REGADIO

| Categoría de Suelos para Regadío | Superficie Hás. |
|---|---|
| 1a. | 366,9 |
| 2 s | 4.121,6 |
| 3 s | 890,9 |
| 3 d | 2.735,1 |
| 3 t | 12,1 |
| 4 s | 75,7 |
| 4 d | 1.341,9 |
| 4 t | 2.859,9 |
| Total Parcial | 12.404,1 |
| 6 | 10.378,7 |
| Superficie Total | 22.782,8 |

E-246.000 E-247.000 E-248.000 E-249.000 E-250.000 E-251.000 E-252.000 E-253.000 E-254.000 E-255.000 E-256.000 E-257.000 E-258.000

N-6.107.000 N-6.106.000 N-6.105.000 N-6.104.000 N-6.103.000 N-6.102.000 N-6.101.000 N-6.100.000 N-6.099.000 N-6.098.000

## LEYENDA

CATEGORIAS DE SUELOS PARA REGADIO

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 368.9 Hás. | |
| 2s | 4.121.6 Hás | |
| 3s | 890.9 Hás | |
| 3d | 2.735.1 Hás | |
| 3t | 12.1 Hás | |
| 4s | 75.7 Hás | |
| 4d | 1.341.9 Hás | |
| 4t | 2.859.9 Hás | 12.404.1 Hás |
| 6 | 10.378.7 Hás | 10.378.7 Hás |
| | TOTAL | 22.782.8 Hás |

Estero Las Palmas

Estero Tapihue

Estero Litú

UBICACION DE LAS HOJAS




HOJA Nº1

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

Proyecto:
RIEGO VALLE DE PENCAHUE
Estudio de Factibilidad

HIDROSOLVE

Jefe Proyecto: E.D.M.
Jefe Area: S.L.G.
Jefe Agrologia: J.M.C.

ESTUDIO DE SUELOS
CATEGORIAS DE RIEGO

Escala 1:20.000 | Area : AGROECONOMICA
Fecha de Aprobación | Lámina: AN-6 APENDICE IV

## LEYENDA

CATEGORIAS DE SUELOS PARA REGADIO

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 366.9 Hás | |
| 2s | 4.121.6 Hás | |
| 3s | 898.8 Hás | |
| 3d | 2.725.1 Hás | |
| 3t | 12.1 Hás | |
| 4s | 75.7 Hás | |
| 4d | 1.241.8 Hás | |
| 4t | 2.859.8 Hás | 12.484.1 Hás |
| 6 | 10.378.7 Hás | 10.378.7 Hás |
| | TOTAL | 22.762.8 Hás |

Estero Tranquilla

Estero Los Patricios

Estero Bolchero

Estero Tutuca

UBICACION DE LAS HOJAS

1 2

HOJA Nº2

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

HIDROSOLVE

Jefe Proyecto: E.D.M.

Jefe Area:

ESTUDIO DE SUELOS
CATEGORIAS DE RIEGO

Proyecto: RIEGO VALLE DE PENCAHUE

## LEYENDA

CATEGORIAS DE SUELOS PARA REGADIO

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 356.9 Hás. | |
| 2s | 4.121.8 Hás. | |
| 3s | 898.9 Hás. | |
| 3d | 2.725.1 Hás. | |
| 3t | 12.1 Hás. | |
| 4s | 75.7 Hás. | |
| 4d | 1.341.9 Hás. | |
| 4t | 2.059.8 Hás. | 12.484.1 Hás. |
| 6 | 10.378.7 Hás. | 10.378.7 Hás. |
| | TOTAL | 22.782.8 Hás. |

PENCAHUE

CORINTO

RIO CLARO

RIO CLARO

RIO MAULE

FFCC A CURTIDURIA

FFCC A TALCA

Estero Los Puercos

Estero Concepción

Estero Cumpeo

UBICACION DE LAS HOJAS

HOJA N°3

| | | |
|---|---|---|
| REPUBLICA DE CHILE<br>COMISION NACIONAL DE RIEGO | HIDROSOLVE | ESTUDIO DE SUELOS<br>CATEGORIAS DE RIEGO |
| Proyecto<br>RIEGO VALLE DE PENCAHUE<br>Estudio de Factibilidad | Jefe Proyecto E D M<br>Jefe Suelos S L G<br>Jefe Agrologo J M C | Escala 1:20.000 Area AGROECONOMICA<br>Fecha de Aprobación Lámina AM-6 APENDICE R 3/4 |

## LEYENDA

CATEGORIAS DE SUELOS PARA REGADIO

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 366.9 Hás | |
| 2s | 4.121.6 Hás | |
| 3s | 890.9 Hás | |
| 3d | 2.735.1 Hás | |
| 3t | 12.1 Hás | |
| 4s | 75.7 Hás | |
| 4d | 1.341.9 Hás | |
| 4t | 2.859.9 Hás | 12.404.1 Hás |
| 6 | 10.378.7 Hás | 10.378.7 Hás |
| | TOTAL | 22.782.8 Hás |

E-255.000 E-256.000 E-257.000 E-258.000 E-259.000 E-260.000 E-261.000 E-262.000 E-263.000 E-264.000 E-265.000 E-266.000 E-267.000

N-6.088.000 N-6.087.000 N-6.086.000 N-6.085.000 N-6.084.000 N-6.083.000 N-6.082.000 N-6.081.000 N-6.080.000 N-6.078.000

Estero Huilitoapa

Estero Panguilemo

RIO CLARO

RIO LIRCAY

PANGUILEMO

A SAN RAFAEL

A TALCA

F.F.C.C.

TALCA

UBICACION DE LAS HOJAS

1 2 3 4

HOJA Nº4

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

Proyecto:
RIEGO VALLE DE PENCAHUE
Estudio de Factibilidad

HIDROSOLVE

Jefe Proyecto E.D.M.
Jefe Area S.L.G.
Jefe Agrologia J.M.C.

ESTUDIO DE SUELOS
CATEGORIAS DE RIEGO

Escala 1:20.000 | Area : AGROECONOMICA
Fecha de Aprobacion | Lámina AN-6 APENDICE IV

# ANEXO 5

# TASAS DE RIEGO

## TASAS DE RIEGO

La determinación de las tasas de riego por cultivo y por rotación tiene por objeto fijar la demanda de agua de riego del área del Proyecto, en el caso que el recurso hídrico fuera superior a la demanda, o bien fijar la superficie que es posible regar en el área del Proyecto de acuerdo con los recursos hídricos disponibles si éstos son inferiores a la demanda potencial.

Para el cálculo de las tasas de riego se seguirán las siguientes etapas:

a) Análisis de los datos climatológicos disponibles en el área del Proyecto o en zonas vecinas y elección de los que aparezcan con un nivel aceptable de confiabilidad.
b) Análisis de las fórmulas empíricas para el cálculo de la evapotranspiración potencial de un cultivo de referencia que puedan ser utilizadas con los datos climáticos disponibles.
c) Cálculo de la evaporación potencial de un cultivo de referencia de acuerdo con las diversas fórmulas empíricas seleccionadas.
d) Elección definitiva de un método de cálculo de la evapotranspiración potencial.
e) Determinación de los factores $k_c$ de corrección por cultivo en función del desarrollo vegetativo.
f) Cálculo de la evapotranspiración por cultivo.
g) Cálculo de la evapotranspiración por rotación.

La tasa así calculada se refiere al consumo de agua 100% eficiente de los cultivos y deberá ser corregida más adelante por un coeficiente de eficiencia de riego y por los porcentajes de

pérdidas en conducción y distribución del agua de riego.

El cálculo de la evapotranspiración potencial se hará so - bre la base de las siguientes publicaciones:

- "Consumptive use of water and irrigation water requirements" de la División de Riego y Drenaje de la American Society of Civil Engineers (Estados Unidos de N.A. 1974).
- Irrigation Water Requirements, Technical Release N° 21" de la División Ingeniería del Soil Conservation Service del Departamento de Agricultura (Estados Unidos de N.A. 1970).
- "Les besoins en eau des cultures"; Boletín de Riego y Drenaje N° 24 de F.A.O. (Roma, 1975).
- "Pauta de Estimación del estado de desarrollo de distintos cultivos anuales" de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile.

## 1. ANALISIS DE DATOS CLIMATOLOGICOS.

Se poseen datos de los siguientes factores climatológicos:

a) Precipitaciones en las estaciones Talca y El Peral;
b) Humedades relativas medias, máximas medias y mínimas medias en la estación Talca de 1911 a 1946 y en la estación El Peral;
c) Temperaturas medias, máximas medias y mínimas medias en las estaciones El Peral y San Luis y en la estación Talca entre 1911 y 1946 y entre 1973 y 1975;
d) Nubosidad en la estación Talca entre los años 1911 y 1946 y los años 1973 y 1975;
e) Intensidad y dirección de los vientos en la estación Talca entre los años 1911 y 1946 y los años 1973 y 1975;

f) Horas efectivas de sol en la estación Talca entre enero de 1973 y julio de 1975;

g) Evaporación en la estación Curicó desde enero de 1966 hasta diciembre de 1976; y en la estación El Peral desde noviembre de 1974 hasta enero de 1977, faltando los re - gistros en varios meses del período correspondiente a la temporada de riego.

h) Temperatura de rocío en la estación Talca entre septiembre de 1972 y julio de 1975;

i) Radiación solar en la estación El Peral entre marzo de 1975 y mayo de 1977.

A continuación se analiza cada uno de estos factores por separado.

1.1. Precipitaciones.

Del examen de las estadísticas de precipitaciones de los meses de septiembre a abril se deduce que la dis - persión a partir del primero de ellos comienza a ser de alta a muy alta, de tal modo que la precipitación para el año de seguridad 85% es nula en todos los casos excepto en el mes de septiembre, en cuyo caso es igual a 7 mm, cantidad que se estima que no es conveniente tomar en consideración

En resumen, no se tomará en cuenta a las precipitaciones de lluvia entre los factores climáticos que influyen en el cálculo de la evapotranspiración.

1.2. Humedades.

El registro disponible de humedades de la estación El Peral es muy corto y adolece de numerosas lagunas y la

mayor parte de los meses cuentan con observaciones incompletas. Por este motivo, se utilizarán las humedades mensuales medias, máximas y mínimas de la estadística de la estación Talca para el período 1911-1946.

1.3. Nubosidad.

La única estación que tiene estadísticas de nubosidad es Talca. El segundo período no tiene registros en los meses de febrero y marzo y en general, salvo los meses de enero y noviembre, da índices de nubosidad mayores que el primero. Considerando esta circunstancia y la mayor longitud de la estadística del primer período, se utilizarán, en los casos en que proceda, los resultados que da el período 1911-1946.

1.4. Temperaturas.

Si se comparan los cuatro registros de temperaturas que existen en la zona: San Luis (1965-1976 con registros incompletos); El Peral con prácticamente dos años de observaciones, excepto para los meses de noviembre y diciembre; Talca en período 1911-1946 y Talca en el período 1973-1975, se observa que hay una disminución de las temperaturas medias para los últimos años, tanto en Talca como en San Luis, en relación con el período de 1911-1946 de la estación Talca. En cambio, la estación El Peral, cuya estadística adolece el defecto de ser muy corta, muestra una coincidencia general bastante satisfactoria con el primer período de Talca. Las diferencias son de décimas de grado, siendo mayores las temperaturas medias de El Peral en los meses

de enero, marzo, abril, noviembre y diciembre y menores en marzo, septiembre y octubre. El balance térmico a lo largo de toda la temporada indicaría que no hay una diferencia real entre ambas series de observaciones. Se estima que es más confiable la estadística del primer período de Talca, de tal modo que la evapotranspiración se calculará con las temperaturas medias mensuales que proporciona esta última.

1.5. Intensidad y Dirección de los Vientos.

La única estación que tiene estadísticas de vientos es la estación Talca en ambos períodos. En el lapso 1911 1946 la medición se hizo según la escala Beaufort que adolece de bastante imprecisión, en tanto que en el segundo período, se midió en nudos. A su vez, las medidas realizadas en el segundo período están en general de acuerdo con los límites que la escala Beaufort dio para el primero. Por estos motivos se utilizarán para el cálculo de la evapotranspiración, en los casos que proceda, las velocidades del viento que proporciona la estación Talca en el período 1973-1975.

1.6. Horas Efectivas de Sol Mensuales.

El registro citado mide también la nubosidad real. En este caso, la estadística disponible de Talca 1973-1975 es muy corta y muestra en la mayor parte de los casos, una disimilitud bastante grande entre los pocos datos existentes para cada mes del año. Por este motivo no será considerada en los cálculos de la evapotranspiración.

1.7. Evaporación.

Los datos de evaporación corresponden a una estación bastante alejada del área del Proyecto y a una estación con registros muy cortos e incompletos. Por este motivo, los datos de evaporación se utilizarán únicamente como índice comparativo de la evapotranspiración potencial calculada.

1.8. Temperatura de rocío.

La estadística existente en la estación Talca sólo proporciona observaciones de tres años pero cada mes de la temporada de riego, con excepción de los meses de febrero y marzo para los cuales o no hay observaciones o éstos son incompletos. En el caso de utilizarse la temperatura de rocío en el cálculo de la evapotranspiración, deberá tenerse en cuenta esta circunstancia limitante.

1.9. Radiación Solar.

Las observaciones de radiación solar de la estación El Peral permiten tener datos de dos años para cada mes de la temporada de riego. Los promedios que proporciona este registro no podrán ser utilizados directamente para el cálculo de evapotranspiración debido a la escasa longitud de la estadística disponible. En cambio, proporcionará índices de comparación con la radiación solar calculada por métodos indirectos.

1.10. Otros Factores Climáticos.

Además de los factores climáticos reseñados anteriormente, se dispone de los valores referentes a la

radiación solar extraterrestre, a la radiación solar media para ciclos sin nubes, al porcentaje de horas de luz mensuales y al promedio diario de horas potencia - les de sol para cada mes del año que dependen de la la titud geográfica del área y no de las características locales. Para los efectos de la determinación de di - chos factores, se ha tomado como latitud del área del proyecto la del pueblo de Pencahue: 35° 23' latitud sur, y como altura media del Proyecto la cota 70 m.

1.11. Resumen.

A continuación se incluye un cuadro en que se indican mes a mes durante la temporada de riego, los valores de los factores climáticos relevantes para el área del Proyecto:

Columna 1 : Mes
Columna 2 : Radiación solar extraterrestre ly/día
Columna 3 : Radiación solar extraterrestre mm/día
Columna 4 : Porcentaje mensual hrs luz según Techni - cal Release 21
Columna 5 : Porcentaje mensual hrs luz según Boletín 24
Columna 6 : Horas de sol medias diarias
Columna 7 : Horas de sol efectivas en porcentaje
Columna 8 : Radiación solar media para cielos sin nu- bes (ly/día)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sep. | 718 | 11,9 | 8,04 | 0,27 | 11,9 | 58 | 530 |
| Oct. | 846 | 14,7 | 9,10 | 0,29 | 13,1 | 65 | 629 |
| Nov. | 975 | 17,0 | 9,49 | 0,31 | 14,0 | 73 | 767 |
| Dic. | 1.041 | 18,2 | 10,19 | 0,32 | 14,5 | 82 | 806 |
| Ene. | 1.029 | 17,9 | 10,00 | 0,32 | 14,3 | 87 | 774 |
| Feb. | 908 | 16,0 | 8,49 | 0,30 | 13,5 | 87 | 754 |
| Mar. | 760 | 13,3 | 8,65 | 0,28 | 12,4 | 80 | 568 |
| Abr. | 591 | 10,2 | 7,60 | 0,25 | 11,3 | 66 | 453 |

| Mes | Temperaturas Medias | Medias máx | Medias mín | Humedades (%) Media mens. | 7 h | 13 h | 18 h | Intens.de viento m/seg | Km/hr | Km/día |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sep | 11,7 | 18,4 | 5,3 | 75 | 89 | 66 | 63 | 1,4 | 4,9 | 118 |
| Oct | 14,6 | 22,3 | 7,4 | 69 | 83 | 50 | 58 | 1,9 | 6,8 | 163 |
| Nov | 17,6 | 25,6 | 10,0 | 62 | 76 | 44 | 50 | 2,7 | 9,6 | 229 |
| Dic | 20,6 | 29,2 | 11,5 | 56 | 70 | 39 | 42 | 2,2 | 8,0 | 193 |
| Ene | 21,9 | 30,8 | 12,7 | 54 | 70 | 38 | 41 | 1,7 | 6,1 | 146 |
| Feb | 20,9 | 30,0 | 11,8 | 57 | 75 | 39 | 42 | 1,5 | 5,4 | 128 |
| Mar | 18,1 | 27,1 | 9,9 | 64 | 83 | 43 | 47 | 1,3 | 4,6 | 110 |
| Abr | 14,1 | 22,2 | 7,0 | 73 | 89 | 51 | 62 | 0,9 | 3,2 | 76 |

| Mes | Temperatura de rocío (°C a las 8am) | Radiación Solar efectiva (ly/día) | media (mm/día) | Evaporación (Curicó) media mensual (mm) | media diaria (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Sep | 7,7 | 354 | 5,9 | 073,2 | 2,4 |
| Oct | 9,8 | 506 | 8,8 | 104,5 | 3,4 |
| Nov | 11,7 | 575 | 10,0 | 164,9 | 5,5 |
| Dic | 14,6 | 634 | 11,1 | 213,9 | 6,9 |
| Ene | 14,5 | 584 | 10,2 | 233,9 | 7,5 |
| Feb | - | 546 | 9,6 | 187,7 | 6,6 |
| Mar | 12,1 | 441 | 7,7 | 139,7 | 4,5 |
| Abr | 9,0 | 314 | 5,4 | 82,0 | 2,7 |

## 2. ANALISIS DE FORMULAS EMPIRICAS PARA EL CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION.

Las fórmulas empíricas para el cálculo de la evapotranspiración se pueden clasificar en seis grupos de acuerdo con los factores climáticos que se pueden utilizar en ellos. Dichos grupos son: a) de combinación, b) de radiación, c) de evaporación, d) de temperatura, e) de humedad y f) de correlación múltiple.

Sin entrar a realizar un análisis crítico de las diferentes fórmulas existentes, se han elegido seis de ellas para calcular preliminarmente la evapotranspiración potencial

de un cultivo de referencia que normalmente es alfalfa. Las seis fórmulas son las siguientes: a) Blaney-Criddle, de acuerdo con la metodología indicada en el Boletín 24 de Riego y Drenaje de F.A.O.; b) Blaney-Criddle, de acuerdo con la metodologia indicada en "Irrigation Water Requirements, Technical Release N° 21"; c) Jensen y Heise; d) radiación, de acuerdo con la metodología indicada en el Boletín de Riego y Drenaje de F.A.O.; e) Christiansen y Hargreaves, basado en radiación solar extraterrestre; f) Penman, según metodología del Boletín 24 de Riego y Drenaje de F.A.O.

2.1. Blaney-Criddle, según Boletín 24 de F.A.O.

Se utiliza como relación básica la siguiente:

$$f\ (mm/día) = p(0,46\ T + 8,13)$$

En esta relación p es el porcentaje diario medio mensual de horas anuales de luz diurna que se obtiene de la Tabla 2 del Boletín 24 de F.A.O.; T es la temperatura media en grados centígrados.

Este valor se corrige mediante el uso de nueve gráficos que aparecen en la Figura 1 de la obra citada que toman en cuenta la nubosidad, la humedad relativa media mínima y la velocidad del viento.

Cada uno de estos tres factores se toman en cuenta en tres rangos de intensidad que son alta, media y baja. Así por ejemplo, una humedad relativa mínima media de 45% se considera como media, una nubosidad (n/N) de 85% (0,85) se considera como alta y una velocidad del viento de 1,5 m/seg se considera baja. En este caso la

corrección se determinaría utilizando la recta 1 del gráfico II de la Figura 1.
El valor así obtenido es ETo, o sea la evapotranspiración potencial del cultivo de referencia.

2.2. Blaney-Criddle según Technical Release N° 21.

Utilizando las mismas unidades que aparecen en la publicación indicada, se tiene:

$$ETo\ (pulgadas/mes) = \frac{k_t \times T \times p}{100}$$

En esta expresión T es la temperatura media mensual y está expresada en grados Farenheit y p es el porcentaje mensual de horas de luz del total del año; $k_t$ es un factor de corrección que depende de la temperatura y su expresión es: 0,173 T - 0,314 en el cual T es la temperatura media mensual en grados Farenheit.
El valor obtenido es ETo, o sea la evapotranspiración potencial del cultivo de referencia.

2.3. Jensen y Heise.

La fórmula empírica de Jensen aparece explicada en las páginas 73 y 74 de la publicación "Consumptive use of water and irrigation water requirements" de la American Society of Civil Engineers. Su expresión es la siguiente:

$$ETo = C_T\ (T - T_x)\ R_s$$

En la ecuación señalada T es la temperatura, $C_T$ y $T_x$ dependen también de la temperatura y $R_s$ es la radiación solar media mensual efectiva. La expresión de

cada uno de estos factores se indica a continuación.

$$G_T = \frac{1}{C_1 + C_2 \times C_H}$$

$C_2 = 7,6\ ^\circ C$

$$C_H = \frac{50}{e_1 - e_2}$$

$e_1$ = presión de saturación de vapor en milíbares para la temperatura media máxima mensual del mes más caluroso de la temporada de riego.

$e_2$ = presión de saturación de vapor en milíbares para la temperatura media mínima mensual del mes más caluroso de la temporada de riego.

$$C_1 = 38 - \frac{2 \times E}{305} \qquad E = \text{elevación en metros}$$

$$T_x = - 2,5 - 0,14\ (e_1 - e_2) - \frac{E}{550}$$

En la expresión de $T_x$, $e_1$, $e_2$ y E tienen los mismos si significados dados anteriormente.

En el caso de no disponerse de la radiación solar media mensual puede utilizarse las ecuaciones que ligan este factor con la radiación solar extraterrestre $R_A$ y con la radiación solar media cielos sin nubes $R_{so}$.

$$R_s = (0,18 + 0,55 \times \frac{S}{100})\ R_A$$

$$R_s = (0,23 + 0,48 \times \frac{S}{100})\ R_A$$

$$R_s = (0,35 + 0,61 \times \frac{S}{100})\ R_{so}$$

S es el porcentaje de horas efectivas de sol

En resumen, para la utilización de la fórmula Jensen y Heise es necesario conocer los siguientes factores: elevación, temperatura media mensual, temperatura media

máxima y temperatura media mínima para el mes más caluroso del año y la radiación solar media mensual o, en su defecto, el porcentaje de horas de sol efectivas.

2.4. Radiación según Boletín 24 de F.A.O.

La relación básica que se usa es la siguiente:

$$ETo = a + b \times W \times R_s$$

En dicha expresión $R_s$ es la raciación solar media expresada en mm/día, W es un factor de ponderación que depende de la temperatura media y de la elevación, a y b son coeficientes cuyo valor se deduce de la Figura 2, pág. 27 de la obra citada. En esta última se presentan cuatro gráficos para cuatro valores de la humedad relativa media y para cuatro valores de la velocidad del viento.

En el caso de conocerse el valor de la radiación solar media, pueden utilizarse para su determinación las relaciones que la ligan con la radiación solar extrate - rrestre y con la radiación solar media para cielos sin nubes y que se dieron en el número 2.3.

El factor de ponderación W se calcula mediante el uso de la Tabla 6 que aparece en la página 26 del Boletín 24.

En resumen, para el uso de la fórmula de radiación propuesta es necesario conocer los siguientes factores climáticos: temperatura media, humedad relativa media, velocidad del viento, radiación solar o en su defecto radiación solar extraterrestre o radiación solar para cielos sin nubes y porcentaje de horas de sol efecti - vas.

2.5. Christiansen y Hergreaves.

De las tres fórmulas propuestas por estos investigadores, se utilizará la basada en la radiación solar extraterrestre $R_A$ que aparece explicada en las páginas 86 y 87 de la publicación "Consumptive use of water and irrigation water requirements" de la American Society of Civil Engineers.

La fórmula básica es:

$$ETo = 0,324\ R_A\ C_{TT}\ C_{WT}\ C_{HT}\ C_{ST}\ C_E$$

Utilizando unidades métricas y grados centígrados, los factores C tienen las siguientes expresiones:

$$C_{TT} = 0,463 + 0,428\ (T/20) + 0,392\ (T/20)^2$$

T = temperatura media mensual

$$C_{WT} = 0,672 + 0,406\ (W/160)\ x - 0,078\ (W/160)^2$$

W = velocidad del viento en km/día

$$C_{HT} = 1,035 + 0,240\ (H_m/60)^2 - 0,275\ (H_m/160)^2$$

$H_m$ = humedad relativa media

$$C_{ST} = 0,340 + 0,856\ (S/80) - 0,196\ (S/80)^2$$

S = porcentaje de horas de sol efectivas

$$C_E = 0,970 + 0,030\ (E/300)$$

E = elevación en metros

$R_A$ se puede expresar en ly/día o en su equivalente en mm/día de evaporación. Eto se obtendrá en las mismas unidades de $R_A$.

Para la utilización de esta fórmula de Christiansen y Hargreaves es necesario conocer la temperatura media, la humedad media. el porcentaje de horas de sol efectivas y la velocidad del viento.

## 2.6. Penman según Boletín 24 de F.A.O.

La fórmula de Penman en una fórmula de combinación que exige el conocimiento de la temperatura de rocío. El Boletín 24 permite hacer una determinación de dicho factor en el caso que no se disponga de mediciones directas.

La ecuación básica es:

$$ETo = C\ (W\ R_n + (1-W)\ f\ (u)\ (ea - ed)\ )$$

En la expresión anterior C representa un factor de corrección para compensar las condiciones metereológicas diurnas y nocturnas; W es un factor de ponderación ligado a la temperatura; $R_n$ representa la radiación como evaporación equivalente en mm/día; f (u) es una función ligada al viento y (ea - ed) es la diferencia entre la tensión de vapor de saturación a la temperatura media del aire y la tensión de vapor real media del aire, ambas expresadas en milíbares.

### 2.6.1. Cálculo de (ea - ed)

- Caso 1: ea se obtiene de la temperatura media y ed multiplicando a ea por la humedad media expresada en forma decimal.
- Caso 2: ea se obtiene de la temperatura media y ed a partir de las temperaturas de termómetro seco y termómetro húmedo del psicrómetro de aspiración.
- Caso 3: ea se obtiene de la temperatura media y ed a partir de la temperatura de rocío.

2.6.2. Cálculo de la función f (u).

La función f (u) cuando el viento ha sido medido a una altura de 2 m sobre la superficie del terreno, tiene la siguiente expresión:

$$f(u) = 0.27\ (1 + U/100)$$

Si la medida hubiera sido realizada a otras alturas sobre el suelo, es necesario utilizar un factor de corrección de la velocidad del viento que aparece en la página 35 del Boletín 24.

2.6.3. Cálculo de (1 - W).

El factor de ponderación (1 - W) se puede calcular utilizando la Tabla 10 de la página 45 de la publicación citada.

2.6.4. Cálculo de $R_n$.

El cálculo de $R_n$ está basado en la radiación solar extraterrestre medida en la evaporación equivalente en mm/día. A partir de esta última, se calcula $R_{ns}$ que es igual a ella multiplicada por (1 - a) (0,25 + 0,50 n/N). El factor n/N es el número de horas de sol efectivas expresadas en forma decimal. La expresión que corrige a la radiación solar extraterrestre aparece en la Tabla 14 de la página 48 del Boletín 21.

$R_n$ es igual a $R_{ns}$ menos $R_{n1}$ y esta última es igual a f(t) x f(ed) x f(n/N). Estas tres funciones aparecen tabuladas en las Tablas 15, 16 y 17 respectivamente, que aparecen en la página 48.

2.6.5. Cálculo del factor C.

El factor C se puede calcular con el uso de la Tabla 17a de la página 49 del Boletín 24. Para ello es necesario conocer la humedad relativa máxima, la velocidad diurna del viento, $R_n$ y la relación entre las velocidades de los vientos diurnos y nocturnos.

## 3. CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL APLICANDO LAS FORMULAS SELECCIONADAS.

### 3.1. Blaney-Criddle según Boletín 24 de F.A.O.

En la modificación propuesta en el Boletín 24 de Riego y Drenaje de F.A.O. para la fórmula de Blaney-Criddle, el porcentaje de horas de luz se utiliza en su valor diario y la relación entre las horas de sol efectivas y las horas de sol teóricas se expresa en forma decimal.

Los resultados aparecen en la tabla que se incluye a continuación.

| Mes | Tc Media | P (%) | f | HR min | U2 (m/s) | n/N | ETo (mm/día) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sep. | 11,7 | 0,27 | 3,65 | 0,66 | 1,4 | 0,58 | 3,1 |
| Oct. | 14,7 | 0,29 | 4,32 | 0,50 | 1,9 | 0,65 | 4,0 |
| Nov. | 17,6 | 0,31 | 5,01 | 0,44 | 2,7 | 0,73 | 5,1 |
| Dic. | 20,6 | 0,32 | 5,59 | 0,39 | 2,2 | 0,82 | 5,8 |
| Ene. | 21,9 | 0,32 | 5,82 | 0,38 | 1,1 | 0,87 | 6,1 |
| Feb. | 20,9 | 0,30 | 5,34 | 0,39 | 1,0 | 0,87 | 5,8 |
| Mar. | 18,1 | 0,28 | 4,62 | 0,43 | 0,9 | 0,80 | 4,2 |
| Abr. | 14,1 | 0,25 | 3,66 | 0,51 | 0,6 | 0,66 | 3,1 |

3.2. Blaney-Criddle según Technical Release N° 21 del S.C.S.

Los resultados que da la fórmula modificada de Blaney-Criddle que se propone en el Technical Release N° 21 se obtienen en pulgadas por mes que en este caso se traspusieron a mm/día. El factor "p" que depende el número de horas de luz, aparece también expresado en su valor mensual.

El sistema de cálculo y los resultados finales aparecen en la tabla siguiente:

| | T | | | | ETo | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mes | °C | °F | p | Rt | pgda/mes | mm/día |
| Sep. | 11,7 | 53,0 | 8,04 | 0,600 | 2,556 | 2,16 |
| Oct. | 14,6 | 58,2 | 9,10 | 0,694 | 3,675 | 3,01 |
| Nov. | 17,6 | 63,6 | 9,49 | 0,786 | 4,744 | 4,02 |
| Dic. | 20,6 | 69,0 | 10,19 | 0,880 | 6,187 | 5,07 |
| Ene. | 21,9 | 71,4 | 10,00 | 0,918 | 6,52 | 5,37 |
| Feb. | 20,9 | 69,6 | 8,49 | 0,892 | 5,27 | 4,78 |
| Mar. | 18,1 | 64,5 | 8,65 | 0,800 | 4,46 | 3,66 |
| Abr. | 14,1 | 57,4 | 7,60 | 0,678 | 2,96 | 2,50 |

3.3. Jensen y Heise.

Previamente al uso de la fórmula de Jensen y Heise, es necesario calcular los parámetros regionales $C_T$ y $T_x$ de acuerdo con la expresión de ellos dada en el número 2.3.

Para las temperaturas máximas y mínimas medias del mes más caluroso (enero) que son iguales a 30,8 y 12,7°, respectivamente, se obtuvieron los valores de "e1" igual a 44,4 y de e2 igual a 14,7. Tomando como altura media del área del Proyecto 70 m sobre el nivel del mar, resulta $C_1$ igual a 37,5; $C_H$ es igual a 1,68 y $C_T$ es igual a 0,02. A su vez $T_x$ resulta igual a -6,79.

El resultado final de la aplicación de la fórmula de Jensen y Heise aparece en la tabla siguiente. En ella se ha utilizado la primera de las relaciones dadas en el número 2.3. para calcular la radiación solar media a partir de la radiación solar extraterrestre; el coeficiente de nubosidad se expresa en porcentaje.

| Mes | T | $C_T(T-T_x)$ | $R_A$ | S | $R_S$ | ETo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sep. | 11,7 | 0,369 | 11,9 | 0,58 | 6,05 | 2,23 |
| Oct. | 14,6 | 0,427 | 14,7 | 0,65 | 7,47 | 3,40 |
| Nov. | 17,6 | 0,487 | 17,0 | 0,73 | 10,21 | 4,97 |
| Dic. | 20,6 | 0,547 | 18,2 | 0,82 | 11,35 | 6,21 |
| Ene. | 21,9 | 0,573 | 17,9 | 0,87 | 11,59 | 6,64 |
| Feb. | 20,9 | 0,553 | 16,0 | 0,87 | 10,36 | 5,73 |
| Mar. | 18,1 | 0,497 | 13,3 | 0,80 | 8,17 | 4,06 |
| Abr. | 14,1 | 0,417 | 10,2 | 0,66 | 5,58 | 2,33 |

3.4. Radiación según Boletín 24 de F.A.O.

El método de cálculo se sistematizó en el cuadro que se agrega a continuación. En él se utilizaron los siguientes factores: horas teóricas de sol diarias para cada mes; radiación solar extraterrestre en mm/día; la relación entre las horas de sol efectivas y las horas de sol teóricas; la radiación solar media calculada a partir de la radiación solar extraterrestre; la humedad relativa media en decimales y la velocidad del viento en m/seg.

| Mes | n media (hr) | $R_a$ (mm/día) | n/N (%) | (A) | $R_S = R_a x A$ | t° media | W (%) | $R_S$ W | HR media (%) | U2 día (m/s) | $ET_o$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sep. | 11,9 | 11,9 | 0,58 | 0,55 | 6,55 | 11,7 | 0,58 | 3,80 | 0,75 | 1,4 | 2,6 |
| Oct. | 13,1 | 14,7 | 0,65 | 0,58 | 8,53 | 14,6 | 0,62 | 5,29 | 0,69 | 1,9 | 4,4 |
| Nov. | 14,0 | 17,0 | 0,73 | 0,61 | 10,37 | 17,6 | 0,66 | 6,84 | 0,62 | 2,7 | 6,3 |
| Dic. | 14,5 | 18,2 | 0,82 | 0,66 | 12,01 | 20,6 | 0,69 | 8,29 | 0,56 | 2,2 | 7,8 |
| Ene. | 14,3 | 17,9 | 0,87 | 0,68 | 12,17 | 21,9 | 0,71 | 8,64 | 0,54 | 1,7 | 8,0 |
| Feb. | 13,5 | 16,0 | 0,87 | 0,68 | 10,88 | 20,9 | 0,69 | 7,51 | 0,57 | 1,6 | 6,3 |
| Mar. | 12,4 | 13,3 | 0,80 | 0,65 | 8,65 | 18,1 | 0,66 | 5,71 | 0,64 | 1,3 | 4,8 |
| Abr. | 11,3 | 10,2 | 0,66 | 0,58 | 5,92 | 14,1 | 0,61 | 3,61 | 0,73 | 0,9 | 2,5 |

$$(A) = 0,25 + 0,50\ n/N$$

3.5. Christiansen y Hargreaves.

Los factores que dependen de la temperatura, del viento, de la humedad, de las horas efectivas de sol y de la elevación, se calcularán utilizando las relaciones que para cada uno de ellos se indica en el número 2.5. Los resultados son los que se dan en el cuadro siguiente:

| Mes | T | $C_{TT}$ | W | $C_{WT}$ | H | $C_{HT}$ | S | $C_{ST}$ | 0,324 x CE | $R_A$ | $ET_o$ (mm/día) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sep | 11,7 | 0,738 | 118 | 0,933 | 75 | 0,873 | 58 | 0,857 | 0,3316 | 11,9 | 2,03 |
| Oct | 14,6 | 0,834 | 163 | 1,009 | 69 | 0,934 | 65 | 0,906 | 0,3316 | 14,7 | 3,47 |
| Nov | 17,6 | 0,926 | 229 | 1,091 | 62 | 0,988 | 73 | 0,957 | 0,3316 | 17,0 | 5,38 |
| Dic | 20,6 | 1,023 | 193 | 1,052 | 56 | 1,020 | 82 | 1,011 | 0,3316 | 18,2 | 6,70 |
| Ene | 21,9 | 1,066 | 146 | 0,981 | 54 | 1,028 | 87 | 1,038 | 0,3316 | 17,9 | 6,62 |
| Feb | 20,9 | 1,032 | 128 | 0,950 | 57 | 1,015 | 87 | 1,038 | 0,3316 | 16,0 | 5,47 |
| Mar | 18,1 | 0,945 | 110 | 0,918 | 64 | 0,914 | 80 | 1,000 | 0,3316 | 13,3 | 3,49 |
| Abr | 14,1 | 0,821 | 76 | 0,851 | 73 | 0,892 | 60 | 0,872 | 0,3316 | 10,2 | 1,83 |

3.6. Penman según Boletín 24 de F.A.O.

El procedimiento aparece explicado detalladamente en la publicación citada y los resultados obtenidos se exponen en la tabla que se agrega a continuación.

Todos los valores auxiliares tales como (1 - W), W, f(t), f(n/N), f(ed), etc., se obtuvieron de tablas que proporciona el Boletín 24 de F.A.O.

| Mes | t° media | ea (mb) | HR media | ed (mb) | ea-ed (mb) | f(u) | (1-W) | (A) | Ra (mm/d) | n/N (%) | (D) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sep | 11,7 | 13,7 | 0,75 | 10,3 | 3,4 | 0,57 | 0,42 | 0,81 | 11,7 | 0,58 | 0,41 |
| Oct | 14,6 | 14,6 | 0,69 | 10,1 | 4,5 | 0,70 | 0,37 | 1,16 | 14,6 | 0,65 | 0,43 |
| Nov | 17,6 | 20,1 | 0,62 | 12,5 | 7,6 | 0,90 | 0,35 | 2,39 | 17,0 | 0,73 | 0,46 |
| Dic | 20,6 | 24,2 | 0,56 | 13,6 | 10,6 | 0,78 | 0,30 | 2,48 | 18,2 | 0,82 | 0,50 |
| Ene | 21,9 | 26,4 | 0,54 | 14,3 | 12,1 | 0,67 | 0,29 | 2,35 | 17,9 | 0,87 | 0,51 |
| Feb | 20,9 | 24,9 | 0,57 | 14,2 | 10,7 | 0,62 | 0,30 | 1,99 | 16,0 | 0,87 | 0,51 |
| Mar | 18,1 | 20,6 | 0,64 | 13,2 | 7,4 | 0,57 | 0,34 | 1,43 | 13,2 | 0,80 | 0,49 |
| Abr. | 14,1 | 16,1 | 0,73 | 11,8 | 4,3 | 0,49 | 0,39 | 0,82 | 10,1 | 0,66 | 0,43 |

| Mes | $R_{ns}$ (mm/d) | f(t) | f(ed) | f(n/N) | $R_{nl}$ (mm/d) | $R_n$ (mm/d) | W | WRn (B) | C | $ET_o$ (mm/d) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sep | 4,80 | 13,1 | 0,20 | 0,64 | 1,68 | 3,12 | 0,58 | 1,81 | 0,89 | 2,33 |
| Oct | 6,28 | 13,6 | 0,20 | 0,69 | 1,88 | 4,40 | 0,62 | 2,73 | 0,90 | 3,50 |
| Nov | 7,82 | 14,1 | 0,19 | 0,74 | 1,98 | 5,84 | 0,66 | 3,85 | 0,95 | 5,93 |
| Dic | 9,10 | 14,8 | 0,18 | 0,82 | 2,18 | 6,92 | 0,69 | 4,77 | 0,98 | 7,10 |
| Ene | 9,13 | 15,0 | 0,18 | 0,87 | 2,35 | 6,78 | 0,71 | 4,81 | 1,00 | 7,16 |
| Feb | 8,16 | 14,8 | 0,18 | 0,87 | 2,32 | 5,84 | 0,69 | 4,03 | 0,95 | 5,72 |
| Mar | 6,47 | 14,2 | 0,19 | 0,82 | 2,21 | 4,26 | 0,66 | 2,81 | 0,95 | 4,03 |
| Abr | 4,34 | 13,5 | 0,19 | 0,69 | 1,77 | 2,57 | 0,61 | 1,57 | 0,88 | 2,10 |

$$(A) = (1 - W)\ f(u)\ (ea-ed)$$
$$(D) = (1 - \alpha)\ (0,25 + 0,50\ n/N)$$

3.7. Resumen.

Los resultados que se obtuvieron con la aplicación de cada una de las seis fórmulas utilizadas, se han resumido en el cuadro que aparece a continuación, al cual también se ha agregado los valores de la evaporación en Curicó, tanto para el promedio de cada mes como para el promedio de cada mes como para el mes de máxima evaporación durante el período que abarca la estadísti

ca: desde 1966 hasta 1976.

| Mes | Bl-Cr. Tech Rel Nº 21 | Bl-Cr. Bol 24 F.A.O. | Jensen Heise | Radiac Bol 24 F.A.O. | Penman Bol 24 F.A.O. | Christ Hargr. | Evapor.Curicó mm/día Media mens. | Evapor.Curicó mm/día Maxima mens. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sep. | 1,9 | 3,1 | 2,2 | 2,6 | 2,3 | 2,0 | 2,4 | 4,3 |
| Oct. | 3,1 | 4,0 | 3,4 | 4,4 | 3,5 | 3,4 | 3,4 | 4,6 |
| Nov. | 4,3 | 5,1 | 5,0 | 6,3 | 5,9 | 5,4 | 5,5 | 7,0 |
| Dic. | 5,7 | 5,8 | 6,2 | 7,8 | 7,1 | 6,7 | 6,9 | 8,5 |
| Ene. | 6,0 | 6,1 | 6,6 | 8,0 | 7,2 | 6,6 | 7,5 | 8,9 |
| Feb. | 5,1 | 5,8 | 5,7 | 6,3 | 5,7 | 5,5 | 6,6 | 7,9 |
| Mar. | 3,7 | 4,2 | 4,1 | 4,8 | 4,0 | 3,5 | 4,5 | 5,4 |
| Abr. | 2,3 | 3,1 | 2,3 | 2,5 | 2,1 | 1,8 | 2,7 | 4,3 |
| Temporada | 32,1 | 37,2 | 35,5 | 42,7 | 37,8 | 35,8 | 39,5 | 50,9 |

## 4. ELECCION DE UN METODO DE CALCULO DEFINITIVO.

Después de un primer examen se ha resuelto eliminar las fórmulas de Blaney-Criddle según el Technical Release N° 21 del S.C.S. y la fórmula de radiación según el Boletín 24 de F.A.O.

En el primer caso, la resolución se tomó debido a que da resultados manifiestamente menores que las otras fórmulas, tanto en valor acumulado como en valor máximo mensual. Esto confirma el análisis comparativo realizado en la publicación "Consumptive use of water and irrigation water requirements" de la American Society of Civil Engineers, según el cual la fórmula citada da resultados inferiores a los reales en los casos de zonas interiores de clima árido o semi árido. El valor relativamente bajo que da la fórmula para el mes máximo evapotranspiración puede deberse al hecho de que trabaja con temperaturas medias que no reflejan exactamente el fenómeno tal como se produce en Chile, en que hay

diferencias apreciables entre las temperaturas máximas me - dias y las temperaturas mínimas medias.

En el segundo caso, se procedió a su eliminación debido a que tanto el valor de la suma total anual como el de la mayor parte de los meses, es superior a los valores promedio de la evaporación de Curicó.

A continuación se analizarán separadamente cada una de las otras cuatro.

4.1. Blaney-Criddle según Boletín 24 de F.A.O.

La suma total equivale a un 94% de la evaporación media de Curicó. Los meses de septiembre, octubre y abril aparecen con valores superiores a la evaporación men - sual respectiva de Curicó. El mes de máximo consumo resulta ser enero, lo cual está en concordancia con la experiencia sobre la materia que hay en el país, con un valor igual al 81% de la evaporación media de Curicó para ese mismo mes. El valor del mes de diciembre es igual al 95% del valor de enero.

4.2. Jensen y Heise.

La suma total equivale a un 90% de la evaporación me - dia total de Curicó. Solamente en el mes de octubre coinciden el valor dado por la fórmula y la evapora - ción de Curicó. Para el mes de diciembre la relación entre ambas es igual al 88%, lo cual está en buena coincidencia con la comparación entre los valores totales. La relación entre los valores de diciembre y enero que da la fórmula es igual al 94%, en tanto que la equivalente de la evaporación de Curicó es igual a 92%.

Por otra parte, se tiene que la radiación solar efectiva calculada para la fórmula de Jensen y Heise a partir de la radiación solar extraterrestre es inferior a la radiación solar efectiva medida en la estación El Peral en 1975, 1976 y los cuatro primeros meses de 1977.

La fórmula de Jensen y Heise está basada en la radiación solar efectiva, deducida de la radiación solar extraterrestre, y toma en cuenta en los parámetros $C_T$ y $T_x$ a la diferencia entre las temperaturas medias máximas y las temperaturas medias mínimas.

4.3. Penman según Boletín 24 de F.A.O.

La fórmula de Penman da valores totales igual al 96% de la evaporación total de Curicó. Los valores de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre resultan iguales o mayores que los correspondientes de la evaporación de Curicó. En el mes de diciembre la relación entre ambos valores es igual a 96%. Finalmente, los valores calculados por la fórmula Penman para diciembre y enero tienen entre sí una relación igual al 98,6%.

4.4. Christiansen y Hargreaves.

Los valores que da la fórmula de Christiansen y Hargreaves coinciden con los proporcionados por Jensen y Heise en la suma total y en los del mes de diciembre. Igualmente hay una buena correlación entre ambas fórmulas para los meses de septiembre, octubre y febrero. La discrepancia mayor se produce para la evapotranspira -

ción de diciembre que es mayor que la de enero, según la fórmula de Christiansen y Hargreaves, resultado que no concuerda con la experiencia nacional.

4.5. Elección definitiva de la fórmula de cálculo.

En esta segunda comparación entre las fórmulas se han desechado las de Blaney-Criddle y de Penman según el Boletín 24 de F.A.O.

La primera se rechazó debido a su distribución mensual y a que se estima bajo el valor calculado para el mes de mayor demanda, debido a que toma en cuenta temperaturas medias que realmente no reflejan las temperaturas máximas que se producen en este caso. En cuanto a la segunda, se estima que, por el contrario, da valores muy altos para los meses de diciembre y enero.

Tal como se dijo anteriormente, las fórmulas de Jensen y Heise y de Christiansen y Hargreaves coinciden en los valores totales y en los del mes de enero. En cambio, la primera muestra una distribución más coherente a lo largo de la temporada como lo demuestra la relación de valores entre diciembre y enero. La segunda da un valor más alto de la evapotranspiración para diciembre, resultado que está en contradicción con la experiencia nacional.

En resumen, la evapotranspiración potencial del cultivo de referencia que se utilizará para la determinación de la evapotranspiración real de los cultivos y rotaciones que recomiende el proyecto de desarrollo agropecuario, será la calculada por intermedio de la fórmula de Jensen y Heise.

5. CALCULO DE $K_c$.

$K_c$ es el coeficiente que liga la evapotranspiración del cultivo de referencia con la evapotranspiración del cultivo específico. Depende de este útlimo y de la etapa de desarrollo en que se encuentre dicho cultivo.

El coeficiente depende muy estrechamente de las condiciones regionales y debería ser deducido de experiencias realizadas en terreno. En Chile se carece de tal experiencia y los únicos datos disponibles, relacionados con el problema, se refieren a la fecha de siembra y de las etapas de desarrollo del cultivo. Además de la información proporcionada por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, se hizo una investigación en terreno para definir en forma más precisa la manera como se desarrollan las distintas etapas del crecimiento del cultivo.

En relación con $K_c$ propiamente dicho, se dispone de las tablas que dan el Boletín 24 de Riego y Drenaje de F.A.O. y la publicación "Consumptive use of Water and Irrigation Water Requirements" de la American Society of Civil Engineers.

El tratamiento del problema que hace el Boletín 24 de F.A.O. es bastante más extenso y detallado que su equivalente en la otra publicación citada, sin que haya diferencias de importancia entre los valores que entregan uno y otra. Por este motivo se ha estimado aconsejable utilizar básicamente los $K_c$ que aparecen en el Boletín 24 de F.A.O. con las modificaciones que aconsejan las condiciones locales.

Los coeficientes $K_c$ mensuales obtenidos según el criterio de la publicación ya citada y aplicados a los valores de $ET_o$ dan resultados que no se compadecen con la realidad: valores iguales o superiores a la evaporación medida en

Curicó y $ET_c$ mayores que los obtenidos en Santiago por el INIA y CORFO (Segunda, Tercera y Cuarta Memoria Anual, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 1965 a 1968; Agricultura Técnica Vol. 29, INIA-SAG, 1969; Carmona y Guzmán, 1974-75, Inédito).

Haciendo:

$$K_{co} \qquad K_c \times 0.8$$

y aplicandolo a $ET_o$, se tiene:

$$ET_o \times K_c \times 0.8 = ET_o \times K_{co} = ET_c$$

Este criterio permite obtener valores de $ET_c$ similares o menores a los medidos en Santiago, lo que aparenta ser más lógico (Cuadro del número 6).

Los $K_{co}$ son los que se agregan en el cuadro del número 5.

Los valores de $ET_c$ diarios, mensuales o totales, obtenidos mediante la utilización de este o cualquier otro método empírico, son solo aproximados, pudiendo diferir en hasta más de un 25% de los reales para un área determinada.

El problema está, como se indicó al principio de este punto, en que en el país no se han realizado las experiencias zonales, regionales o locales, en los cultivos y plantaciones más importantes, que permitan la correlación adecuada entre la ET obtenida mediante relaciones empíricas y la $ET_c$ real, de manera de obtener los $K_c$ regionales para Chile y evitar así esta incertidumbre.

Dichos $K_c$ se agregan en la tabla que se incluye a continuación:

$K_c$ Mensuales

| Mes | Maíz | Papas | Porotos | Betarraga | Tomate | Melón | Sandía |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sep. | | | | 0,37 | | | |
| Oct. | 0,36 | 0,37 | 0,35 | 0,40 | 0,37 | 0,36 | 0,37 |
| Nov. | 0,43 | 0,48 | 0,44 | 0,59 | 0,48 | 0,51 | 0,51 |
| Dic. | 0,74 | 0,74 | 0,83 | 0,82 | 0,76 | 0,73 | 0,73 |
| Ene. | 0,91 | 0,89 | 0,90 | 0,94 | 0,94 | 0,78 | 0,78 |
| Feb. | 0,80 | 0,83 | 0,62 | 0,94 | 0,74 | 0,76 | 0,76 |
| Mar. | 0,59 | 0,67 | 0,27 | 0,91 | 0,62 | 0,64 | 0,64 |
| Abr. | | | | 0,84 | | | |

| Mes | Trébol | Alfalfa | Mezcla Forr. | Trigo | Arroz | Viña | Manzano |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sep. | 0,35 | 0,39 | 0,39 | 0,80 | | | |
| Oct. | 0,64 | 0,68 | 0 68 | 0,94 | 0,78 | 0,35 | 0,43 |
| Nov. | 0,85 | 0,89 | 0,89 | 0,82 | 0,83 | 0,41 | 0,59 |
| Dic. | 0,85 | 0,90 | 0,90 | 0,31 | 0,87 | 0,56 | 0,75 |
| Ene. | 0,85 | 0,90 | 0,90 | | 0,86 | 0,64 | 0,80 |
| Feb. | 0,85 | 0,90 | 0,90 | | 0,82 | 0,66 | 0,76 |
| Mar. | 0,85 | 0,90 | 0,90 | | 0,78 | 0,62 | 0,64 |
| Abr. | 0,65 | 0,68 | 0,68 | | | | |

## 6. CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POR CULTIVO

El cuadro de la evapotranspiración por cultivo está basado en el cuadro que indica la evapotranspiración potencial del cultivo de referencia calculado por la fórmula de Jensen y Heise que aparece en el número 3.3 y en los valores de $K_c$ que da la tabla del número 5. Dicho cuadro es el que se da a continuación.

| Cultivo | S | O | N | D | E | F | M | A | Totales Anuales |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maíz | - | 1,22 | 2,13 | 4,58 | 6,00 | 4,57 | 2,42 | - | 633 mm |
| | - | 380 | 640 | 1 420 | 1 860 | 1 280 | 750 | - | 6 330 m3/há |
| Papas | - | 1,26 | 2,40 | 4,58 | 5,78 | 4,71 | 2,74 | - | 652 mm |
| | - | 390 | 720 | 1 420 | 1 820 | 1 320 | 850 | - | 6 520 m3/há |
| Porotos | - | 1,19 | 2,20 | 5,13 | 5,94 | 3,54 | 1,10 | - | 579 mm |
| | - | 370 | 660 | 1 590 | 1 840 | 990 | 340 | - | 5 790 m3/há |
| Betarraga | 0,80 | 1,35 | 2,93 | 5,10 | 6,19 | 5,36 | 3,74 | 1,87 | 826 mm |
| | 240 | 420 | 880 | 1 580 | 1 920 | 1 500 | 1 160 | 560 | 8 260 m3/há |
| Tomates | - | 1,26 | 2,40 | 4,71 | 6,19 | 4,21 | 2,55 | | 646 mm |
| | | 390 | 720 | 1 460 | 1 920 | 1 180 | 790 | | 6 460 m3/há |
| Melones y | - | 1,26 | 2,53 | 4,52 | 5,16 | 4,32 | 2,61 | | 617 mm |
| Sandías | | 390 | 760 | 1 400 | 1 600 | 1 210 | 810 | | 6 170 m3/há |
| Trébol | 0,77 | 2,16 | 4 23 | 5,26 | 5,61 | 4,86 | 3,48 | 1,50 | 843 mm |
| | 230 | 670 | 1 270 | 1 630 | 1 740 | 1 360 | 1 080 | 450 | 8 430 m3/há |
| Alfalfa | 0,87 | 2,32 | 4,43 | 5,58 | 5,94 | 5,14 | 3,68 | 1,57 | 893 mm |
| | 260 | 720 | 1 330 | 1 730 | 1 840 | 1 440 | 1 140 | 470 | 8 930 m3/há |
| Trigo | 1,77 | 3,32 | 4,10 | 1,94 | | | | | 393 mm |
| | 530 | 1 030 | 1 230 | 600 | | | | | 3 930 m3/há |
| Viña | 0,33 | 1,19 | 2,03 | 3,48 | 4,23 | 3,75 | 2,55 | 0,70 | 552 mm |
| | 100 | 370 | 610 | 1 080 | 1 310 | 1 050 | 790 | 210 | 5 520 m3/há |
| Manzano | 0,40 | 1,45 | 2,93 | 4,65 | 5,29 | 4,32 | 2,61 | 0,80 | 675 mm |
| | 120 | 450 | 880 | 1 440 | 1 640 | 1 210 | 810 | 240 | 6 750 m3/há |
| Ajos | 1,77 | 4,64 | 2,32 | | | | | | 269 mm |
| | 530 | 1 440 | 720 | | | | | | 2 690 m3/há |
| Cebollas | 1,77 | 3,48 | 2,40 | 2,64 | 2,40 | | | | 449 mm |
| | 530 | 1 080 | 720 | 1 440 | 720 | | | | 4 490 m3/há |

## 7. CALCULO DE LA TASA DE RIEGO NETA DE LOS CULTIVOS.

Las demandas de agua de riego indicadas en el cuadro que se adjunta en mm/mes, se han obtenido deduciendo del agua aprovechable retenida por los suelos el agua utilizada por las diferentes especies mes a mes.

Para el logro de los objetivos propuestos se ha supuesto que las precipitaciones de Invierno son suficientes para mojar todos los suelos hasta Capacidad de Campo y que esta agua queda disponible para los cultivos y plantaciones. Si esto no ocurre se deberá considerar la mojadura mediante un riego en Septiembre-Octubre.

El cálculo del agua almacenada se ha realizado considerando dos espesores tipo: 0-60 cm y 0-100 cm; que el promedio del Peso del Volúmen es 1,65 (gr/cc) y que el Contenido Medio de Agua es de 7% en base a peso de suelo seco (1/3-15 atm):

$$h_{60} = 0.07 \times 1.65 \times 60 = 6,96 \text{ cm}$$

$$h_{100} = 0.07 \times 1.65 \times 100 = 11,55 \text{ cm},$$

de estas alturas equivalentes de agua almacenada se ha considerado que sería necesario regar cuando un 50% de ella ha sido utilizada, lo que deja:

$h_{60}$ 3.5 cm

$h_{100}$ 5.8 cm

de agua fácilmente utilizable y que sería la que debe reponerse en cada riego, suponiendolo 100% eficiente.

El mes de máximo requerimiento de riego es Enero, alcanzando los valores más altos la remolacha con 232 mm/mes.

A continuación se incluye un cuadro de tasas de riego netas en potrero con una eficiencia de aplicación del 50% basada también en un calendario de riego mensual.

Demandas de agua de riego en milimetros

| Cultivo | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | Anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ajos | 140 | 70 | | | | | | 210 |
| Cebollas | 105 | 70 | 140 | 70 | | | | 385 |
| Tomates | | 58 | 174 | 174 | 116 | 70 | | 592 |
| Sandía | 28 | 46 | 138 | 138 | 92 | 56 | | 498 |
| Trigo | 160 | 80 | | | | | | 240 |
| Trigo-Trébol | 160 | 80 | 35 | 175 | 140 | 105 | 35 | 730 |
| Maíz | | 58 | 174 | 174 | 174 | 58 | | 636 |
| Papas | | 70 | 140 | 175 | 140 | 70 | | 595 |
| Maravilla | | 58 | 174 | 174 | 174 | 58 | | 638 |
| Remolacha | 35 | 116 | 174 | 232 | 174 | 93 | | 824 |
| Trébol Rosado | 70 | 105 | 140 | 175 | 140 | 105 | 35 | 770 |
| Alfalfa | 58 | 116 | 174 | 174 | 116 | 116 | 58 | 812 |
| Pradera Mixta | 70 | 105 | 140 | 175 | 140 | 105 | 35 | 770 |
| Manzano | | 116 | 174 | 174 | 116 | 116 | | 696 |
| Vid | | 58 | 116 | 174 | 116 | 58 | | 522 |
| Frejoles | | 70 | 140 | 140 | 140 | 35 | | 560 |

## Tasa de Riego Neta en Potreros

En las columnas que corresponden a cada mes se indican en la columna 1 la tasa neta mensual en volumen medido en metros cúbicos por há y en la columna 2 el número aproximado de riegos en el mes. Se ha supuesto una eficiencia de riego de 50%.

| Cultivo | Oct. | | Nov. | | Dic. | | Ene. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Ajos | 2 880 | 4 | 1 440 | 2 | | | | |
| Cebollas | 2 160 | 3 | 1 440 | 2 | 2 880 | 4 | 1 440 | 2 |
| Tomate | | | 1 160 | 1 | 3 480 | 3 | 3 480 | 3 |
| Sandía | 600 | 1 | 970 | 1 | 2 910 | 3 | 2 910 | 3 |
| Trigo | 1 500 | 1 | 3 000 | 2 | | | | |
| Trigo-Trébol | 1 500 | 1 | 3 000 | 2 | 800 | 1 | 3 200 | 4 |
| Maíz | | | 1 160 | 1 | 3 480 | 3 | 3 480 | 3 |
| Papas | | | 1 440 | 2 | 2 880 | 4 | 3 600 | 4 |
| Maravilla | | | 1 160 | 1 | 3 480 | 3 | 3 480 | 3 |
| Remolacha | 720 | 1 | 2 320 | 2 | 3 480 | 3 | 4 650 | 4 |
| Trébol Rosado | 1 600 | 2 | 2 400 | 3 | 3 200 | 4 | 3 200 | 4 |
| Alfalfa | 1 200 | 1 | 2 400 | 3 | 3 600 | 3 | 3 600 | 3 |
| Pradera Mixta | 1 600 | 2 | 2 400 | 3 | 3 200 | 4 | 3 200 | 4 |
| Manzano | | | 2 320 | 2 | 3 480 | 3 | 3 480 | 3 |
| Vid | | | 1 160 | 1 | 2 320 | 2 | 3 480 | 3 |
| Frejoles | | | 1 440 | 2 | 2 880 | 4 | 3 600 | 5 |

| Cultivo | Feb. | | Mar. | | Abr. | | Anual | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Ajos | | | | | | | 4 320 | 6 |
| Cebollas | | | | | | | 7 920 | 11 |
| Tomate | 2 320 | 2 | 1 680 | 2 | | | 12 120 | 11 |
| Sandía | 1 980 | 2 | 1 200 | 2 | | | 10 570 | 12 |
| Trigo | | | | | | | 4 500 | 3 |
| Trigo-Trébol | 3 200 | 4 | 2 400 | 3 | 800 | 1 | 14 900 | 16 |
| Maíz | 3 480 | 3 | 1 160 | 1 | | | 12 760 | 11 |
| Papas | 2 880 | 4 | 1 440 | 2 | | | 12 240 | 16 |
| Maravilla | 3 480 | 3 | 1 160 | 1 | | | 12 760 | 11 |
| Remolacha | 3 480 | 3 | 1 880 | 2 | | | 16 530 | 15 |
| Trébol Rosado | 3 200 | 4 | 2 400 | 3 | 800 | 1 | 16 800 | 21 |
| Alfalfa | 3 000 | 2 | 2 400 | 2 | 1 000 | 1 | 17 200 | 15 |
| Pradera Mixta | 3 200 | 4 | 2 400 | 3 | 800 | 1 | 16 800 | 21 |
| Manzano | 2 320 | 2 | 2 320 | 2 | | | 13 920 | 12 |
| Vid | 2 320 | 2 | 1 160 | 1 | | | 10 440 | 9 |
| Frejoles | 2 880 | 4 | 720 | 1 | | | 11 520 | 16 |

# ANEXO 6

## ESTUDIO SOCIOLOGICO

1. INTRODUCCION.

El objetivo de este estudio es investigar los motivos, actitudes y capacidades que tienen los agricultores del valle de Pencahue para enfrentar los problemas que se producirán con el proyecto de riego. Se cree que aunque este proyecto puede ser técnicamente óptimo, si los agricultores no reaccionan positivamente frente a él, no se lograrán los objetivos económicos y sociales que persiguen estas obras de riego.

El presente estudio busca descubrir o describir cuáles son las características actuales de los agricultores del valle, en términos de sus formas de empresa, capacidades y problemas; y cuales son sus reacciones frente al estímulo que significa el riego. Es decir, si está dispuesto a innovar, a invertir, a asumir riesgos, a modernizar sus formas de producción, etc.

Para lograr ordenar el actual análisis en torno a los aspectos o variables más significativas para el futuro del proyecto de riego, fue necesario buscar alguna forma de estratificación de los agricultores. Como se verá en los alcances metodológicos, la estratificación en base a la extensión de la propiedad bajo riego, no resultó tener significación sociológica; el comportamiento de los agricultores no depende de esta variable. Pero, a raíz de las entrevistas realizadas, se pudo clasificar a los agricultores en una tipología de ellos de acuerdo a las siguientes características.

- Los propietarios medianos a grandes son por lo general de origen patronal, es decir socialmente corresponden a sectores mediano-altos.
- Los pequeños propietarios son en su gran mayoría de extracción campesina, ex inquilinos y medieros.

Los propietarios medianos a grandes a su vez se diferencian de acuerdo a su comportamiento empresarial en dos sectores: unos de orientación tradicional y otros moderno.

Como se verá en el estudio esta diferencia es de interés para los objetivos del proyecto ya que permitirá desarrollar una estrategia en el programa de riego.

Finalmente, en el sector de los pequeños propietarios también se producen ciertos rasgos de carácter tradicional y moderno, pero en este sector esas características están fundidas unas con otras, debido principalmente a la estrechez de sus empresas y a su capacidad de imitación de las formas de producción de los agricultores grandes.

Este estudio está subdividido en los siguientes capítulos principales:

- Alcances Metodológicos.
- Análisis de los propietarios agrícolas de Pencahue.
- Conclusiones.
- Proposiciones.

## 2. ALCANCES METODOLOGICOS.

### 2.1. Características de los estratos originales.

La realización de este estudio consideró en un principio cuatro estratos principales, de acuerdo a la cantidad de hectáreas que se regarían en los diferentes roles de propiedad. Estos estratos eran: Pequeños, Medianos, Mediano-Grande, Grandes. El sector de minifundio fue separado de este estudio debido a que Indap realizará un programa de desarrollo del sector. A continuación se reproduce el cuadro de Hidrosolve (Segundo Informe Trimestral,

Pg. 4, Sept. 1977).

| ESTRATOS | TAMAÑO EN HAS | N° DE PREDIOS | HAS RIEGO | % SOBRE EL TOTAL DE HAS REGADAS |
|---|---|---|---|---|
| Rur-Urbanos | 1-5 | 192 | 350.3 | 2.6 |
| Pequeños | 5-20 | 130 | 1.424,1 | 10.7 |
| Medianos | 20-100 | 74 | 3.164.4 | 23.9 |
| Mediano-Grandes | 100-200 | 23 | 3.165.2 | 23.9 |
| Grandes | 200-850 | 12 | 5.154.7 | 38.9 |
| TOTAL | | 431 | 13.258.7* | 100.0% |

A partir de los cuatro estratos se seleccionó una muestra de cuatro predios o roles por estrato, más una muestra amplia de reemplazo. En definitiva, debido a características que fueron apareciendo durante las entrevistas, tales como, homogeneidad de los sectores de propietarios medianos a grandes, y su diferencia con los sectores de pequeños propietarios, se realizaron un total de 15 entrevistas como se ve en el siguiente cuadro.

| ESTRATOS | N° DE ENTREVISTAS | N° DE PREDIOS | HAS DE RIEGO | % HAS REGADAS ESTRATO | % TOTAL HAS REGADAS |
|---|---|---|---|---|---|
| Medianos a Grandes | 10 | 16 | 2.373 | 20 | 18 |
| Pequeños Propietarios | 5 | 6 | 70 | 5 | 1 |
| TOTAL | 15 | 22 | 2.443 | | 19% |

Como se ve en el cuadro, en el estrato mediano a grande, 10 propietarios son los responsables de 16 predios con

(*) El valor definitivo adoptado en proyecto es 12.398.

una extensión de 2.373 hás de riego. Esto significa alrededor de un 20% de hás regadas de todo este estrato y de un 18% del total de hectáreas que regará el proyecto.

Los pequeños propietarios, es un estrato muy disperso en el valle (130 predios) pero son homogéneos en varias de sus características de interés para el proyecto. Cinco de ellos controlan sus roles de propiedad, con un total de 70 hás de riego. Estas constituyen un 5% de las hás de riego del estrato y un 1% del total de riego.

La razón de esta diferencia entre el primer sector y el segundo, radica en la enorme importancia que posee el primer estrato por constituir un grupo de referencia para los demás propietarios del valle; además, unas pocas personas de ese sector tomarán las decisiones que afectarán al mayor porcentaje de la cobertura del proyecto de riego.

2.2. Tipología de los propietarios.

La estratificación en base a la extensión de la propiedad que quedaría bajo riego, no tiene un alcance de interés sociológico, salvo para distinguir entre los sectores de pequeños propietarios en relación a los medianos a grandes. Pero la razón principal de esta diferencia reside en el hecho que los sectores de pequeños propietarios son en su mayoría de extracción campesina: inquilinos, medieros y sucesiones de familias de condiciones socio-culturales modestas. En cambio los sectores de propietarios mediano a grandes, conforman un estrato social alto, cuyas cabezas más antiguas constituyen una

cierta forma de "aristocracia de Pencahue", debido no sólo a la gran extensión de sus propiedades y el poder económico que esto significa, sino que además debido a la influencia social que ellos siempre tuvieron en el valle.

Dentro de este estrato de propietarios no aparecen diferencias sociológicas significativas que digan relación con la extensión de la propiedad.

En la realización de las entrevistas fueron apareciendo rasgos de comportamiento entre estos agricultores que establecen una separación entre ellos en dos sectores, que por su naturaleza se han denominado como: "propietarios de carácter tradicional y propietarios de carácter moderno". 1/

Se definirá brevemente como propietarios de carácter tradicional a aquellos que poseen una orientación hacia una agricultura de tipo extensivo, sin interés por las innovaciones tecnológicas. Esta falta de interés por innovar puede deberse a diferentes motivos, uno es el temor al riesgo, a hacer inversiones para obtener productos a largo plazo. Otro motivo es la ignorancia o falta de dominio de la empresa agrícola. Temerosos del futuro prefieren continuar con las prácticas de producción, que en muchos casos, heredaron de sus padres. Son propietarios por herencia y no empresarios agrícolas propiamente tales.

1/ En ciencias sociales existe una amplia bibliografía que permite establecer los rasgos de comportamiento más característicso de los empresarios. Por ejemplo: los trabajos de Joseph Schumpeter y Talcott Parsons, entre otros.

Los propietarios de carácter moderno constituyen más típicamente un sector empresarial, ya que mantienen relaciones frente a los diversos factores de producción (capital y trabajo), con características de racionalidad tecnológica.

La tierra para ellos es un factor de producción, así como las inversiones y el trabajo que contraten. Están abiertos en general a las innovaciones siempre que posean una gran consistencia económica. La orientación hacia el mercado puede llevarlos a innovar en tecnología y cultivos, en organización del trabajo, en inversiones en general.

En Pencahue existe un sector importante de empresarios agrícolas con estas características, pero esto no significa que correspondan a los empresarios modernos de Chile Central, ya que éstos, por diversas razones históricas pueden ser más modernos que los empresarios de Pencahue.

2.3. Instrumentos de Información.

Para reunir la información necesaria se hicieron dos tipos de entrevistas en profundidad.

El primer tipo de entrevista para los diferentes estratos de la muestra contenía los siguientes temas:

1) Conocimiento del proyecto de riego.
2) Origen de la propiedad.
3) Situación Actual.
   - Formas de producción.
   - Recursos actuales.

4) Reacción frente al proyecto de riego.
   - Producción y formas de producción.
   - Recursos necesarios para el riego.
   - Disposición frente a las nuevas tareas.
   - Expectativas como resultado del riego.
   - Actitud frente a la formación de organizaciones de agricultores.

El segundo tipo de entrevistas, fue para los notables 2/, que consideraba, además de los temas anteriores, una información sobre los agricultores del valle y problemas generales de ellos. Se les pidió que establecieran una categorización de ellos de acuerdo al nivel de respuesta que tendrían frente al riego: innovadores y bien dispuestos a las diversas exigencias o problemas que implica el proyecto de riego; y retrógrados, poco dispuestos, negativos y temerosos frente al proyecto.

Los notables hicieron una categorización de alrededor de 40 propietarios en total.

En ellos están los sectores más importantes de los grandes propietarios y los más representativos de sus estratos.

La información total reunida compromete o describe a un sector de propietarios responsables de una superficie de 7.250 hás de riego del proyecto. Esto significa más de un 50% del total (13.258 hás).

Por último se puede sostener, de acuero a una proyección

---

2/ Notables: son las autoridades del valle y líderes de opinión (ex-autoridades en general).

de las cifras obtenidas por las entrevistas, que el sector de propietarios mediano a grande de carácter tradicional controlaría alrededor del 31% de las tierras y el sector de propietarios medianos a grandes de carácter moderno tendrían control aproximadamente sobre un 55 de las tierras de riego del proyecto.

El 11%, correspondería al sector de pequeños propietarios y el 3% restante estaría constituído por minifundistas.

## 3. ANALISIS DE LOS PROPIETARIOS AGRICOLAS DE PENCAHUE.

### 3.1. Conocimiento del proyecto de riego.

Consultados los agricultores sobre un conocimiento del proyecto de riego, manifestaron saber algo al respecto, ya que hace muchos años "que se viene hablando sobre el riego aquí en Pencahue" 3/. Algunos viejos del valle contaron que ellos eran niños pequeños cuando ya andaban los ingenieros con sus instrumentos haciendo los cálculos para el riego.

Las fuentes principales de información son las autoridades de Pencahue, principalmente el Sr. Alcalde y algunas noticias que han aparecido en la prensa. "Ultimamente han venido al valle muchos ingenieros a hacer los estudios del riego y ellos nos han contado algo más".

Algunos grandes propietarios que se mostraron muy intere

---

3/ Todas las citas entre comillas son palabras textuales de los agricultores entrevistados. Se ha querido respetar sus formas de expresarse con la finalidad de entregar una imagen más clara de ellos.

sados en el plan de regadío se han informado personalmente acerca de los pormenores, recurriendo a las oficinas de informaciones pertinentes.

Respecto al grado de información que poseen los agricultores acerca del proyecto, ésta varía desde muy satisfactoria en el caso de los grandes propietarios, a insuficiente en el caso de los pequeños. En el primer caso manifestaron conocer un proyecto general que está subdividido en varios subproyectos, de los cuales uno se llevará a cabo. Pero este último no lo conocen y si les preocupa, debido a que pueden "variar enormemente" las hectáreas que se van a regar y eso los perjudicaría mucho.

En el caso de los pequeños propietarios, algunos sólo conocen que existe un plan de regadío, y la única información que han recibido ha sido por medio del Alcalde. Otros señalaron que, dado el interés creciente por adquirir tierras del valle, esto aseguraría que el proyecto de riego se realizaría.

Las interrogantes planteadas por ambos tipos de propietarios (grandes y chicos) se centran en los costos, formas de pago, plazos, cantidad de hectáreas que se van a regar en total y a cada uno; y de dónde vendrá el agua. Sobre esto manifestaron conocer dos proyectos: el del Litú (embalse) y del río. El proyecto del Litú les parece el mejor de todos porque regaría más hectáreas (las tierras altas) aunque sería más caro.

En resumen, la gran mayoría posee algún conocimiento

acerca del proyecto, pero como son muchas las fuentes de información y muchos los interesados, es grande la dis - torsión de esta información, produciéndose diversos transtornos e inquietudes entre los agricultores. (Ver Sugerencias al final).

## 3.2. Comportamiento, actitudes y motivaciones de los tres grupos de agricultores.

### 3.2.1. Propietarios medianos a grandes de carácter tra - dicional.

#### 3.2.1.1. Antecedentes Actuales.

a) Características generales del grupo.

Están representados por las familias más antiguas del valle. Viven por lo general en el pueblo de Pencahue; son nacidos en el lugar o bien llegaron a él a muy temprana edad. Actualmente estos propietarios son ge neralmente personas de mucha edad y sus sucesores han emigrado a los centros urbanos (Talca y algunos a San tiago) en busca de mejores perspectivas de estudio y trabajo. Algunos de estos hijos o sobrinos adminis - tran los fundos desde Talca como una actividad secun- daria.

Las razones que dan los viejos por qué les gusta vi - vir en Pencahue son: porque han nacido ahí; no ven otras formas de obtener entradas económicas; rechazan la vida "agitada" de Talca y más aún de "Santiago".

Algunos consideran que la posibilidad de salir del va lle quedaría condicionada a conseguir personal que se preocupe permanentemente de sus actividades agrícolas

cuestión que, por razones de índole económico y "personales" (desconfianza), visualizan como no posible.

Todos ellos poseen esas tierras por herencia y no tienen capacitación o estudios agrícolas, habiendo obtenido su formación principalmente de la experiencia heredada por tradición familiar.

b) Propiedad.

El promedio de tierras bajo riego del proyecto, que poseen estos propietarios es de alrededor de 160 hás por rol, lo que significa un problema de gran importancia por la influencia que ellos pueden tener en el desarrollo futuro del sector.

Sus fundos se caracterizan por una explotación netamente extensiva de baja inversión de capital. Es decir, existe muy poca inversión en infraestructura de producción: bodegas muy antiguas; carecen prácticamente de maquinaria moderna; los cercos están muy deteriorados a pesar de tener ovejería; no han electrificado, etc.

c) Producción y formas de producción.

Sus rubros de producción son principalmente ganadería especialmente ovinos y trigo. Es característico de ellos una falta de preocupación por mejorar sus masas de ovinos y de no controlar pestes en sus cultivos: ataque de pulgón y de hongo al trigo: "mientras menos se gaste, mejor"; "Todos los años ataca el pulgón y lo más bien que el molino recibe el trigo".

Algunos poseen ganado vacuno de engorda que se carac-

teriza por su mestizaje con diferentes sangres. No poseen masas de ganado seleccionados para sus terre - nos. Las razones que argumentan para el bajo creci - miento de la masa de vacunos es la falta de agua que incluso llega a ser crítica para el brebaje de los a- nimales en el verano.

Las labores de cultivo las realizan principalmente con arado y maquinaria de tracción animal y sólo para las cosechas arriendan automotrices. Pocos poseen tractor propio y un tractorista permanente. Cuando necesitan este tipo de maquinaria la arriendan o tra- bajan con CORFO. Pero en general los cultivos los realizan con medieros, y son éstos los que ponen los caballos y bueyes. Esto es especialmente válido en los cultivos que requieren más mano de obra, como cha- cras, porotos, sandías, etc.

d) Recursos actuales.

El personal permanente que ellos disponen es escaso, de 2 a 4 personas, tratando en lo posible de no tener más, "por los problemas del Seguro Obrero".

La tecnología agrícola que ellos utilizan es siempre la misma siendo muy reacios a alguna innovación; "la experiencia nos señala lo que debemos hacer". Así la semilla de trigo que utilizan no ha cambiado durante muchos años, a pesar que la Sociedad Nacional de Agri- cultura ha realizado campañas con otras variedades de mayores rendimientos. También fertilizan poco, argu- mentando el alto costo y, que "la calidad de las tie- rras es muy buena".

La comercialización de los productos la realizan invariablemente en Pencahue o TALCA. El trigo en los Molinos de Talca y los animales en la Vega de esa ciudad. No manifiestan una inquietud por buscar otros mercados o intermediarios a pesar de sus quejas.

Los problemas principales que dicen tener son ciertas pestes "que siempre cuando aparecen ya es demasiado tarde para desinfectar".

Algunas veces han contratado aviones para desinfectar el trigo "pero el costo no compensa el resultado". Pero el gran problema de ellos es la falta de agua en el verano, en que "hay que darle agua con balde a los animales", y por otro lado las excesivas lluvias (de el presente año) que no han dejado trabajar y "han hecho madurar el pasto prematuramente. Esto produce peligros de incendios que son muy frecuentes en el verano".

Los problemas en las ventas, son la baja de precios por producción excesiva y el problema del transporte, que fuera de ser caro, es muy escaso en las épocas que urgentemente lo necesitan.

3.2.1.2. Reacción Frente al Riego.

a) Producción y formas de producción.

Una vez recibido el riego, los productos a que se dedicarían no difieren significativamente de aquellos que han acostumbrado producir, es decir maíz, trigo, chacarería y empastadas.

"Al regar tendríamos mejores rendimientos y más pasto

para los animales".

De los productos no contemplados en la actualidad, mostraron interés por los frutales, viñas y hortalizas, pero conservando una cierta desconfianza acerca del resultado a obtener con estos nuevos productos: "Habría que ver primero que se da mejor y después embarcarse".

En general, con respecto a los cultivos industriales, o sea, raps, maravilla y remolacha, no se vió un interés abierto, señalando que podrían dar resultado, pero que estaría sujeto a la rotación de cultivos que se cree cuando llegue el riego.

Además carecían de información al respecto a estos productos; no sabían objetivamente nada de las características económicas y técnicas de estos cultivos: "Sólo de oídos he escuchado algo sobre la remolacha".

b) Recursos necesarios para el riego.

En sus respuestas espontáneas, los recursos que estos agricultores señalan como necesarios para llevar a la práctica la agricultura de riego no difieren de los que actualmente tienen. Pero cuando se les indica los distintos ítems de recursos objetivamente posibles, ellos "despiertan" a estas nuevas necesidades. Es así como manifestaron la necesidad de contar con maquinaria (tractores) y transporte; contratar personal especializado en riego; un mayor gasto de insumos (semillas, fertilizantes, pesticidas); realizar obras de limpieza y tener una mayor disponibilidad de dinero

en general. Consultados sobre la necesidad de asesoría técnica para enfrentar esta situación, fueron bastante escépticos, pero algunos se demostraron dispuestos a que los técnicos, "les enseñaran a su gente a regar"; a que dirigieran la construcción de los canales interiores.

El riego para ellos significa un "gasto abrumador" que de no contar con créditos adecuados (baratos) no sería posible. Actualmente tienen un fuerte rechazo al crédito que se manifiesta en un verdadero temor a endeudarse. 4/

Respecto a la forma de organización del trabajo una vez llegado el riego, ellos no tienen una visión muy definida de lo que esto significa, sólo algunos ven cierta necesidad de contar con más y mejor personal; y una cierta forma de organización de los trabajos. Pero para ellos organización es sinónimo de control y sobre esto responden: "habría que vigilar que se hagan bien los trabajos".

La comercialización de los productos que obtendrían en su nueva situación de riego, seguirá los canales tradicionales: en el pueblo de Pencahue y Talca, tal como hasta ahora lo han hecho.

---

4/ En general los agricultores tanto tradicionales como modernos manifiestan críticas al crédito agrícola. La diferencia entre ambos radica en que unos no sienten mucho temor de endeudarse porque tienen confianza en el futuro (modernos) y los otros temen endeudarse porque "el futuro siempre es incierto".

c) Disposición frente a las nuevas tareas.

En general estos agricultores dicen no estar preparados para enfrentar esta nueva tarea en cuanto a recursos económicos, porque piensan que el costo del proyecto será muy alto. Algunos manifiestan no tener capacitación para este tipo de agricultura; "no estoy seguro si vale la pena regar estos suelos". Actualmente sostienen que no tienen los recursos para realizar ciertas inversiones, tales como, arreglo de cercos "cada poste nos cuesta 18 pesos y no lo podemos descontar del IVA", y empastar los potreros.
Presentan, un cierto rechazo o dificultad para conseguir estos recursos y se muestran reacios a hacer trámites y gastos extraordinarios para su logro. Para ellos es sólo factible conseguir los recursos en una compra al contado; "ya que es más barato que un empréstito".

Con respecto a si este sería un trabajo que supera sus capacidades personales, algunos dijeron que pueden realizarlo, dado que la agricultura de riego, aunque requiere más trabajo "es igual que el rulo".
Otros señalaron "no saber calcular estas cosas". Por último "el riego atraerá a los hijos que se fueron a la ciudad y ellos se harán cargo de todo".

Aún con los problemas que estos propietarios señalaron que generaría una agricultura de riego, una mayoría estaría dispuesto a embarcarse en el proyecto pero demostrando cierta desconfianza e incredulidad:
"es un proyecto loco, pero si llega el agua tendría

que embarcarme" y "si pasa el canal tendría que regar".

d) Expectativas como resultado del riego.

Las expectativas de satisfacciones personales que estos agricultores visualizan en el proyecto de riego, se puede diferenciarlo en aquellos referidos a satisfacciones inmediatas: "el riego trae más producción y este más dinero", que representa a la gran mayoría, y las satisfacciones más profundas o subjetivas; "estaría feliz de ver esto todo verde y bonito". Sus expectativas tienen por lo general una referencia muy personal y familiar. Con sus familias conforman grupos de carácter cerrado y les interesa poco la relación con grupos externos.

e) Organización de Agricultores.

Existe un cierto consenso en ellos, en la necesidad de contar con algún tipo de organización específica para el riego como una Asociación de Canalistas. Pero que deberá estar integrada por "gente competente" que conozca bien los terrenos y a los agricultores, "ya que aquí son un poco mañosos y peor serán cuando tengamos el riego de por medio".

3.2.2. Propietarios medianos a grandes de carácter moderno.

3.2.2.1. Antecedentes Actuales.

a) Características generales del grupo.

Estos propietarios están conformados por algunos descendientes de las familias tradicionales y por empresarios foráneos que en los últimos años han comprado tierras en el valle. Lo que caracteriza a los descen

dientes o herederos es que tuvieron estudios universitarios o trabajos no agrícolas: industrias, comercio, empleo en empresas estatales, etc. Los foráneos se caracterizan también por poseer estudios superiores y ser empresarios en otras actividades fuera de la agrícola.

La razón del hecho de estar conformando un solo grupo para este análisis es su orientación de carácter más empresarial que los agricultores tradicionales.

Muchos de ellos poseen otras actividades fuera del valle, las cuales son de carácter agrícola, comercial o industrial. Esta determina que sean pocos los que viven ahí, especialmente en el predio, con sus familias. "No es un lugar muy agradable para traer a la familia".

Todos han tenido diversas alternativas de trabajo fuera de la agricultura y fuera del valle. La razón que aducen para estar ahí es que "tienen una buena posibilidad futura esos campos". Ellos mantienen una relación con la tierra en términos más impersonales, económicos y formales, en comparación con el sector de propietarios tradicionales. 5/

---

5/ Esta definición está hecha en términos de una comparación con los tradicionales del valle. Pero si se pudiera compararlos con agricultores de otros sectores del país donde se desarrolla una agricultura más moderna, es posible que serían clasificados como más tradicionales con respecto a su visión de la ciencia y de la tecnología y en relación al manejo de la empresa agrícola. En general se puede decir que la gran mayoría de los agricultores de Pencahue son más tradicionales como empresarios que los agricultores mediano-grandes de Chile Central.

A pesar que muchos de ellos tienen estudios superio - res universitarios, sin embargo, pocos poseían estu - dios agrarios (solo se supo de dos casos de ingenie - ros agrónomos que dirigían fundos de importancia para el proyecto de riego). Los conocimientos agrícolas de la gran mayoría de ellos se basan en la experien- cia, la tradición familiar y la utilización de otros conocimientos (por ej.: ingeniería) aplicados a la a- gricultura.

b) Propiedad.

La cantidad de tierra que poseen estos agricultores en el área de Pencahue es considerable ya que corres- pondería a un 55% de la superficie que quedará bajo riego. Esto significa que sus predios tienen un por- centaje significativo en suelos que van desde clase I a IV de riego, lo que implica que actualmente culti - van productos tales como, chacarería, sandías, maravi lla, maíz y trigo (asociado en algunos casos con di - versos pastos especiales para el secano). A pesar de esto el carácter de la agricultura en estos sectores es de tipo extensivo, pero introduciendo ciertas modi ficaciones tecnológicas que los diferencia notablemen te del grupo de agricultores tradicionales.

c) Producción y formas de producción.

Sus fundos se caracterizan por la explotación funda - mental de la ganadería ovina y bovina. Los mejores fundos poseen carneros de pedigree (Suffolk-Down y Hampshire-Down). Algunos agricultores muestran con orgullo la gran calidad de su masa ovina y los esfuer

zos que han realizado para lograr una calidad. Así también sucede con el ganado vacuno; para las condi - ciones de Pencahue, ellos sostienen que el Hereford es el de mejor rendimiento.

Se manifiestan preocupados en intercambiar sangre, controlar pestes, mejorar los cercos y la calidad de los empastadas. Tratan en "lo posible según el año y el tipo de suelo" de sembrar trigo asociado con pas to.

Son grandes productores de trigo, chacarería, sandías y de uva. Para los trabajos de chacarería y trigo tienden a contratar personal (a diferencia de los tra dicionales que utilizan medieros) pero las sandías ge neralmente las producen "en mediería".

Con respecto a la uva, algunos vendimian y la gran ma yoría envía la uva a una cooperativa vitivinícola en Talca. Los más empresariales producen vino y lo co - mercializan independientemente.

Otro rubro interesante es el carbón vegetal que ellos producen en "hornos especiales de gran rendimiento". Además sostienen que no sobreexplotan el monte lo que les permite una explotación permanente "que se ha man tenido por generaciones".

d) Recursos actuales.

Respecto al personal de que disponen para realizar las actividades agrícolas, se puede encontrar con dos situaciones. Algunos que utilizan poco personal en consideración a la extensión del terreno (un promedio de 6 a 10 trabajadores permanentes) pero poseen

maquinaria moderna (tractores, sembradoras, cosechadoras automotrices, etc.) y otros que mantienen un personal considerable como inquilinos los cuales realizan los diversos trabajos agrícolas.

En general, la estructura del trabajo en todo el valle es muy tradicional, incluso en los predios que se han considerado "modernos" en este estudio.

Algunos de estos agricultores han introducido innovaciones respecto a recursos de explotación que son de interés, tales como molinos, bodegas de vinificación y de envasado, obras de riego, etc. Esta actitud de búsqueda de soluciones productivas es una característica común a este grupo.

La comercialización de los productos agrícolas y pecuarios la realizan principalmente en las ferias de Talca, Rancagua y en Santiago. El trigo, en los molinos de Talca y Curicó. La lana la venden en Santiago o a los artesanos locales (los pequeños propietarios e inquilinos).

Una característica general de estos agricultores es su fuerte orientación hacia el mercado y es en este sentido que ellos buscan las mejores alternativas de comercialización para sus productos, recurriendo permanentemente a nuevas soluciones, nuevos intermediarios o venta directa si es posible. Todos manifiestan tener una gran experiencia en esta materia; "lo que hacemos actualmente es porque sabemos que es lo más atinado para su venta". Parecen no tener muchos

problemas al respecto, así como tampoco con el transporte ya que tienen sus propios camiones o los contratan a empresas especializadas en las temporadas de cosechas "cuando los volúmenes así lo exigen".

En términos generales estos agricultores parecen dominar los diversos problemas de la producción, ventas y obtención de diversos recursos (insumos, personal, capital, etc.). En este sentido entregaron una información bastante ágil y espontánea, demostrando su dominio de la situación.

3.2.2.2. Reacción frente al riego.

a) Producción y formas de producción.

El interés en producir una vez recibido el riego se concentró en los siguientes rubros: desarrollo de la ganadería por el mejoramiento de praderas y empastadas artificiales. Algunos mejorarían y aumentarían la carga de animal por hectárea (Hereford), disminuyendo las ovejas; y otros, los más progresistas, tendrían lechería con ganado fino holandés ("centros de reproducción", "criaderos de animal fino", etc.). Este interés principal por la ganadería obedece, de acuerdo a la opinión de ellos, a que los suelos son en su mayoría ondulados, lo que imposibilita cultivos intensivos.

Otro rubro que interesa son los frutales, tales como manzana, peras, guindas, "en los suelos que sean adecuados".

También realizarían cultivos industriales: remolacha,

raps, otras oleaginosas, etc. Consideran que la calidad de un porcentaje considerable de sus tierras permitiría introducir diversos cultivos novedosos en el valle una vez que llegue el agua.

En general están dispuestos a cambiar sus rubros típicos "siempre y cuando resulte económicamente interesante".

b) Recursos necesarios para el riego.

Los recursos que visualizan como más necesarios para llevar a cabo estas actividades son: capital de operación con créditos posibles de solventar, maquinarias, transportes, instalaciones, bodegas, electrificación, caminos, etc. En síntesis, ellos ven la necesidad de una gran inversión para poder desarrollar una agricultura de riego. Se orientan a mecanizar más que a contratar mucha mano de obra.

Respecto a la tecnología, se consideran suficientemente capacitados. Pero algunos demostraron interés por contratar personal más especializado según los rubros que desarrollarán (por ej.: manzanas, remolacha, etc).

En cuanto al crédito, señalaron que había que descartar al crédito bancario actual, porque "no es para agricultores y los que se meten con los bancos están quebrando". Por lo tanto sólo ven posible un crédito especial para el proyecto de riego de Pencahue (con menos interés y pagadero a largo plazo). Además los trámites para obtener este tipo de crédito deberían estar incorporados dentro del proyecto de riego.

Frente a las obras de riego interiores todos demostraron un fuerte interés tanto técnico como económico.

Es decir, señalaron dificultades de tipo topográficos, de suelos, como también de costos de las obras. Todos están abiertos al trabajo de ingenieros en la dirección y conducción de las obras interiores de sus predios, así como en los trabajos de nivelación. Pero frente al costo de la hectárea bajo riego, es característica en este grupo, una actitud positiva: "le pondremos el hombro", "lo podremos pagar"; "estas tierras producen lo que sea y pagan cualquier inversión" señalan los más optimistas. Sólo algunos manifestaron dudas respecto a los costos y a los posibles rubros que podrían justificarlos "porque los precios agrícolas son muy variables". Creen necesario una capacitación a nivel del obrero agrícola "que les enseñen a regar, a controlar la velocidad del agua, a nivelar canales, ya que en la agricultura de riego un error es imperdonable."

c) Disposición frente a las nuevas tareas.

En general estos agricultores estiman que tienen las condiciones adecuadas para enfrentar una agricultura de riego "tan buena o mejor que la del norte del país". Muchos de ellos lo ven como un desafío muy interesante: "lo único que me gusta es hacer cosas nuevas". Sin embargo, ven algunas trabas en políticas estatales respecto al crédito, a los impuestos y a la Reforma Agraria. Con respecto al crédito ya está señalado que piden un "crédito especial", referente a los impuestos sostienen que el IVA no beneficia al agricultor que realiza fuertes inversiones permanentes (cual

sería el proyecto de riego), esto tiende a dificultar el desarrollo de la agricultura; y respecto a la Reforma Agraria (aunque son pocos los que están concientes) piensan que a muchos de ellos la CORA les puede quitar una cantidad muy considerable de tierras. Confían que el Estado tendrá una política especial de desarrollo para el valle y que estos problemas se van a solucionar. 6/

d) Expectativas como resultado del riego.
Las satisfacciones personales que eventualmente les provocaría la nueva situación proviene de "ver todas las tierras de Pencahue producir en su máxima capacidad y en beneficio de la colectividad", "Pencahue volvería a ser lo que fue durante la colonia en que era el principal centro productivo de Talca". Es decir, poseen una expectativa de desarrollo y prestigio que trasciende los límites de sus fundos.

e) Organización de Agricultores.
Finalmente, ellos están abiertos a crear una organización de agricultores (Asociación de Canalistas) para resolver los problemas del riego y hacerse responsables del mantenimiento de los canales.

---

6/ Respecto a la Reforma Agraria en el primer grupo (tradicionales) se manifestaron muy temerosos, pero entre este segundo grupo, hay muchos que piensan que con CORA no habrán problemas.

### 3.2.3. Pequeños Propietarios.

#### 3.2.3.1. Antecedentes Actuales.

a) Características generales del grupo.

La mayoría de los pequeños propietarios son nacidos en el valle de Pencahue o en las cercanías. Actualmente una gran mayoría viven en sus predios y algunos en el pueblo de Pencahue. La edad de estos propietarios fluctúa entre los 45 a 65 años. Todos viven en la zona con sus familias, las que tienen ciertas características de familia extensa o patriarcal.

El origen de la pequeña propiedad en el valle parece provenir principalmente de sucesiones familiares con división de predios, pero actualizado la legalidad de ellas (división de roles). Existe además un sector de pequeños propietarios que compraron tierras. Varios de éstos son de origen mediero o ex-inquilinos de los fundos tradicionales. De hecho existen compras recientes de parcelas a antiguos fundos del valle. La mediería es una forma de trabajo característico en los sectores más tradicionales del valle, como se ha visto en párrafos anteriores. Muchos de estos pequeños propietarios continúan en calidad de medieros de los grandes terratenientes, especialmente en trabajos de cultivo de las áreas más fértiles, lo cual les ha permitido capitalizar para comprar tierras o algún tipo de maquinaria. Esto ha posibilitado el surgimiento de un sector de pequeños propietarios muy dinámicos que no sólo se ha reducido a explotar las tierras marginales sino, en muchos casos, las

mejores tierras de cultivo del valle. Actualmente ellos manifiestan una necesidad de crecimiento: "podemos trabajar muchos más tierras que las que tenemos, es por esto que trabajamos tierras en medias con los patrones".

Ellos consideran que el trabajo del campo no sólo es su profesión sino que su forma de vida donde "él y toda su familia pueden crecer". Manifiestan una relación muy afectiva con la tierra y con la comunidad de campesinos. Todos ellos son agricultores "por experiencia" transmitida de padres a hijos. Ninguno de los entrevistados tenía estudios agrícolas y uno sólo poseía estudios "superiores" (profesor de básica). Se autocatalogan como buenos agricultores en ciertos rubros: viñas, chacarería y sandías principalmente.

b) Propiedad.

La cantidad de tierra cultivada que poseen en la actualidad fluctúa entre los 16 a 30 hectáreas. Pero sus propiedades muchas veces están conformadas por gran cantidad de hás en cerros de poco valor agrícola, Además, como han ido creciendo con el tiempo, muchos de ellos poseen predios dispersos en el valle.

c) Producción y formas de producción.

Los principales cultivos que realizan son trigo, maíz, chacarería y viñas. Varios de ellos procesan su vino, elaborando una chicha que es tradicional en el valle. Las variaciones de cultivos están limitadas a sus costumbres y a condiciones climáticas "según venga el año". Cuando realizan alguna innovación lo hacen

después "de ver como le resultó al patrón". En este sentido están abiertos a imitación de otras experiencias que les parezcan económicamente interesantes.

Es notable en ellos su orientación respecto al mercado, contrariando lo típico del país entre los pequeños propietarios que es la orientación al autoconsumo. Estos propietarios poseen cierta habilidad para buscar mercados más interesantes para sus productos. Un ejemplo de esto es la elaboración y comercialización de la chicha y la venta de la uva "para la mesa" cuando la cooperativa vitivinícola "paga mal". Varios de ellos poseen medios de transporte propios, -camiones y camionetas- que les permiten llevar sus productos y los de sus vecinos a la Vega de Talca o a Curicó para buscar mejores precios. Es así como, de acuerdo a "según venga el año y los precios", ellos cultivan uno u otro producto.

Pero entre ellos existe un sector de pequeños propietarios más tradicionales que se caracterizan por estar más apegados a hábitos de cultivo y de organización del trabajo. Estos son menos innovadores, poseen una estructura familiar muy patriarcal en la cual el padre, aunque sea una persona de edad avanzada, toma todas las decisiones. Este tradicionalismo es característico en todo Chile Central entre los pequeños propietarios antiguos, sin embargo, en Pencahue, esta situación no afecta aparentemente la producción de los productos típicos.

d) Recursos actuales.

Un rasgo tradicional característico entre los peque - ños propietarios es la estructura familiar adecuada a la necesidad de recursos de mano de obra para las labores agrícolas. Ellos a través de un proceso de "adopción" de hijos (cuando no los tienen) o de crianza de nietos, sobrinos, etc., van conformando un grupo de trabajo familiar con el cual mantienen una relación muy peculiar, proque el padre mantiene con ellos una autoridad marcadamente vertical pero también afectiva: "estos niños me los dejaron, yo los crié y ahora ellos son la única mano de obra que yo poseo. Ahora mis hijos, siempre me dijeron papá y serán mis descendientes".

"Yo he criado más de siete niños que me los han traído porque en sus casas había muchos problemas (padres alcohólicos). Algunos después de educarse se han ido a la ciudad, pero vuelven casi todos los años en el verano. Todavía tengo conmigo dos que nos ayudan en todos los trabajos del campo".

En ese sentido las posibilidades de crecimiento pro - ductivo (más producción y más tierras) de estos pequeños propietarios estaría en cierta forma autolimitado por la estructura familiar" porque uno no puede criar a todos los niños que quisiera aunque a veces hacen falta más brazos". En las épocas que necesitan más trabajo (época de cosechas) organizan Mingas o Minchacas que consisten en el trabajo comunitario de varios propietarios con sus familiares en cada uno de los

predios. Este sistema de préstamo de mano de obra, se repite con las herramientas y los caballos. "Cuando hay que arar las bestias trabajan día y noche, en el día el dueño, en la noche el prestatario". Como puede verse, dentro de este tipo de propietarios se reduce al mínimo el uso del contrato de mano de obra foránea y de arriendo de maquinaria.

Pero a pesar de esto, existe entre ellos algunos que están comenzando a "modernizar" las estructuras del trabajo. Es decir, contratan mano de obra, aunque muchas veces es un contrato "semi-mediero" ya que participa de las utilidades y recibe además algún pago no contractual (alimentos).

Un sector importante de ellos están utilizando en la medida de sus posibilidades tecnologías más avanzadas: bombas mecánicas para el riego, bombas de fumigación, insecticidas, matamalezas, etc. Están abiertos a la técnica y "a lo que los técnicos nos puedan enseñar", "nosotros aprendemos rápido lo que nos interesa".

Sin embargo, varios de ellos, aunque parecen dominar bien ciertas técnicas de cultivos (ej.: sandías, chacras) no parecen "ver" el pulgón del trigo como algo muy malo: "todos los años tenemos pulgón y no veo que afecte mucho al grano".

Otro recurso que todos necesitan y del cual todos se quejan amargamente, es el crédito: "antes Indap nos entregaba créditos que nosotros podíamos pagar pero ahora los bancos son muy usureros e incluso Indap se ha puesto igual".

La falta de capital para trabajar más es una característica general de grandes y chicos. La diferencia entre ambos es que el pequeño parece necesitar crédito en insumos e implementos en general mientras que el grande, solicita espontáneamente dinero lo que le permite una mayor flexibilidad e indica una menor especificidad de los recursos necesarios.

3.2.3.2. Reacción respecto al riego.

a) Producción y formas de producción.

Respecto a lo que producirían una vez llegado el riego, los pequeños propietarios manifestaron interés por el cultivo de trigo, arveja, porotos, maíz y, en general de cereales que tuvieran precios favorables.

Algunos hablaron de introducir otras variedades de maíz para el consumo en verde, y de porotos de gran rendimiento y buen precio. Sobre los cultivos industriales, estos no aparecen espontáneamente en las respuestas, pero una vez que se les mencionan, manifiestan interés por la remolacha, "siempre que se pueda convenir un precio de antemano".

El cultivo de hortalizas lo ven sólo para el consumo familiar, lo cual es habitual en ellos. A los frutales le asignan muy poca prioridad "porque aprestan mucho por aquí y los desinfectantes son muy caros". Ellos consideran que dadas las características de sus propiedades el agua la utilizarán principalmente en cultivos anuales.

b) Recursos necesarios para el riego.

Los recursos que piensan serán necesarios cuando exista el riego, no difieren mucho de los que ya tienen. Los más "modernos" entre ellos, piensan en créditos, maquinaria más sofisticada (tractores) y asistencia técnica de Indap y "ayuda de los ingenieros para nivelar los potreros y hacer los canales". Los más tradicionales, tratan de "ampliarse" con lo que ya tienen sin endeudarse mucho. Creen que los recursos con que cuentan van a ser suficientes para enfrentar el riego.

Con respecto a las necesidades de mano de obra, la gran mayoría piensa que con los familiares bastarán "porque cuando llegue el riego estos chicos ya van a poder trabajar", Además algunos reconocen que en el valle "no existe mucha gente disponible para más trabajos".

Respecto a las actividades que les significaría llevar a la práctica una agricultura de riego, los más modernos piensan que deberán realizar una serie de trabajos, tales como: mejorar las bodegas, los cercos y organizar mejor los trabajos de cultivos "porque con el riego todo va a ser más rápido y podremos sacar en algunos productos dos cosechas por año".

En relación a la venta de sus productos, piensan que es posible que busquen mercados "mas hacia el sur", porque van a tener más volúmenes de producción "lo que puede hacer bajar los precios de la Vega de Talca". Los más tradicionales consideran que el riego no afectará mucho sus hábitos de trabajo y de comercialización.

c) Disposición frente a las nuevas tareas.

En general los agricultores pequeños consideran que poseen las condiciones adecuadas para enfrentar la agricultura de riego. Algunos porque de hecho anteriormente habían conocido y practicado esta forma de producción. Otros, piensan que necesitarán capacitación porque trabajan de una forma "muy rústica".

Acerca de la forma como conseguirán los recursos, la mayoría espera obtenerlos sin recurrir al crédito: "comprarían la maquinaria". Si no pudieran solventar la compra por sus propios medios, preferirían mantener sus arados e implementos y esperar reunir el dinero.

Ninguno de los entrevistados considera que la tarea que tienen por delante en la agricultura de riego, sea algo que supere sus capacidades personales. Dado lo anterior, estarían dispuestos y muy entusiasmados a incorporarse al proyecto de riego de Pencahue.

d) Expectativas como resultado del riego.

En cuanto a las satisfacciones personales que cada propietario piensa que tendría con la llegada del riego, se encuentran el producir "abundantes y bonitos productos", "demostrar a los Talquinos lo que los Pencahuinos producimos". Así también aparece en ellos la satisfacción por el prestigio que será poder modernizar su predio, arreglar la casa, los cercos, etc., y la posibilidad de comprar más tierras. Por último les queda la satisfacción de ver por fin "estas zonas regadas antes de morir".

e) Organización de Agricultores.

Lejos de existir una actitud reacia frente a los distintos tipos de organización que será necesario establecer para una agricultura de riego y para el desarrollo del valle, ellos señalan que se incorporarían a las organizaciones porque constituyen una necesidad real. Ellos tienen alguna experiencia organizacional desarrollada años atrás por Indap. Un líder de los pequeños propietarios manifestó que "la gente es reacia a organizarse cuando no hay una meta clara, pero cuando hay una meta por lograr es fácil formar la organización...los chicos y los medianos necesitan estas organizaciones...las personas al frente (de ellos) deben ser capaces y ejecutivas".

## 4. CONCLUSIONES.

### 4.1. Conocimiento sobre el proyecto de riego.

La gran mayoría de los agricultores sabe que existen varios proyectos de riego y que uno de ello se llevará a cabo. Pero no saben cual será, cuánto costará, y a quiénes regará. Los rumores sobre los costos, créditos, Reforma Agraria, tienden a producir mucha inquietud, principalmente entre los grandes propietarios.

### 4.2. Caracterización de los grupos de agricultores del valle.

#### 4.2.1. Propietarios medianos a grande de carácter tradicional.

Estos serían responsables de aproximadamente del 31% de las tierras bajo riego. Se caracterizan por una agricultura de tipo extensivo con poco uso de maquinarias, insumos y personal, y muy poco interés por innovar. Su

orientación es más hacia la seguridad que hacia mejores rendimientos. El riego no los induciría a producir mejores cambios en sus productos, recursos u organización del trabajo. En general prefieren que otros se arriesguen primero para introducir ellos las innovaciones posteriormente y siempre que no signifiquen mucho gasto. Manifiestan un fuerte rechazo al crédito por el temor a endeudarse. Indican su incapacidad para programar y no asumen como propias las responsabilidades del riego, sino que esperan el retorno de sus hijos o parientes para hacerse cargo de esta nueva situación que los obligará a alterar de alguna forma su modo de producción. Señalan alguna desconfianza con respecto a la posibilidad de colaborar con otros en una Asociación de Canalistas.

4.2.2. Propietarios medianos a grandes de carácter moderno

Estos estarán a cargo aproximadamente del 55% de las tierras regadas del proyecto. Se caracterizan, igual que el grupo anterior, por una agricultura de carácter extensivo pero con más uso de maquinarias, insumos y personal. Dentro de los límites económicos posibles de una agricultura de secano, ellos han introducido innovaciones de interés productivo. Desarrollan un manejo empresarial en la agricultura, algunos tienen conocimientos afines o estudios universitarios que los posibilita a incorporar tecnologías más avanzadas.

Las inversiones que realicen por el riego para ellos no significan riesgo. Se manifiestan muy seguros del futuro y parecen controlar bien los diversos problemas que se pueden presentar. El riego los llevaría a modificar

sus hábitos actuales de cultivo, aumentando la posibilidad de la productividad de más tierras, especialmente en las tierras bajas de migajón donde los rendimientos serían óptimos. En general, este grupo de agricultores optimista sobre el éxito del proyecto de riego y están muy abiertos a participar en la realización del mismo.

4.2.3. Pequeños propietarios.

Este grupo representa un 11% de las tierras que se regarían. Están dispersos en el valle, en diferentes rincones, calles largas y tierras más altas. Pero constituyen un aporte a la fuerza de trabajo que es muy significativo. Tiene experiencia en cultivos diversos, que cobrarán gran interés con el riego. Muchos de ellos constituyen verdaderos pequeños empresarios por su orientación al mercado, la organización del trabajo y las inversiones, que aunque de pequeña escala, son significativos. Son curiosamente más dinámicos e innovadores que lo que es característico entre los pequeños propietarios de Chile Central.

Sus limitaciones están en su baja escolaridad, falta de capital y limitación de sus tierras. Son buenos imitadores de tecnologías y saben aprovechar las oportunidades económicas que los agricultores grandes y tradicionales desperdician; es por esto que muchos provienen de las medierías en los sectores más tradicionales.

Este es el sector de propietarios más entusiasta frente al riego y están abiertos a recibir la capacitación tecnológica que sea necesaria, así como a formar las organizaciones para el riego.

## 5. PROPOSICIONES.

Creemos necesario hacer las siguientes proposiciones o sugerencias para los responsables que desarrollarán las diversas acciones del proyecto de riego.

### 5.1. Necesidad de información en torno al proyecto.

La gran mayoría de los agricultores entrevistados, especialmente los grandes y más innovadores, necesitan tener la información sobre: costo por hectárea, costo por predio, tipos de créditos, formas de pago y cantidad de hectáreas que se van a regar. Algunos propietarios insisten que el costo total de las obras sería de tal envergadura que no podrían jamás pagarlo (de acuerdo a la política económica que actualmente posee el Gobierno).

Otros se interesan por conocer soluciones técnicas del proyecto: de dónde vendrán las aguas, cuál será la cota más alta riego, como se resolverán los problemas por la excesiva ondulación del valle, los problemas de nivelación y destronque de las tierras, etc.

### 5.2. Necesidad de información sobre política de Reforma Agraria.

Los propietarios más grandes saben que quedarían afectados por la ley de R.A. al tener más de 80 hás de riego básico. Pero dentro de ellos existe un sector que estudia una solución (subdivisión de roles entre los hijos) que parece dudosa a varios afectados. Es por esta razón que piden un pronunciamiento de CORA al respecto.

5.3. Necesidad de información sobre el proyecto de desarrollo agropecuario del valle.

Este tema interesa a todos los sectores del valle, debido a que va a ser necesario programar muchas acciones incorporando a diversos sectores en torno a programas de crédito, de capacitación para el riego, de tecnologías en cultivos o de comercialización.

5.4. Estrategia del Proyecto.

Se cree que dadas las características de los agricultores del valle, es necesario determinar una estrategia en dos aspectos básicos: una, frente a la información del proyecto y otra, frente a los niveles de capacitación.

a) La información debe ser entregada, en sus niveles más complejos a los sectores más influyentes del valle. Ellos son, las autoridades y un grupo de agricultores de carácter moderno. Como este sector es el grupo de referencia de pequeños agricultores y de algunos propietarios más tradicionales, la información tendrá una adecuada difusión.

   En el sector de los pequeños agricultores, existen algunos líderes (ex-autoridades) que podrían ser también difusores de información. Es absolutamente necesario que la información sea completa, porque sino se producen especulaciones entre los agricultores que tienden a distorsionar la verdad.

b) Los niveles de capacitación deberán ser estratificados entre los grandes y pequeños.

   Los sectores de propietarios grandes de orientación

moderna piden "información tecnológica" más que capacitación. Esta "información tecnológica" puede ser un documento que desarrolle los diferentes cultivos económicamente factibles según condiciones del clima y de los diferentes tipos de suelo;
Exigencias de insumos;
Programas de explotación;
Infraestructuras necesarias;
Formas o técnicas de riego según cultivos y suelos, etc.

En general piden verdaderos tratados de agricultura de alto nivel.

En el caso de los pequeños propietarios, ellos piden cursos de capacitación para el riego. Estos cursos deberán estar desarrollados con material pedagógico audio-visual o empírico, debido a la baja escolaridad de este sector. Pero como ellos son buenos imitadores de las tecnologías que desarrollan los grandes agricultores, es posible lograr un efecto de difusión a través de los más progresistas. Los inquilinos de todo el valle deberán ser incorporados a estos cursos de capacitación, ya que ellos son en definitiva los que pueden producir mejores resultados o deterioros en las tierras del valle.

Finalmente, es posible esperar una lenta incorporación al programa de riego, de los sectores más tradicionales, principalmente a través de sus inquilinos y medieros como también de sus propios hijos.

# ANEXO 7

# PUESTA EN RIEGO

# P U E S T A  E N  R I E G O

## 1. INTRODUCCION.

Este estudio de Puesta en Riego tiene por objeto determinar las prácticas de habilitación de terrenos que es necesario realizar en el Valle de Pencahue para incorporarlos al desarrollo de una agricultura de riego, y verificar conjuntamente con otros estudios complementarios del Proyecto, la factibilidad técnico-económica de su ejecución.

Las prácticas consideradas fueron las siguientes: nivelación, emparejamiento, destronque, construcción de caminos interiores, cercos, canales y desagües interiores, estructuras y tranques de acumulación nocturna. Los antecedentes de Puesta en Riego que se presentarán en los capítulos posteriores se obtuvieron directamente del área del Proyecto y de los estudios e informes técnicos realizados, y estarán referidos a la distribución de superficie de los terrenos por PREDIOS-TIPO y ESTRATOS, según los datos del CUADRO N° 1.

Para los efectos de presentación de resultados y de acuerdo a lo señalado en el Anexo N° 9, en la distribución de superficie por Estratos y Predios-Tipo se excluye la superficie correspondiente al rur-urbano.

Los cálculos de costos están referidos a moneda de Mayo de 1977, con una equivalencia de $ 19.39 por dólar de Estados Unidos.

## CUADRO Nº 1

### DISTRIBUCION DE LA SUPERFICIE DEL PROYECTO POR ESTRATOS Y PREDIOS-TIPO

| PREDIOS | SUPERFICIE PROYECTO(1) | | ESTRATOS (2) | | | | PREDIOS-TIPO (2) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Total Hás | Productiva Hás | Nº Predios | SUPERF.TOTAL Hás | % | SUP.PROD. Hás. | SUP.PROD. Hás. | SUP.PROD. Hás. |
| Rur.-urbano | 394,2 | 350,0 | - | - | - | - | - | - |
| Pequeño | 1.255,1 | 1.105,0 | 112 | 1.255,1 | 10,4 | 1.105,0 | 11,0 | 10,0 |
| Mediano | 3.226,0 | 2.871,0 | 72 | 3.226,0 | 26,9 | 2.871,0 | 45,0 | 40,0 |
| Med/Grande | 2.069,1 | 1.863,0 | 15 | 2.069,1 | 17,2 | 1.863,0 | 138,0 | 124,0 |
| Grande | 5.459,7 | 4.970,0 | 13 | 5.459,7 | 45,5 | 4.970,0 | 420,0 | 382,0 |
| | 12.404,1 | 11.159,0 | 212 | 12.009,9 | 100,0 | 10.809,0 | | |

(1) Incluye el Rur-urbano

(2) Excluye el Rur-urbano

## 2. NIVELACION.

### 2.1. Selección Muestras Topográficas.

El reconocimiento general de la topografía del área del Proyecto, complementado con el estudio de suelos presentado en el Anexo N° 4, permitió verificar que los terrenos ocupan una posición baja, plana y con ligero microrelieve en las terrazas aluviales contituídas por las series de suelos Los Puercos, Rauquén y Tutucura; una posición topográfica intermedia, plana a moderadamente ondulada y con microrelieve ligero a moderado en las terrazas remanentes constituídas por las series de suelo Las Doscientas, Cunculén y Quepo; una posición topográfica intermedia a alta, moderadamente ondulada y con microrelieve moderado a fuerte en los piedmont constituídos por las series de suelos Cabrería, Montonera y Pencahue.

De acuerdo a la clasificación de capacidad de uso de los suelos, fueron ordenados en Grupos de Manejo identificados con las letras A, B, C, D y E y su composición es la siguiente (Anexo N° 9).

| GRUPOS DE MANEJO | CAPACIDAD DE USO | SUPERFICIE % |
|---|---|---|
| A | I, IIs0, IIs1 | 29,7 |
| B | IIs2, IIIs2, IIIw2 | 29,5 |
| C | IIIs0, IIIs1, IIIe0 | 5,9 |
| D | IIIw5, IIIw2, IVw5, IVw8, IVe8 | 13,5 |
| E | IVs0, IVe1, IVe2, IVe0, IVs1 | 21,4 |
| | | 100,0 |

2.2. Cálculo de Movimiento de Tierra.

Las capacidades de uso más representativas de cada Grupo de Manejo son: IIs0 en el A, con un 26,4%; IIIw2 en el B, con un 21,7%; IIIs0 en el C, con un 4,6%; IVw2 en el D, con un 8,3% IVe1 y IVe2 en el E, con un 10,5% y 9,9% respectivamente.

De acuerdo a este grado de representatividad de los suelos, se eligieron ocho muestras topográficas con un total de 113,23 hás y promedio por muestra de 14,15 hás, seis de las cuales se subdividieron posteriormente en sectores al efectuar los cálculos de oficina, por incluir más de una capacidad de uso o por presentar características topográficas ligeramente diferentes (Ver Apéndice N° 1).

En el Cuadro N° 2 se presentan las características básicas de las muestras y los cálculos de movimiento de tierra para nivelación.

Al analizar la tendencia de las curvas a nivel de las muestras, trazadas a equivalencias altimétricas variables entre 0,20 m y 0,50 m según características topográficas, se eligieron áreas homogéneas continuas en las cuales se calculó el movimiento de tierra necesario para nivelar los terrenos, utilizando para ello el método de "Mínimos cuadrados y perfiles promedio" (1).

La superficie nivelable corresponde a la superficie calculada más aquellas áreas menores discontínuas con carac

(1) University of California "Grading land for surface", James C. Marr, Circular 438, 1957.

## CUADRO Nº 2

### DETERMINACION DE LA SUPERFICIE NIVELABLE Y DEL VOLUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRA SEGUN MUESTRAS TOPOGRAFICAS

| MUESTRA Nº | SECTOR | SERIES SUELO | CAPAC. USO | SUPERFICIE MUESTRA, HAS | SUP. NIVELABLE Hás. | % | SUPERFICIE CALC. Hás. | VOL. MOVIM. TIERRA, m/Há |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sur | Rauquén | IIs0 | 7,54 | 7,20 | 95,5 | 4,85 | 509,0 |
| 8 | Este | Rauquén | IIs0 | 6,44 | 4,90 | 76,1 | 2,81 | 645,6 |
| 8 | Oeste | Rauquén | IIs0 | 5,24 | 5,24 | 100,0 | 5,00 | 538,0 |
| 6 | Norte | Los Puercos | IIs0 | 8,07 | 7,00 | 86,7 | 4,38 | 761,1 |
| 6 | Sur | Los Puercos | IIs0 | 6,93 | 5,90 | 85,1 | 3,75 | 463,0 |
| 4 | Total | Tutucura | IIIw2 | 16,29 | 13,00 | 79,8 | 7,56 | 614,0 |
| 1 | Norte | Rauquén | IIIw2 | 7,79 | 6,80 | 87,3 | 3,94 | 486,7 |
| 5 | Norte | Cabrería | IIIs0 | 6,00 | 4,55 | 75,8 | 3,94 | 754,0 |
| 2 | Oeste | Cunculén | IVw2 | 5,30 | 3,45 | 65,1 | 3,25 | 1.610,0 |
| 5 | Sur | Cabrería | IVe1 | 9,53 | 3,10 | 32,5 | 1,50 | 1.954,6 |
| 3 | Norte | L.Doscientas | IVe2 | 7,18 | 3,40 | 47,4 | 2,25 | 1.249,7 |
| 3 | Sur | L.Doscientas | IVe2 | 7,18 | 3,80 | 52,9 | 3,00 | 1.136,0 |
| 7 | Total | L.Doscientas | IVe2 | 9,04 | 4,66 | 51,5 | 4,00 | 1.077,5 |
| 2 | Este | Cunculén | IVe2 | 10,70 | 4,70 | 43,9 | 2,81 | 1.224,2 |
| 14 | | | | 113,23 | 77,70 | | 53,00 | |

terísticas de microrelieve y pendientes similares a las de las áreas calculadas.

Los cálculos del volumen de movimiento de tierra varia - ron desde un mínimo de 463,0 m3/há para los suelos de Ca pacidad de Uso IIs0, hasta un máximo de 1.954,6 m3/há pa ra la Capacidad de Uso IVe1, verificándose en el análi - sis de los perfiles de pendientes promedio y en los cálculos de balance de cortes y rellenos que los volúme- nes superior es a 600 m3/há implicaban profundidades de cortes mayores de 0,25 m que afectaban a áreas variables entre 20% y 38% del total de la superficie calculada. (Ver Figuras 2.2.a a 2.2.ñ).
Considerando estos factores y el alto costo de ejecución de la práctica de nivelación se adoptó el criterio de recomendar nivelación sólo en los terrenos con un volumen de movimiento de tierra calculado inferior a 600 m3/há, recomendándose el emparejamiento para el resto.

En el cuadro N° 3 se presenta la correlación existente entre los Grupos de Manejo, la superficie nivelable, el volumen de movimiento de tierra y la selección de la práctica de nivelación o emparejamiento.

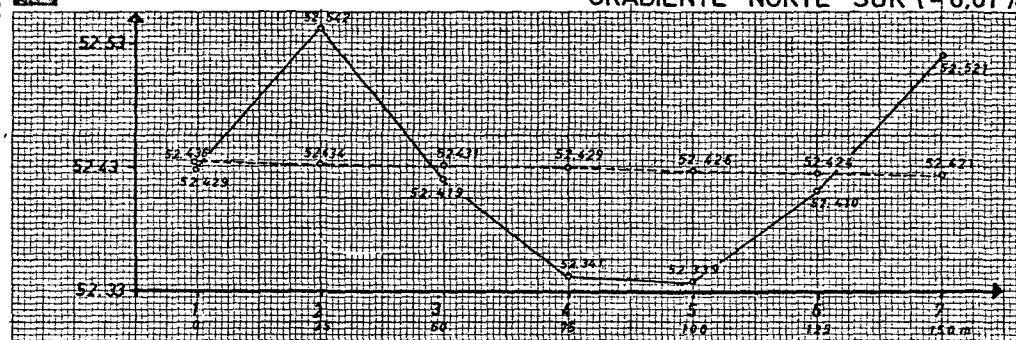
Según los datos presentados, en el Grupo de Manejo A existe un 88% de superficie nivelable, de la cual se re- comienda nivelar el 53% con un volumen promedio de movi- miento de tierra de 507 m3/há, y realizar emparejamiento en el 35% restante.

Para el Grupo de Manejo B, con 82% de superficie nivela- ble, se recomienda nivelar 28% con un volumen promedio

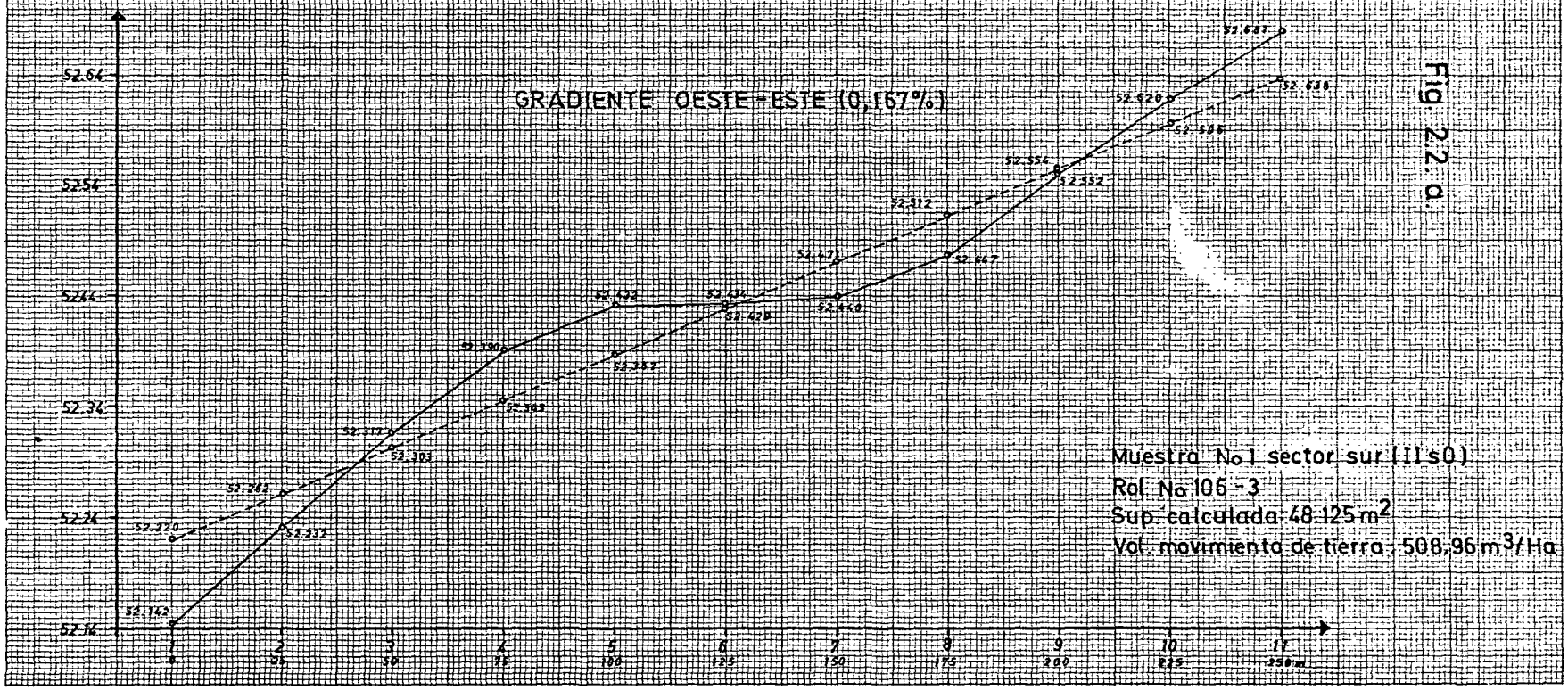
Spiros

# PERFILES DE PENDIENTES PROMEDIO

## GRADIENTE NORTE - SUR (-0,01%)




## GRADIENTE OESTE - ESTE (0,167%)

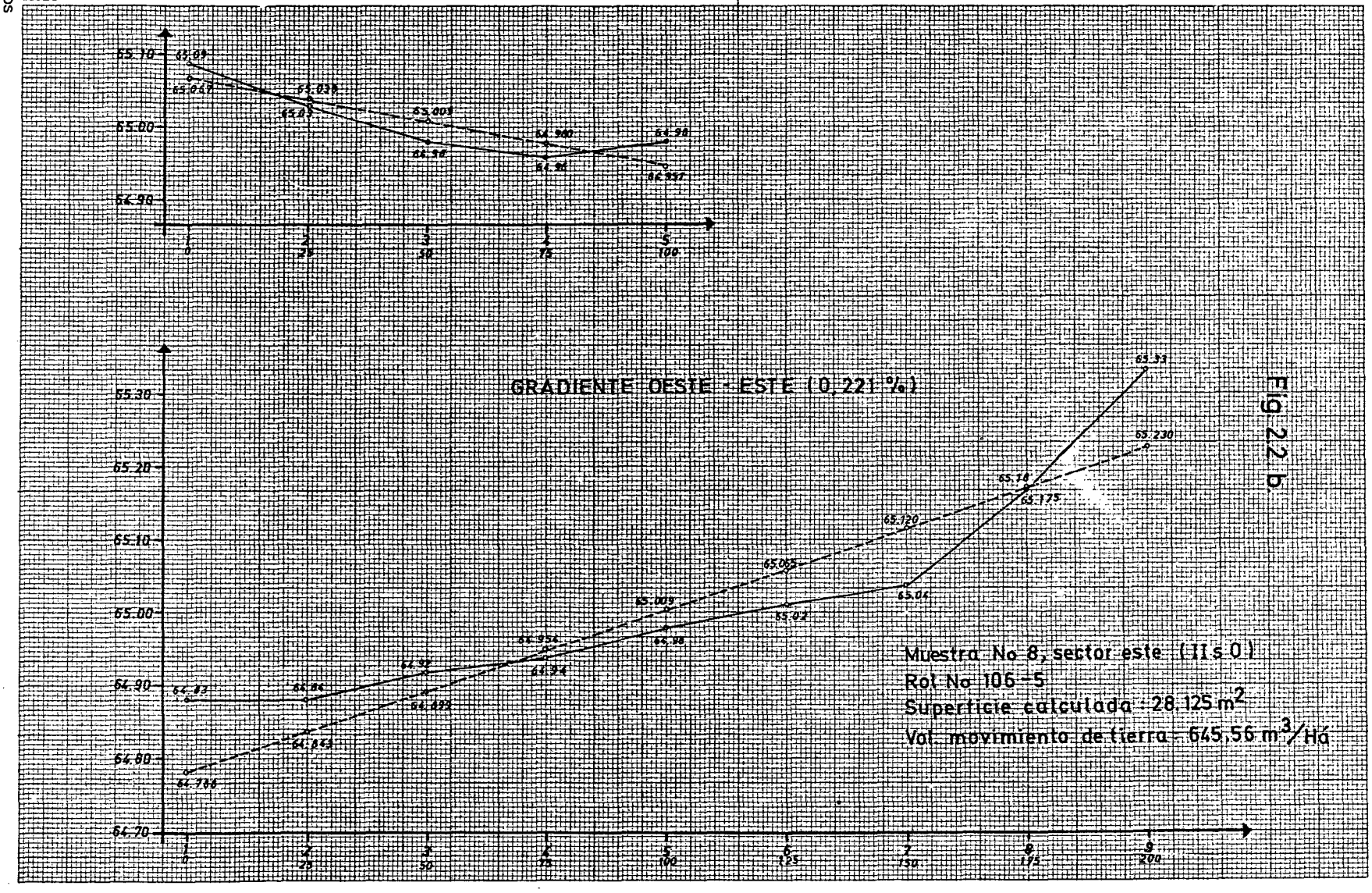



Muestra No 1 sector sur (IIs0)
Ref. No 106 - 3
Sup. calculada: 48.125 $m^2$
Vol. movimiento de tierra: 508,96 $m^3$/Ha

Fig. 2.2. a.

# PERFILES DE PENDIENTES PROMEDIO

## GRADIENTE NORTE - SUR (- 0.116 %)




## GRADIENTE OESTE - ESTE (0,221 %)

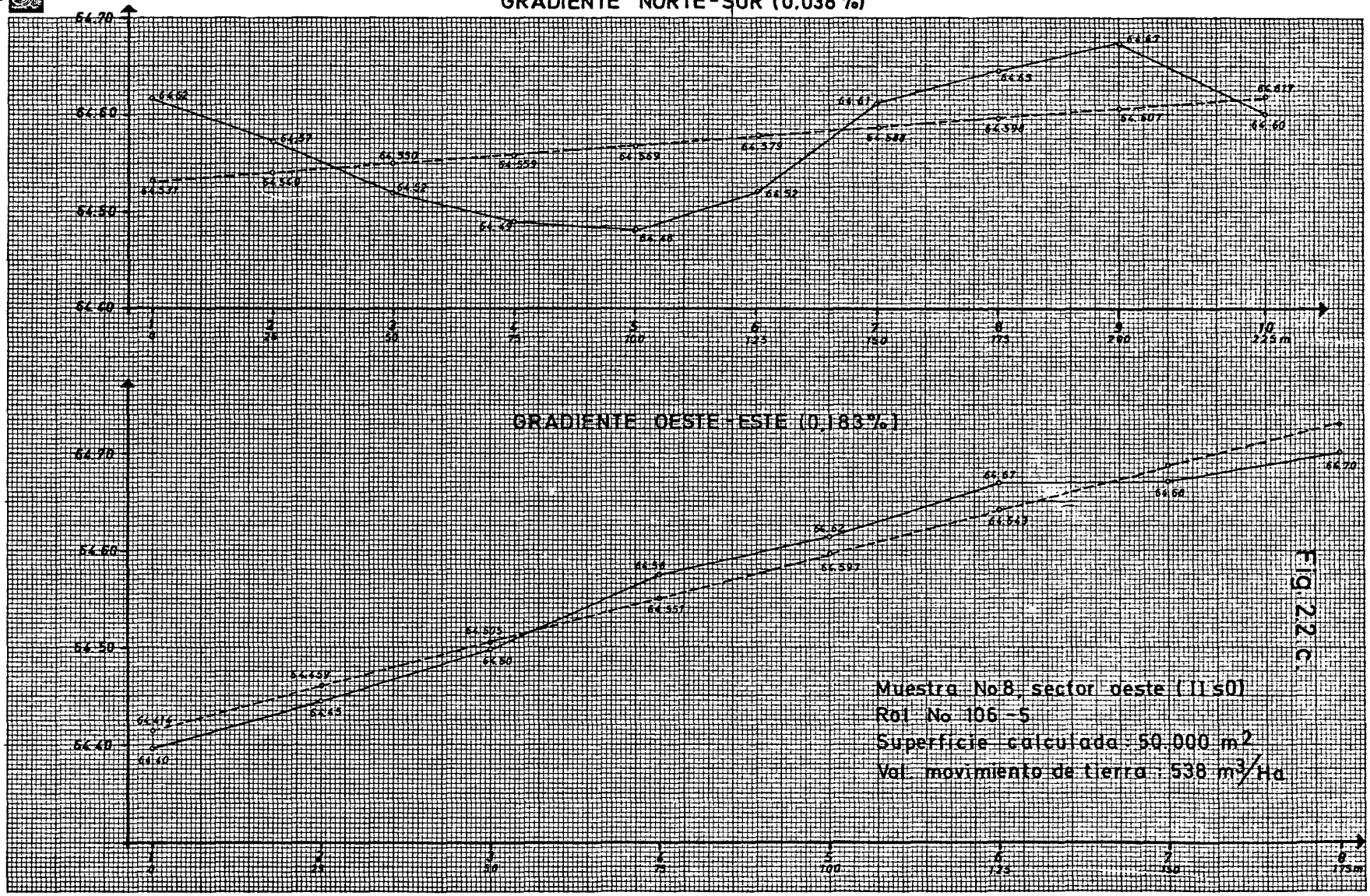



Muestra No 8, sector este (11 s 0)
Rot No 106-5
Superficie calculada = 28.125 $m^2$
Vol. movimiento de tierra = 645,56 $m^3$/Há

Fig. 2.2 b.

Spiros

# PERFILES DE PENDIENTES PROMEDIO

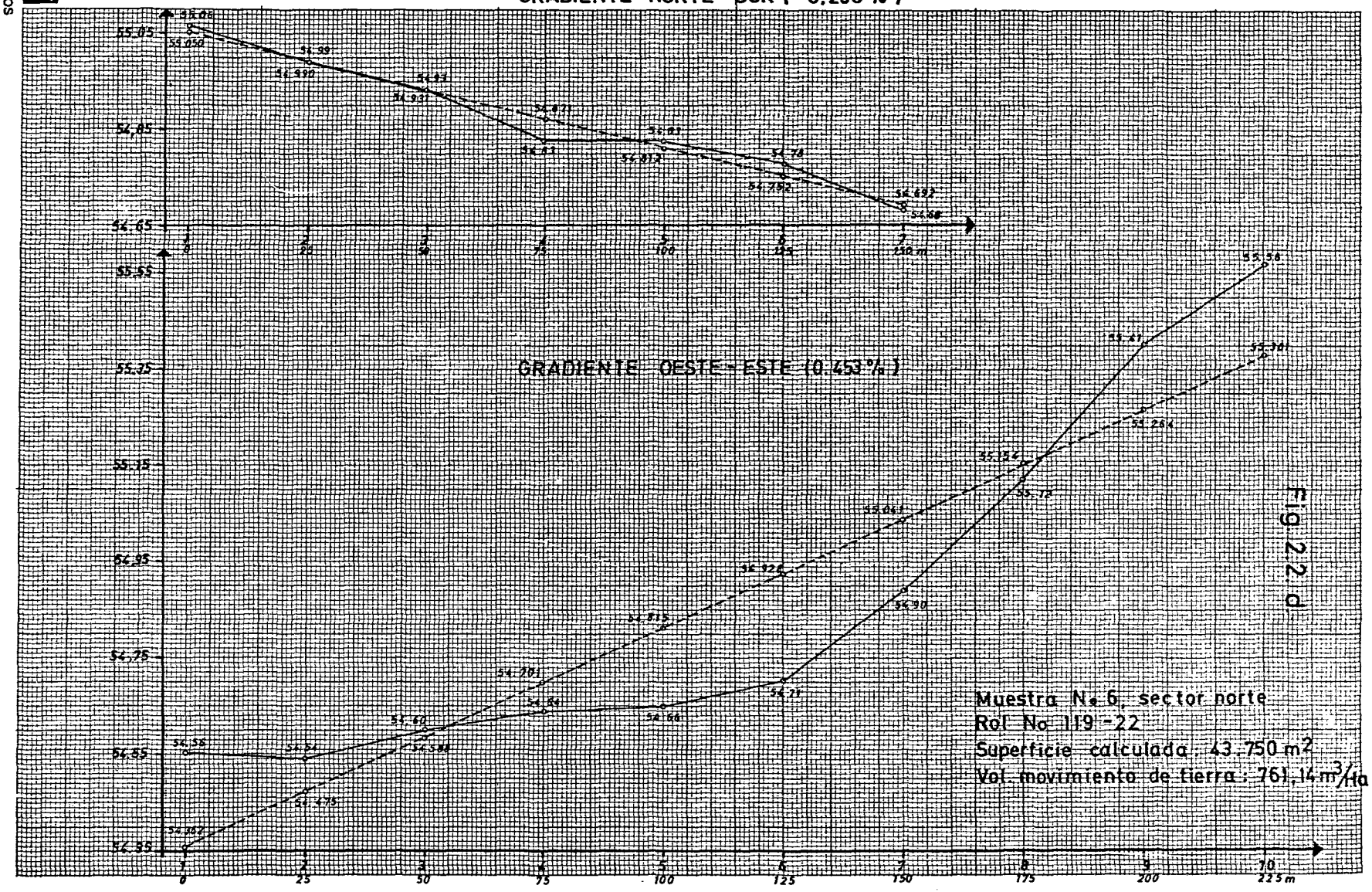



Muestra No 8, sector oeste (1150)
Rol No 106 -5
Superficie calculada 50.000 m²
Vol. movimiento de tierra : 538 m³/Ha

Fig. 22.c

Spiros

# PERFILES DE PENDIENTES PROMEDIO

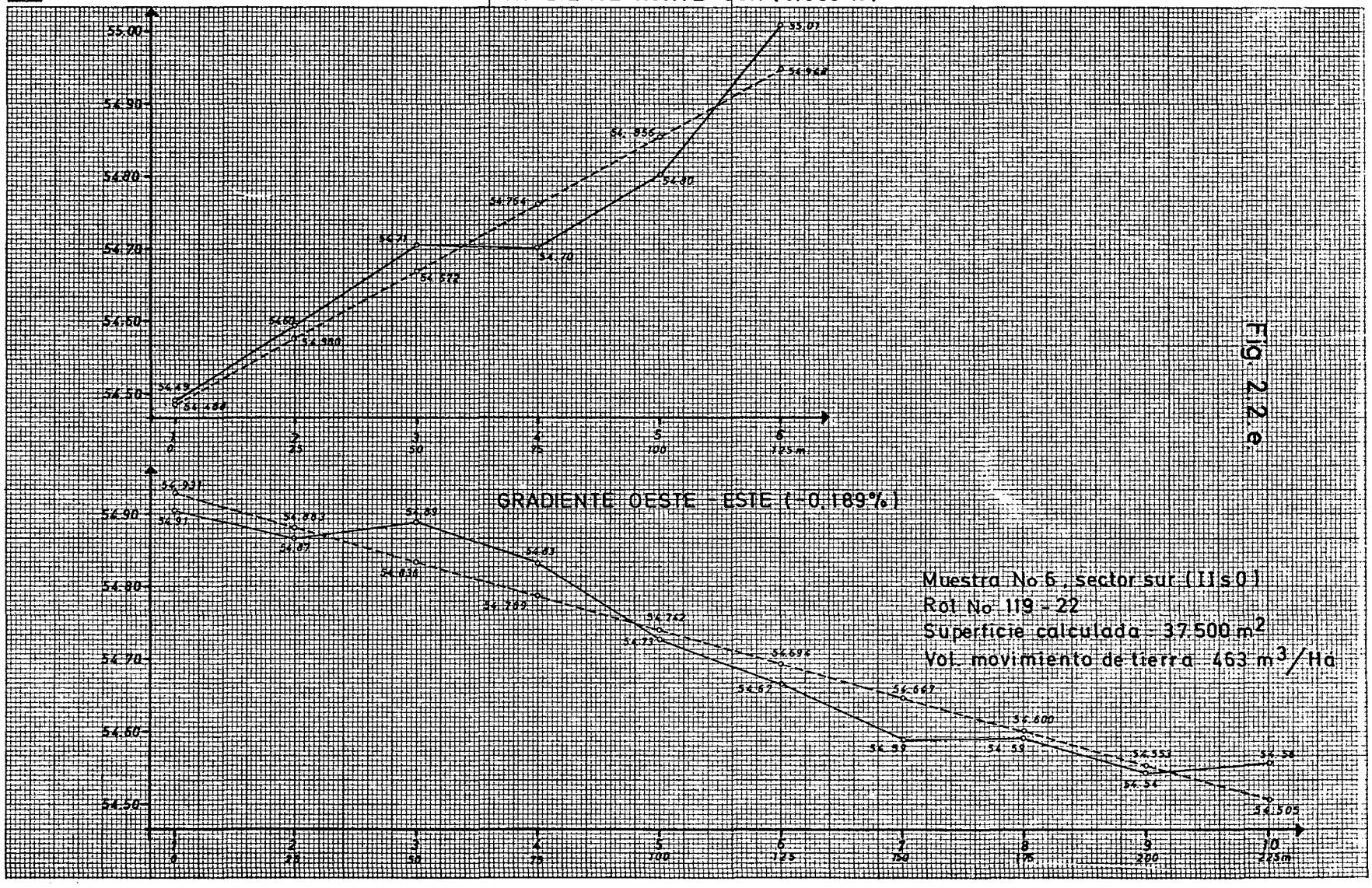



Muestra No. 6, sector norte
Rol No. 119 - 22
Superficie calculada: 43.750 m²
Vol. movimiento de tierra: 761,14 m³/Ha

Fig. 2.2 d

Spiros

# PERFILES DE PENDIENTES PROMEDIO




Muestra No 6, sector sur (IIs 0)
Rot No 119 - 22
Superficie calculada - 37.500 $m^2$
Vol. movimiento de tierra 463 $m^3$/Ha

Fig. 2.2.e

# PERFILES DE PENDIENTES PROMEDIO

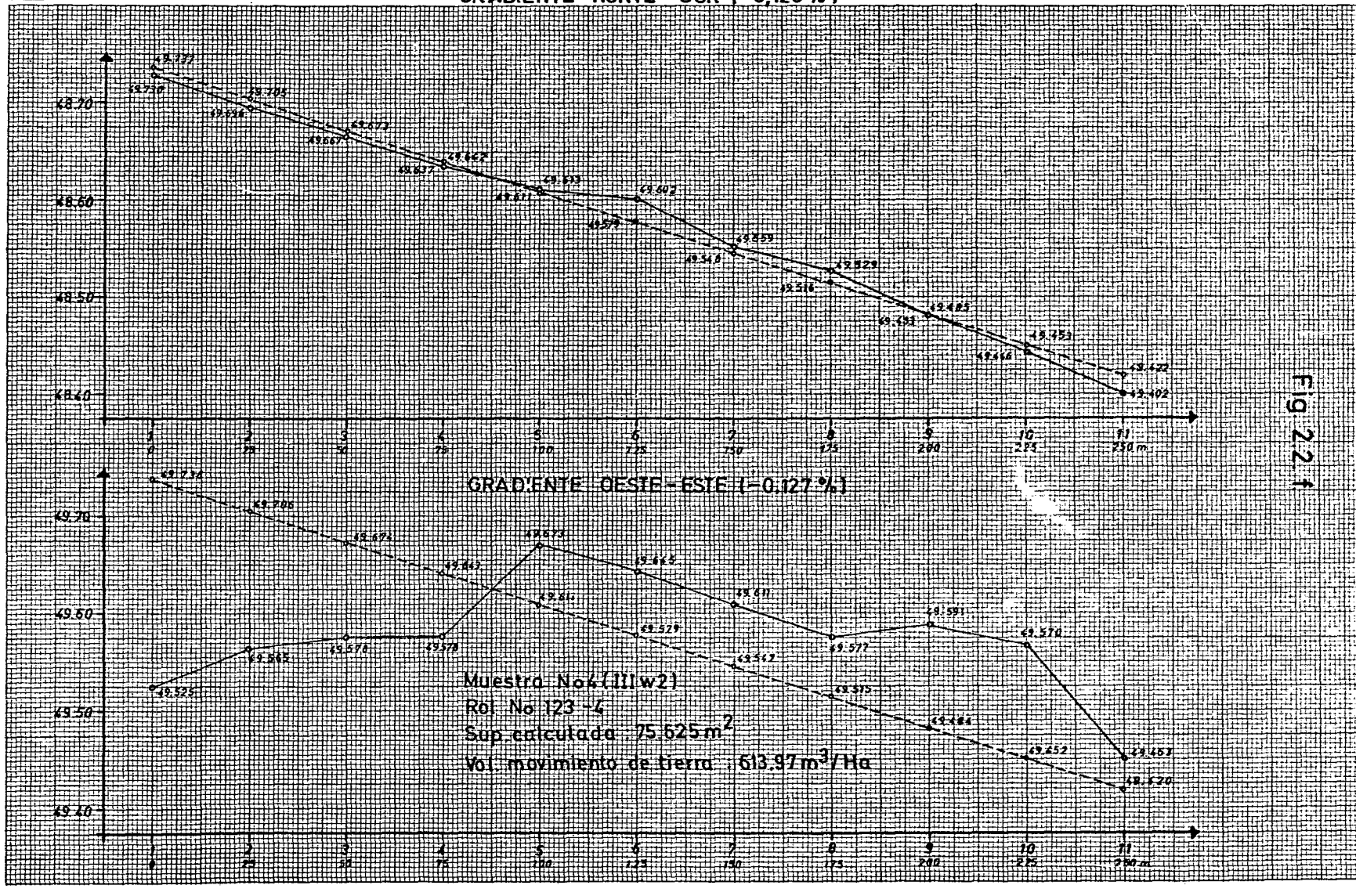
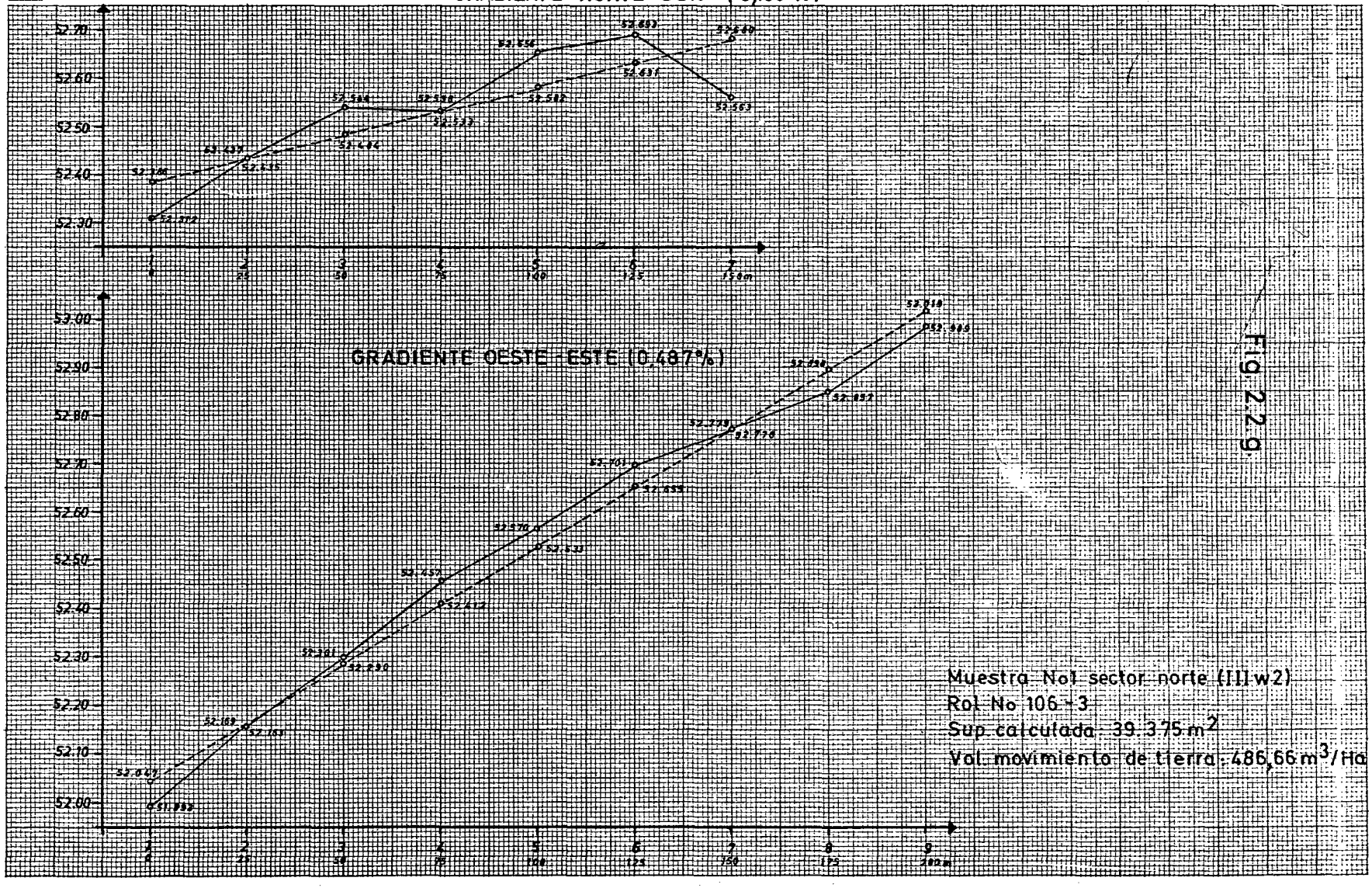



Fig 2.2 f

Spiros

# PERFILES DE PENDIENTES PROMEDIO

## GRADIENTE NORTE - SUR ( 0,196 % )




## GRADIENTE OESTE - ESTE (0,487 %)




Muestra No1 sector norte (III w2)
Rol No 106 - 3
Sup. calculada: 39.375 $m^2$
Vol. movimiento de tierra: 486,66 $m^3$/Ha

Fig. 2.2.g.

Spiros

# PERFILES DE PENDIENTES PROMEDIO

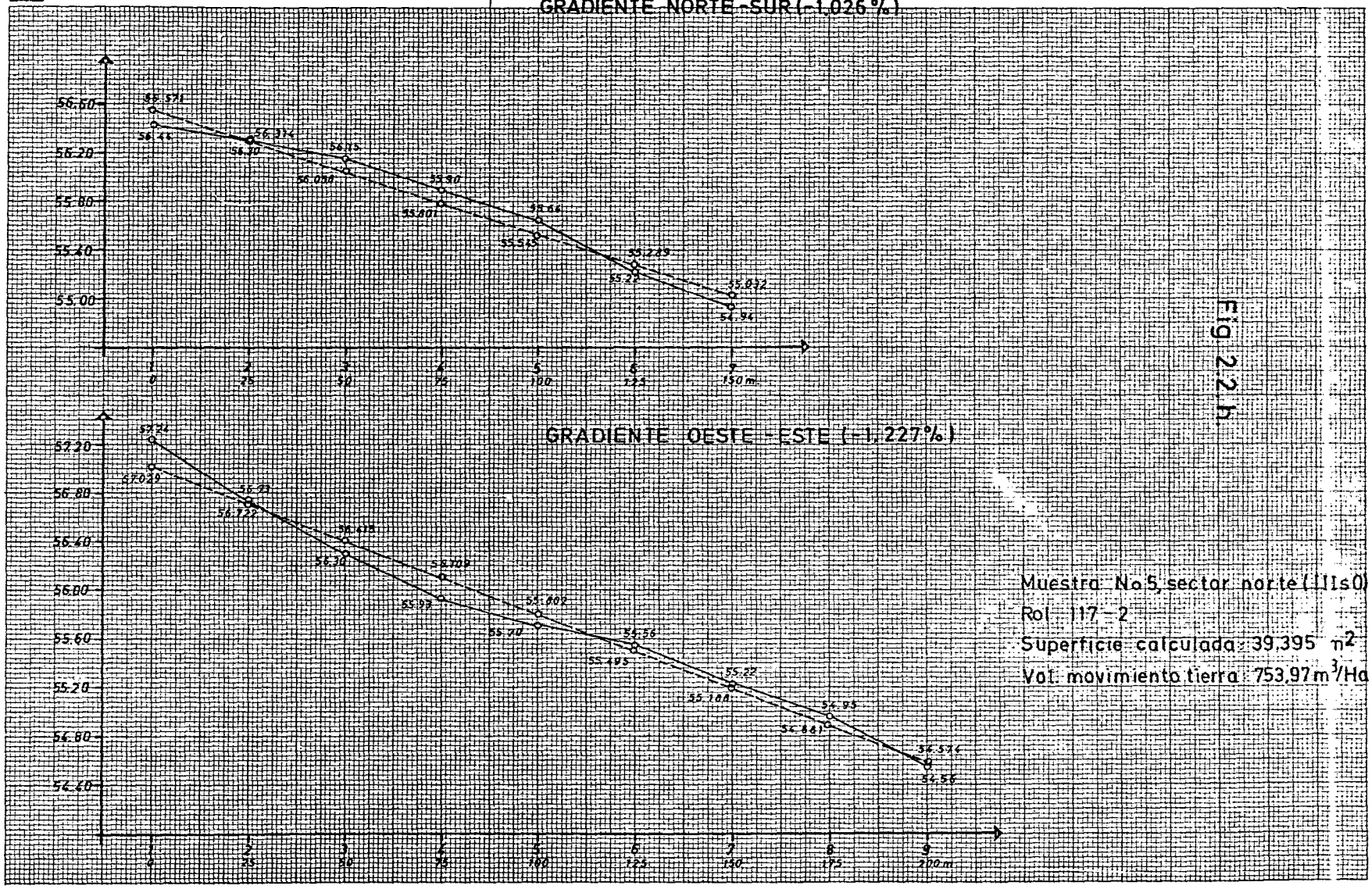



Fig. 2.2.h

Muestra No 5, sector norte (IIIs0)

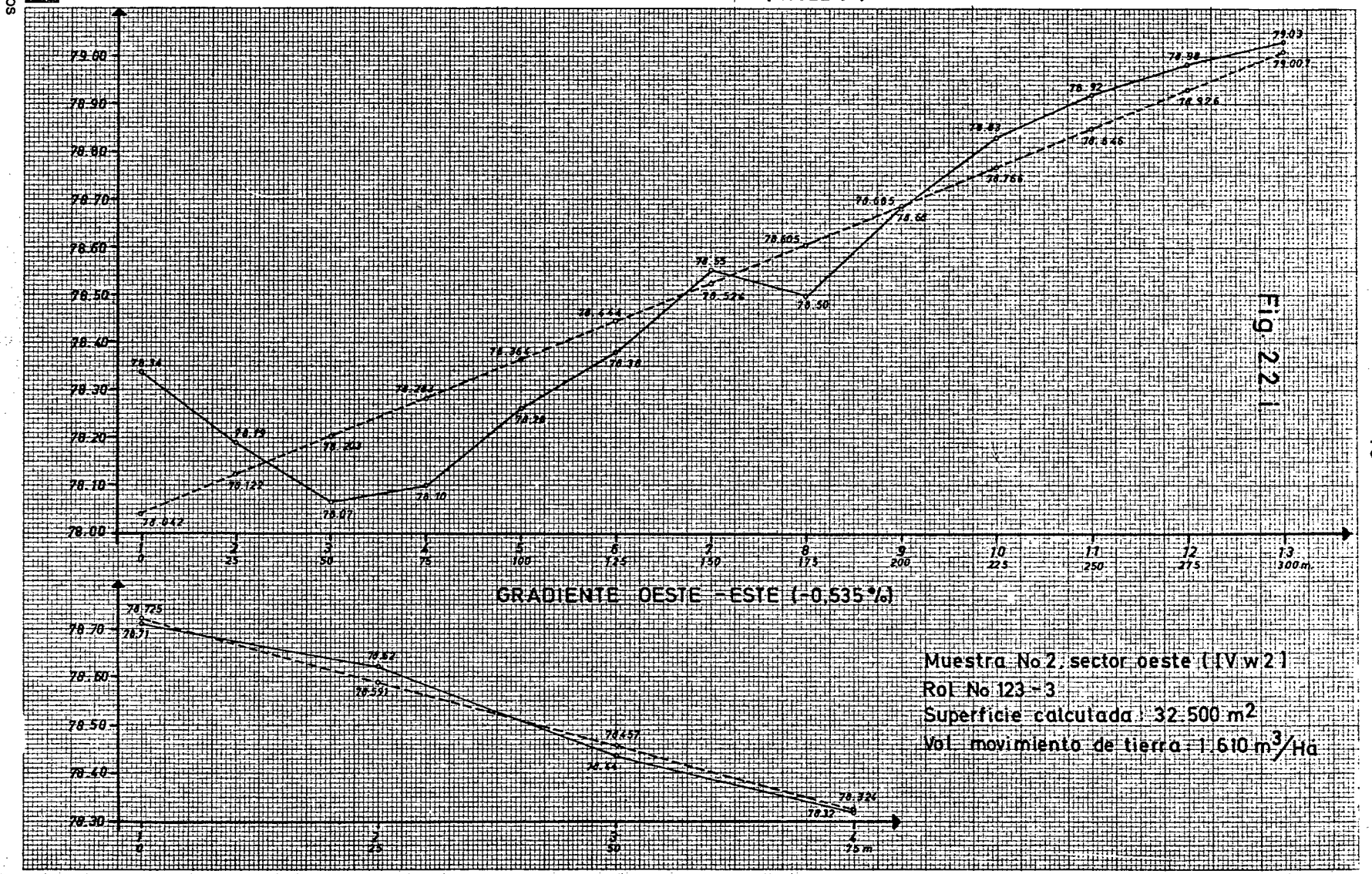
Rol 117 - 2

Superficie calculada: 39.395 $m^2$

Vol. movimiento tierra: 753,97 $m^3$/Ha

# PERFILES DE PENDIENTES PROMEDIO

## GRADIENTE NORTE - SUR ( 0,322 % )



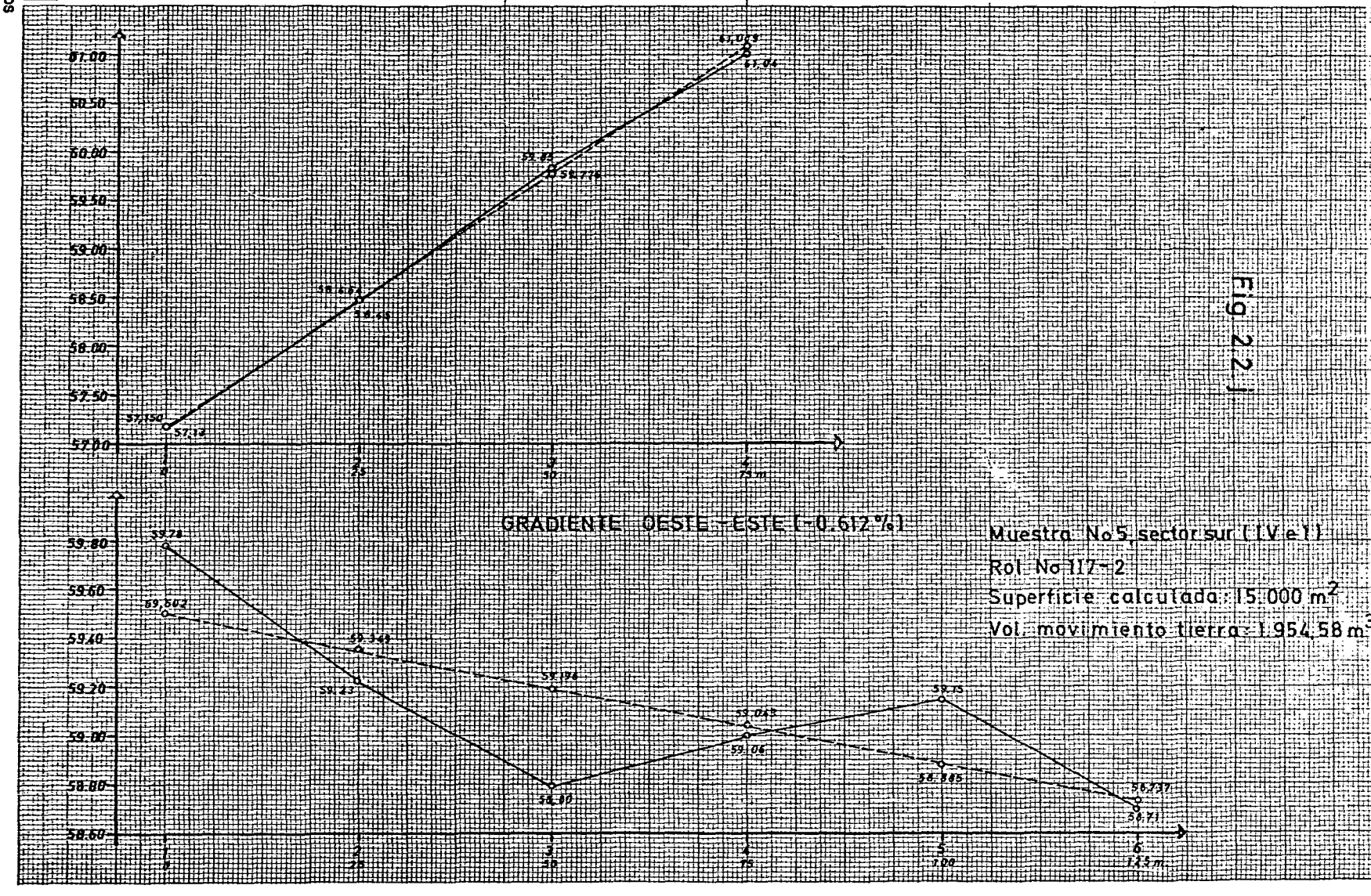

Muestra No 2 sector oeste ( IV w 2 )
Rol No 123 - 3
Superficie calculada : 32 500 m²
Vol. movimiento de tierra : 1 610 m³/Ha

Fig. 22 i

# PERFILES DE PENDIENTES PROMEDIO

Spiros

GRADIENTE NORTE - SUR ( 5.25 % )




Muestra No 5, sector sur ( IV e I )

Rol No 117 - 2

Superficie calculada : 15.000 $m^2$

Vol. movimiento tierra : 1.954,58 $m^3$ / Ha

Fig. 22 j

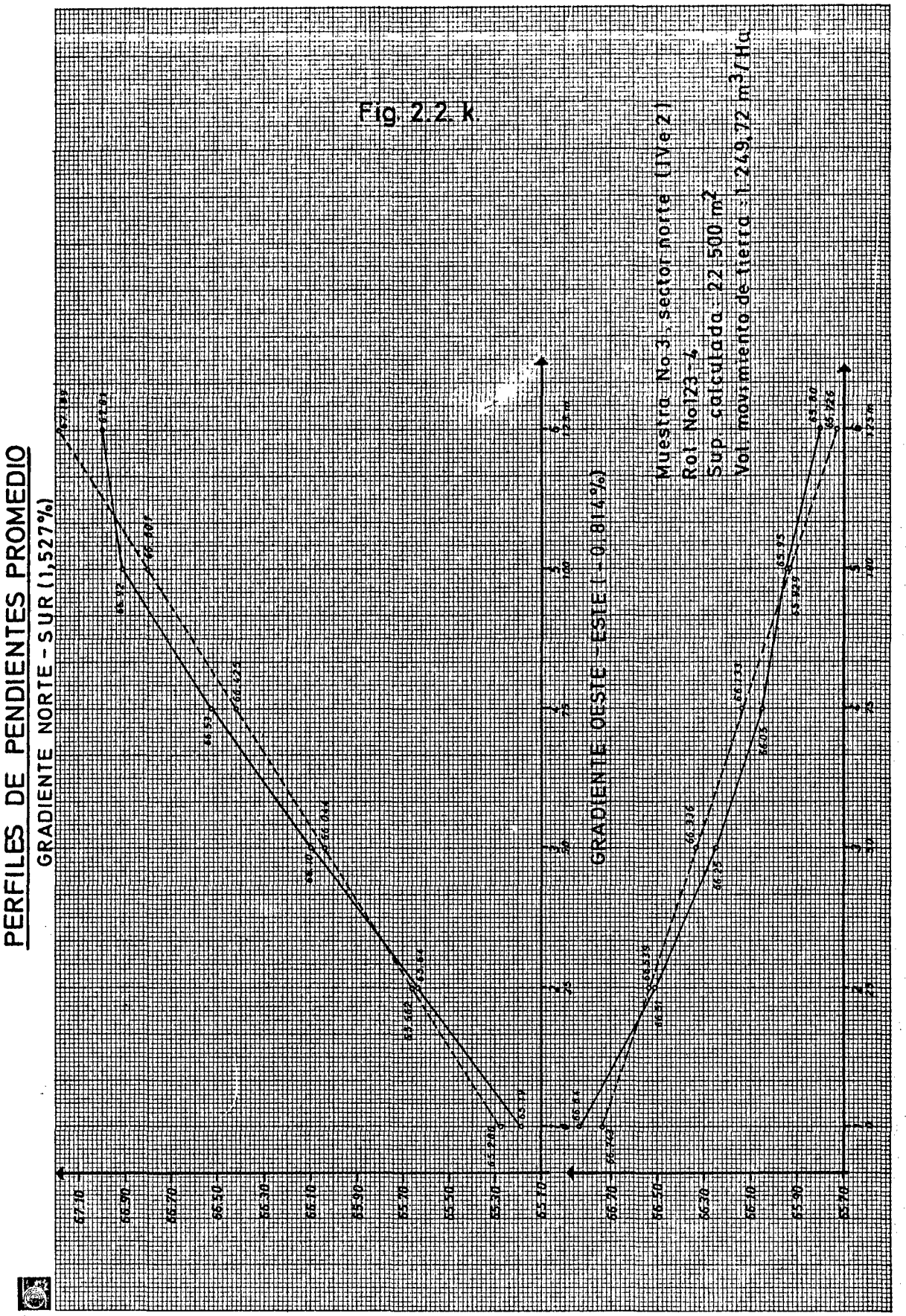



Fig. 2.2. k.

Spiros

# PERFILES DE PENDIENTES PROMEDIO

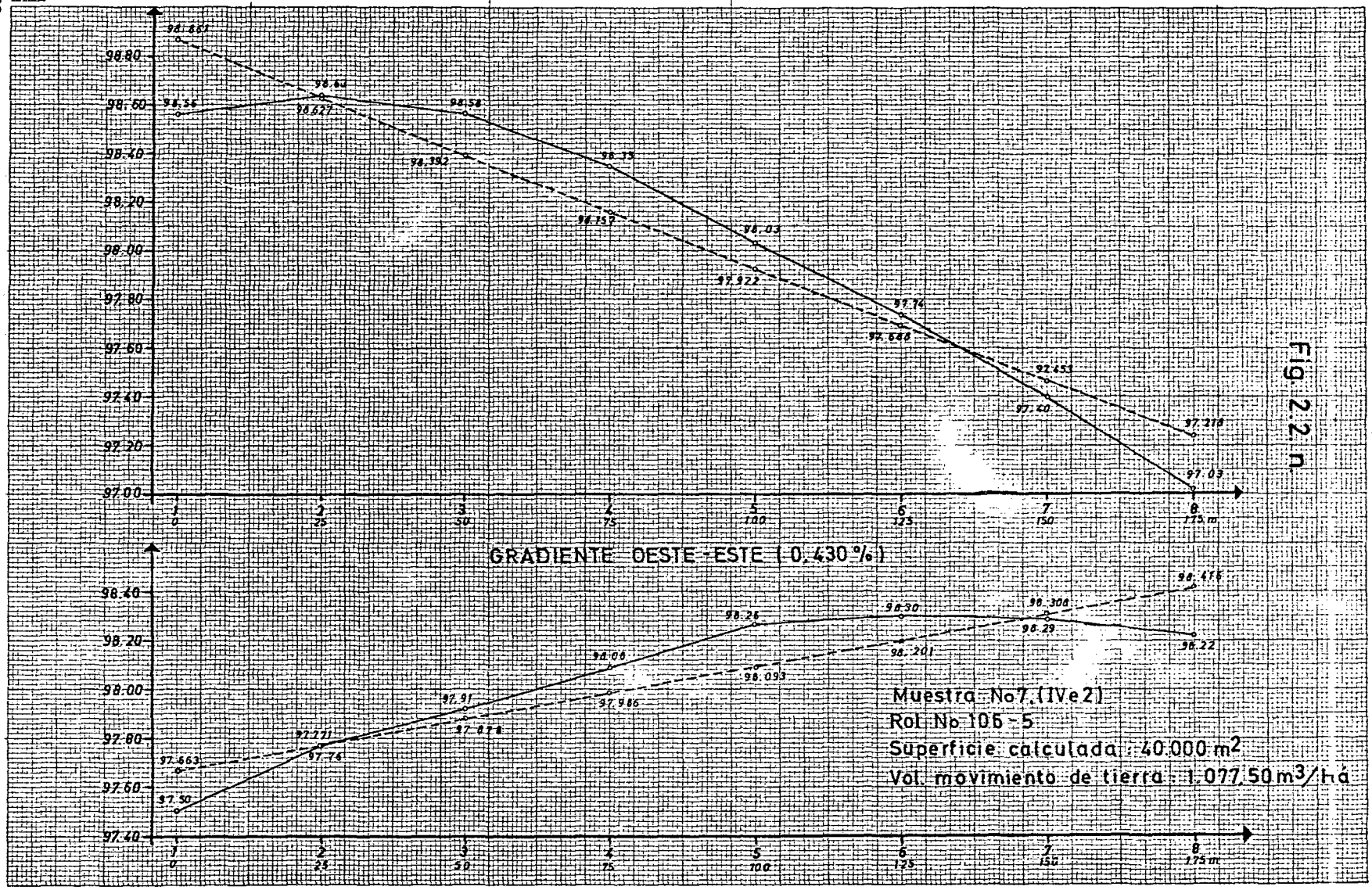
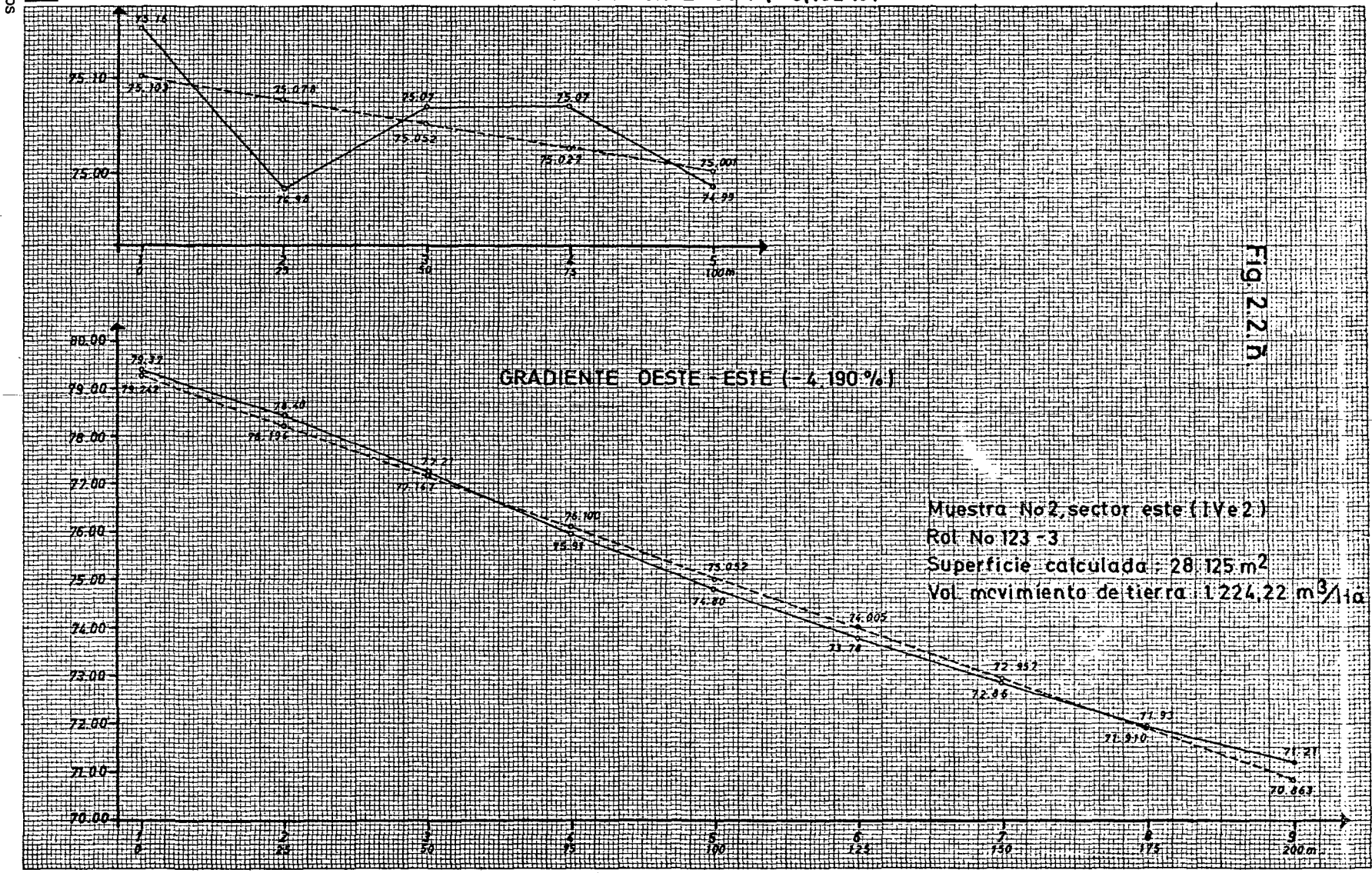



Fig. 2.2.n.

Spiros

# PERFILES DE PENDIENTES PROMEDIO

## GRADIENTE NORTE - SUR ( - 0,102 % )




Muestra No 2, sector este ( 1 Ve 2 )
Rot. No 123 - 3
Superficie calculada : 28.125 m²
Vol. movimiento de tierra : 1224,22 m³/Ha

Fig. 2.22.ñ

4.32ñ

## CUADRO Nº 3

CORRELACION ENTRE LOS GRUPOS DE MANEJO, SUPERFICIE NIVELABLE, VOLUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRA Y PRACTICA RECOMENDADA

| GRUPO MANEJO | CAP. USO | SUPERFICIE MUESTRA, HAS | PROM.POND. NIVELABLE | SUPER. % | SUPERFICIE CALC., HAS. | PROM.POND. MOV.TIERRA | VOLUMEN $m^3$/Há. | PRACTICA RECOM.(1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | IIs0 | 7,54 | 21,0 | | 4,81 | 78,2 | | N |
| A | IIs0 | 5,24 | 15,0 | | 5,00 | 199,1 | | N |
| A | IIs0 | 6,93 | 17,0 | 53 | 3,75 | 129,6 | 507 | N |
| A | IIs0 | 6,44 | 14,5 | | 2,81 | 251,8 | | E |
| A | IIs0 | 8,07 | 20,8 | 35 | 4,38 | 464,3 | 716 | E |
| Subtotales | | 34,22 | | 88 | 20,75 | | | |
| B | IIIw2 | 7,79 | 27,9 | 28 | 3,94 | 486,7 | 487 | N |
| B | IIIw2 | 16,29 | 54,3 | 54 | 7,56 | 614,0 | 614 | E |
| Subtotales | | 24,08 | | 82 | 11,50 | | | |
| C | IIIs0 | 6,00 | 75,8 | 76 | 3,94 | 754,0 | 754 | E |
| Subtotales | | 6,00 | | 76 | 3,94 | | | |
| D | IVw2 | 5,30 | 65,1 | 65 | 3,25 | 1.610,0 | 1.610 | E |
| Subtotales | | 5,30 | | 65 | 3,25 | | | |
| E | IVe1 | 9,53 | 7,2 | | 1,50 | 215,0 | | E |
| E | IVe2 | 7,18 | 7,6 | | 2,25 | 212,4 | | E |
| E | IVe2 | 7,18 | 8,5 | | 3,00 | 249,9 | | E |
| E | IVe2 | 9,04 | 10,8 | | 4,00 | 312,4 | | E |
| E | IVe2 | 10,70 | 11,0 | 45 | 2,81 | 257,0 | 1.247 | E |
| Subtotales | | 43,63 | | 45 | 13,56 | | | |
| TOTALES | | 113,23 | | | 53,00 | | | |

(1) N: Nivelación; E: Emparejamiento

de movimiento de tierra de 487 m3/há, y efectuar emparejamiento del 54% restante.

En los Grupos de Manejo C, D y E, sólo se recomienda efectuar emparejamiento de la superficie nivelable, que asciende a 76%, 65% y 45% respectivamente.

## 2.3. Correlación de Superficie entre los Grupos de Manejo y los Estratos.

Con el objeto de correlacionar la superficie de nivela - ción y de emparejamiento de los Grupos de Manejo con los Estratos y Predios-Tipo, a continuación se presenta el Cuadro N° 4.

CUADRO N° 4

Distribución de la Superficie Productiva de los Estratos por Grupos de Manejo

| Estratos | Total | Superficie por Grupos de Manejo en hás | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | E |
| Pequeño | 1.105 | 372 | 319 | 107 | 43 | 264 |
| Mediano | 2.871 | 1.082 | 802 | 233 | 206 | 548 |
| Med/Grande | 1.863 | 521 | 610 | 108 | 212 | 412 |
| Grande | 4.970 | 1.213 | 1.482 | 142 | 1.042 | 1.091 |
| Total | 10.809 | 3.188 | 3.213 | 590 | 1.503 | 2.315 |

En el Grupo de Manejo A el porcentaje de la superficie de nivelación es 53%, y en el Grupo de Manejo B es el 35%.

## 2.4. Costo de Nivelación.

### 2.4.1. Costo de Nivelación por Estrato.

En el Cuadro N° 5 se presentan los resultados que correlacionan la superficie, el volumen de movimiento de

## CUADRO Nº 5

## DETERMINACION DE LA SUPERFICIE, VOLUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRA Y COSTO DE NIVELACION POR GRUPOS DE MANEJO Y ESTRATOS

| ESTRATOS | GRUPO DE MANEJO A | | | GRUPO DE MANEJO B | | | TOTALES POR ESTRATOS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SUP.(1) | VOL(2) | COSTO(3) | SUP(4) | VOL(5) | COSTO(6) | SUP. | VOLUMEN | COSTO |
| | Hás. | $m^3$ | Miles $ | Hás. | $m^3$ | Miles $ | Hás. | $m^3$ | Miles $ |
| Pequeño | 197 | 99.879 | 2.414,1 | 89 | 43.343 | 1.053,7 | 286 | 143.222 | 3.467,8 |
| Mediano | 574 | 291.018 | 7.033,9 | 225 | 109.575 | 2.663,8 | 799 | 400.593 | 9.697,7 |
| Mediano-grandes | 276 | 139.932 | 3.382,2 | 171 | 83.277 | 2.024,4 | 447 | 223.209 | 5.406,6 |
| Grande | 643 | 326.001 | 7.879,4 | 415 | 202.105 | 4.913,2 | 1.058 | 528.106 | 12.792,6 |
| | 1.690 | 856.830 | 20.709,6 | 900 | 438.300 | 10.655,1 | 2.590 | 1.295.130 | 31.364,7 |

(1) 53% de la superficie del G. de M. A

(2) Base: 507 $m^3$/Há

(3) Base: $ 24,17/$m^3$

(4) 28% de la superficie del G. de M. B

(5) Base: 487 $m^3$/Há

(6) Base: 24,31/$m^3$

tierra y los costos de nivelación por Grupo de Manejo y por Estratos.

En relación a los Grupos de Manejo, la superficie de nivelación en el Grupo A alcanza a 1.690 hás y en el Grupo B a 900 hás.

El volumen de movimiento de tierra en el Grupo de Manejo A es de 507 m3/há, en tanto que en el Grupo B es de 487 m3/há, con un total conjunto de 1.295.130 m3.

Los costos unitarios por unidad de volumen fueron calculados en $ 24,17/m3 para el Grupo de Manejo A y en $ 24,31/m3 para el Grupo de Manejo B (Ver Apéndice N° 2).

A nivel de Estratos, la superficie de nivelación varía entre 286 hás para el pequeño y 1.058 hás para el grande, con un total para los cuatro de 2.590 hás o 24% de la superficie productiva.

El volumen de movimiento de tierra varía entre 143.222 m3 para el estrato de predios pequeños y 528.106 m3 para el estrato de predios grandes, con un volumen unitario promedio de 500,1 m3/há.

El costo global de nivelación asciende a $ 31.364.700.

2.4.2. Costo de Nivelación por Predios-Tipo.

En el Cuadro N° 6 se presenta la información correspondiente a la superficie, volumen de movimiento de tierra y costo de nivelación por Predios-Tipo.

CUADRO N° 6

| Predios-Tipo | N° Predios | Sup. Produc. Hás Total | Sup. Produc. Hás Nivelada | Volumen m3/há | Costo $/há | Costo Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pequeño | 112 | 10,0 | 2,55 | 500,8 | 12.125 | 30.919 |
| Mediano | 72 | 40,0 | 11,10 | 501,4 | 12.137 | 134.721 |
| Med./Grande | 15 | 124,0 | 29,80 | 499,3 | 12.095 | 360.431 |
| Grande | 13 | 382,0 | 81,38 | 499,2 | 12.091 | 983.966 |

La superficie de nivelación de cada Predio-Tipo se calculó dividiendo la superficie correspondiente a cada Estrato por el número de Predios que lo componen, en tanto que el volumen unitario de movimiento de tierra y el costo unitario se determinaron dividiendo el volumen y costo totales de cada Estrato por su superficie de nivelación (Cuadro N° 5).

A nivel de Predio-Tipo, la superficie de nivelación en relación a la superficie productiva es de 25,5% para el pequeño; 27,8% para el mediano; 24,0% para el mediano grande, y 21,3% para el grande.

El costo unitario varía entre un mínimo de $ 12.091/há para el Predio-Tipo grande hasta un máximo de $ 12.125/há para el Predio-Tipo pequeño.

## 3. EMPAREJAMIENTO.

### 3.1. Superficie y volumen de emparejamiento.

De acuerdo a los resultados presentados en el Cuadro N° 3, los terrenos aptos para el emparejamiento por Grupo de Manejo comprende un 35% de la superficie del Grupo A, 54% del Grupo B, 76% del Grupo C, 65% del Grupo D y

45% del Grupo E, todos los cuales presentaban volúmenes calculados de movimiento de tierra superiores a 600 m3/há si hubiesen sido nivelados.

Tomando en consideración las características de microrelieve de los terrenos que constituyen cada Grupo de Manejo y a que, en promedio, la práctica de emparejamiento representa volúmenes de movimiento de tierra variables entre 150 m3/há y 250 m3/há (1) se estimó un volumen de 150 m3/há para los Grupos de Manejo A, B y C, y 200 m3/há para los grupos de Manejo D y E. Los volumenes totales se dedujeron a partir de estos volumenes unitarios.

El en Cuadro N° 7 se presenta la distribución de la superficie y volumen de emparejamiento por Grupos de Manejo y Estratos.

CUADRO N° 7

| Estratos | Superficie por Grupo de Manejo (hás) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E |
| Pequeño | 130 | 172 | 81 | 28 | 119 |
| Mediano | 379 | 433 | 177 | 134 | 247 |
| Med/Grande | 182 | 330 | 82 | 138 | 185 |
| Grande | 425 | 800 | 108 | 677 | 491 |
| Total | 1.116 | 1.735 | 448 | 977 | 1.042 |
| | Volumen por Grupo de Manejo (hás) | | | | |
| | A | B | C | D | E |
| Pequeño | 19.500 | 25.800 | 12.150 | 5.600 | 23.800 |
| Mediano | 56.850 | 64.950 | 26.550 | 26.800 | 49.400 |
| Med/Grande | 27.300 | 49.500 | 12.300 | 27.600 | 37.000 |
| Grande | 63.750 | 120.000 | 16.200 | 135.400 | 98.200 |
| Total | 167.400 | 260.250 | 67.200 | 195.400 | 208.400 |

(1) Información del Servicio de Equipos Agrícolas Mecanizados (SEAM).

La superficie de emparejamiento se calculó sobre la base de 35% de la superficie del Grupo de Manejo A, 54% de la superficie del Grupo de Manejo B, 76% de la superficie del Grupo de Manejo C, 65% de la superficie del Grupo de Manejo D y 45% de la superficie del Grupo de Manejo E.

El volumen de emparejamiento se calculó sobre la base de 150 m3/há en los Grupos de Manejo A, B y C y de 200 m3/há en los Grupos de Manejo D y E.

La distribución de la superficie de emparejamiento por Estrato, se basó en la tabla de distribución de la superficie productiva presentada en el Cuadro N° 4.

3.2. Costo de Emparejamiento por Estratos.

En el Cuadro N° 8 figura la distribución resumida de la superficie, volumen de movimiento de tierra y costo de emparejamiento por estratos.

CUADRO N° 8

| Estratos | Grupos de Manejo A,B,C | | | Grupos de Manejo D y E | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sup. hás | Volumen m3 | Costo (1) miles $ | Sup. hás | Volumen m3 | Costo (2) miles $ |
| Pequeño | 383 | 57.450 | 1.431,7 | 147 | 29.400 | 757,3 |
| Mediano | 989 | 148.350 | 3.696,9 | 381 | 76.200 | 1.962,9 |
| Med/Grande | 594 | 89.100 | 2.220,4 | 323 | 64.200 | 1.664,1 |
| Grande | 1.333 | 199.950 | 4.982,8 | 1.168 | 233.600 | 6.017,5 |
| Total | 3.299 | 494.850 | 12.331,8 | 2.019 | 403.800 | 10.401,8 |

| | Totales por Estratos | | |
|---|---|---|---|
| | Sup. hás | Volumen m3 | Costo miles $ |
| Pequeño | 530 | 86.850 | 2.189,0 |
| Mediano | 1.370 | 224.550 | 5.659,8 |
| Med/Grande | 917 | 153.700 | 3.884,5 |
| Grande | 2.501 | 433.550 | 11.000,3 |
| Total | 5.318 | 898.650 | 22.733,6 |

(1) Base: $ 24,92/m3

(2) Base: $ 25,76/m3

A nivel de Grupos de Manejo, los resultados de superfi - cie, volumen de movimiento de tierra y costo, se presentan consolidados para los Grupos de Manejo A, B y C por corresponderles un volumen unitario común de 150 m3/há y un costo comun de $ 24,92/m3, y para los Grupos de Manejo D y E por corresponderles un volumen común de 200 m3/há y un costo común de $ 25,76/há (Ver Apéndice N° 2).

A nivel de Estratos, la superficie de emparejamiento varía entre 530 hás para el estrato de predios pequeños y 250 hás para el estrato de predios grande, con una superficie total de 5.318 hás o 49,2% de la superficie productiva del conjunto de los cuatro estratos.

El costo global de emparejamiento asciende a $ 22.773.600 y los costos unitarios promedio por unidad de volumen y unidad de superficie, ascienden a $ 25,30/m3 y $ 4.275/há emparejada respectivamente.

3.3. Costo de Emparejamiento por Predios-Tipo.

A continuación se presenta el Cuadro N° 9 que resume la distribución de superficie, volumen de movimiento de tierra y costo de emparejamiento por Predios-Tipo.

CUADRO N° 9

| Predios-Tipo | N° Predios | Sup. Prod. (hás) Total | Sup. Prod. (hás) Emparejada | Volumen m3/há | Costo $/ha | Costo Total $ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pequeño | 112 | 10,0 | 4,73 | 163,9 | 4.130 | 19.535 |
| Mediano | 72 | 40,0 | 19,03 | 163,9 | 4.131 | 78.613 |
| Med/Grande | 15 | 124,0 | 61,13 | 167,6 | 4.236 | 258.947 |
| Grande | 13 | 382,0 | 192,38 | 173,4 | 4.398 | 846.087 |

La superficie de emparejamiento de cada Predio-Tipo se calculó dividiendo la superficie correspondiente a cada Estrato por el número de predios que lo componen, mien - tras que el volumen unitario de movimiento de tierra y el costo unitario por unidad de superficie se determinaron dividiendo el volumen y costo totales de cada Estrato por su superficie de emparejamiento (Cuadro N° 8).

A nivel de Predios-Tipo, la superficie de emparejamiento en relación a la superficie productiva es de 47,3% para el pequeño; 47,6% para el mediano; 49,3% para el mediano grande, y 50,4% para el grande.

## 4. DESTRONQUE.

### 4.1. Selección Muestras.

Se utilizaron mosaicos de Uso Actual del Proyecto, en escala 1:10.000, donde se ubicaron las áreas medidas con matorral de espinos o espinales y las Capacidades de Uso ocupadas.

El trabajo de terreno consistió en ubicar físicamente cada una de las 32 áreas de espinales determinadas y seleccionar en ellas el sitio de muestreo para una superficie total de 581,0 hás.

Una vez ubicado el sitio de muestreo, se aplicó el método de parcelas circulares de 1/10 o 1/20 de hectárea según la densidad del espinal, adoptándose el criterio de tomar muestras de 1/10 para densidades aproximadas inferiores a 700 espinos por hectárea y de 1/20 para densidades superiores.

En las parcelas 1/10 se utilizó una distancia radial de 17,84 m y en las de 1/20 una distancia de 12,62 m, estacándose los perímetros resultantes.

Dentro de cada parcela se contó el número de espinos existentes y se tomaron medidas del perímetro basal y superior del tronco o fuste y su altura desde el nivel del terreno hasta su bifurcación en ramas.

4.1.1. Cubicación de las muestras.

Con los datos recolectados en terreno, se calculó posteriormente la superficie basal y superior de los fustes. El volumen maderero se calculó utilizando la fórmula de SMALIAN (1).

El volumen maderero obtenido se multiplicó por la densidad 1,25 kg/dm3, determinándose así su peso en verde, el cual a su vez se multiplicó por un coeficiente 0,3 con el objeto de obtener el peso volumétrico de carbón (2).

Por información proporcionada por los carboneros del área del Proyecto, en el cálculo de conversión del peso maderero a peso volumétrico de carbón, se consideró como espinos aptos para carbón a aquellos con un perímetro superior a 0,20 m, descartándose aquellos de perímetro inferior.

---

(1) Revista "Maderas"; Corporación Chilena de la Madera; 1971.

(2) Valores de densidad y conversión a carbón proporcionados por el Departamento de Tecnología de la Madera de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad de Chile.

Del total de las treinta y dos muestras cubicadas, cinco de ellas no fueron consideradas aptas para la producción de carbón por estar constituídas por renoval de espinos de pequeño desarrollo.

La superficie total cubicada en las parcelas fue de 26.000 m2. Los datos obtenidos en el muestreo de espinales están resumidos en el Apéndice N° 3 .

4.2. Superficie, Densidad Espinal y Costo por Grupos de Manejo.

En el Cuadro N° 10 se presenta la correlación de datos de la densidad de los espinales, su rendimiento maderero, conversión a carbón y la superficie y costos de destronque por Grupos de Manejo.

CUADRO N° 10

| Grupos de Manejo | Superficie Destronque (hás) | Prom. Pond. Dens. Total N°/há | Apto Carb. N°/há | Prom. Pond. Rend. Espinal Volumen m3/há | Peso Mad. kg/há | Peso Carb. kg/há |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 111,6 | 749 | 692 | 10.716 | 13.395 | 4.019 |
| B | 170,4 | 807 | 724 | 13.877 | 17.346 | 5.204 |
| C | 20,6 | 671 | 634 | 8.080 | 10.100 | 3.030 |
| D | 55,8 | 613 | 492 | 6.954 | 8.692 | 2.608 |
| E | 222,6 | 629 | 474 | 4.987 | 6.234 | 1.870 |
| | 581,0 | 704 | 597 | | | |

| Grupos de Manejo | Costo Destronque Unitario $/há | Costo Destronque Total miles $ | Entradas Carbón Unitario $/há | Entradas Carbón Total miles $ | Costo Real Destr. Unitario $/há | Costo Real Destr. Total miles $ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 7.636 | 852,2 | 4.019 | 448,5 | 3.617 | 403,7 |
| B | 8.170 | 1.392,2 | 5.204 | 886,8 | 2.966 | 505,4 |
| C | 6.918 | 142,5 | 3.030 | 62,4 | 3.888 | 80,1 |
| D | 6.385 | 356,3 | 2.608 | 145,5 | 3.777 | 210,8 |
| E | 6.532 | 1.454,0 | 1.870 | 416,3 | 4.662 | 1.037,7 |
| | 7.224,10 | 4.197,2 | 3.372,60 | 1.959,5 | 3.851,50 | 2.237,7 |

La columna de densidad de espinos por hectárea incluye el total de plantas existentes en el terreno, en tanto que la columna de densidad de espinos aptos para carbón incluye sólo a aquellos que tienen un perímetro de fuste superior a 0,20 m.

Los costos unitarios de destronque fueron calculados en forma diferenciada para cada grupo de Manejo, de acuerdo al número de promedio de espinos por hectárea (1) (Ver Apéndice N° 4), en tanto que el valor unitario de las entradas por venta de carbón fue estimado en $ 1/kg considerando que en Mayo de 1977 el precio promedio del carbón en el Valle de Pencahue se cotizó a $ 2/kg, pero como el sistema empleado en la producción de carbón es el de mediería, el propietario sólo percibe un 50% del precio de venta.

De acuerdo a estos antecedentes, el costo promedio real de destronque asciende aproximadamente a $ 3.851,50/há, monto obtenido al restar al costo de destronque de $ 7.224,10/há, el valor de las entradas por venta de carbón estimado en $ 3.372,60/há.

4.2.1. Costo de Destronque por Predios-Tipo y Estratos. Con el objeto de distribuir la superficie de destronque de los Grupos de Manejo por Estratos y Predios-Tipo, se revisaron los mosaicos de distribución predial y se calculó el número de hectáreas de espinal por tamaño de

(1) "Sistemas mecanizados de habilitación de suelos con vegetación de espinales en la serie Curipeumo", Gerardo Frizsche; Facultad de Agronomía, Universidad de Chile; 1974.

propiedad. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro N° 11.

CUADRO N° 11

| Predios | Estratos | | Predios Tipo | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sup. Prod. hás | Sup. Dest. hás | N° Predios | Sup. Prod. hás | Sup. Dest. hás |
| Pequeño | - | - | - | - | - |
| Mediano | 2.871 | 152,8 | 72 | 40 | 2,12 |
| Med/Grande | 1.863 | 131,3 | 15 | 124 | 8,75 |
| Grande | 4.970 | 296,9 | 13 | 382 | 22,84 |

En la distribución de superficie señalada no figura el destronque en el tamaño de predio pequeño en atención a que en el estudio realizado de compatibilización de si - tios de espinales con tamaños de propiedad, se verificó que los espinales ocupaban sólo 0,3 hás de superficie en los Predios-Tipo pequeños, superficie estimada insignifi cante y en consecuencia se descartó.

A nivel de Estratos, el 26,3% de la superficie total de espinales está ubicada en los predios de tamaño mediano; 22,6% en los mediano-grandes, y 51,5% en los grandes.

Para distribuir la superficie de espinal por Predio-Tipo, se dividió la superficie de espinal de cada Estrato por el número de predios que lo integran, obteniéndose 2,12 hás para el mediano; 8,75 hás para el mediano grande, y 22,84 hás para el grande.

Tanto a nivel de Estratos como de Predios-Tipo, la super ficie de espinal o de destronque representa un 5,3% de la superficie productiva de los predios medianos; 7,0% de los predios mediano-grandes, y 6,0% de los predios

grandes.

En el Cuadro N° 12 se presenta la información resumida de los costos de destronque por Predios-Tipo y Estratos.

CUADRO N° 12

| Predios | PREDIOS-TIPO Superficie hás | Costo Destronque $ (1) | Ingr. Carbón $ (2) | Costo Real Destronque $ |
|---|---|---|---|---|
| Pequeño | - | - | - | - |
| Mediano | 2,12 | 15.315 | 7.150 | 8.165 |
| Med/Grande | 8,75 | 63.211 | 29.510 | 33.701 |
| Grande | 22,84 | 164.998 | 77.030 | 87.968 |
| Predios | ESTRATOS Superficie hás | Costo Destronque miles $ | Ingr. Carbón miles $ | Costo Real Dest.miles $ |
| Pequeño | - | - | - | - |
| Mediano | 152,8 | 1.103,8 | 515,3 | 588,5 |
| Med/Grande | 131,3 | 948,5 | 442,8 | 505,7 |
| Grande | 296,9 | 2.144,8 | 1.001,3 | 1.143,5 |
| | 581,0 | 4.197,1 | 1.959,4 | 2.237,7 |

(1) Base: $ 7.224,10/há
(2) Base: $ 3.372,60/há

A nivel de Predios-Tipo, el costo de destronque varía entre $ 15.315 para el mediano hasta $ 164.998 para el grande, en tanto que las entradas por concepto de venta de carbón fluctúan entre $ 7.150 para el mediano hasta $ 77.030 para el grande.

El costo real de destronque se obtuvo restando las entradas por venta de carbón del costo de destronque. A nivel de Estratos, el costo real de destronque asciende a un monto global de $ 2.237.700, obtenido del costo de destronque $ 4.197.100 menos las entradas de la venta de carbón $ 1.959.400.

## 5. CAMINOS INTERIORES.

### 5.1. Selección Dimensiones de los Predios-Tipo.

Los estudios realizados a nivel de Predios-Tipo para las prácticas de caminos interiores, cercos, canales interiores, desagües interiores y estructuras, determinaron la necesidad de establecer las dimensiones de diseño que le corresponderían a los distintos Predios-Tipo.

Con este objeto, se revisaron los mosaicos de distribución predial y se calcularon las dimensiones de ancho y largo reales de los distintos predios integrantes de cada Estrato. El muestreo realizado abarcó un 53% del número de predios pequeños; 57% de los medianos y 100% de los mediano-grandes y de los grandes.

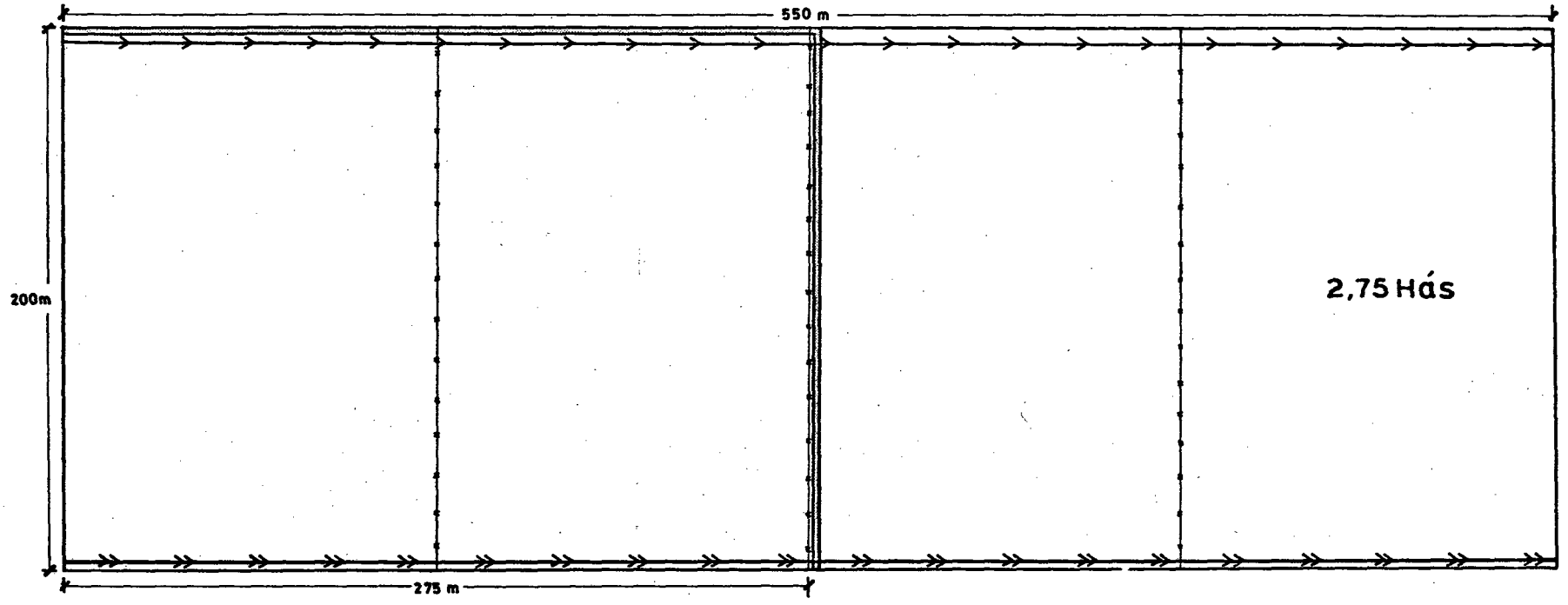
Según los datos obtenidos, la relación real de las dimensiones de ancho y largo de los predios a nivel de estratos fué la siguiente: predios pequeños, 1:2,7; predios medianos, 1:3,5; predios mediano-grandes, 1:2,5; predios grandes, 1:2,0.

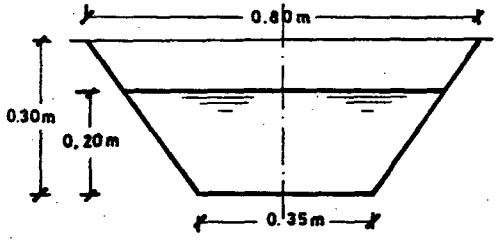
Al aplicar las relaciones calculadas en el muestreo a las superficies de cada Predio-Tipo, se obtuvo las siguientes dimensiones: Predio-Tipo pequeño, 200 m x 550 m; Predio-Tipo mediano, 360 m x 1.250 m; Predio-Tipo mediano grande, 750 m x 1.840 m; Predio-Tipo grande, 1.450 m x 2.895 m.

La obtención de las dimensiones señaladas permitió dibujar las figuras 5.1.a, 5.1.b, 5.1.c y 5.1.d. con el tamaño de cada Predio-Tipo, en cada una de las cuales se diseñó posteriormente el trazado de caminos, cercos, canales y desagües.

# PREDIO-TIPO PEQUEÑO

SUPERFICIE TOTAL : 11 Hás
SUPERFICIE PRODUCTIVA : 10 Hás




| | |
|---|---|
| z | = 0,75 / 1 |
| b | = 0,35 m |
| a | = 0.80m |
| h | = 0,20m |
| h/b | = 0.57 |
| H | = 0,30 m |
| Ωexc. | = 0,173 $m^2$ |
| Q | = 30,5 lts/s |

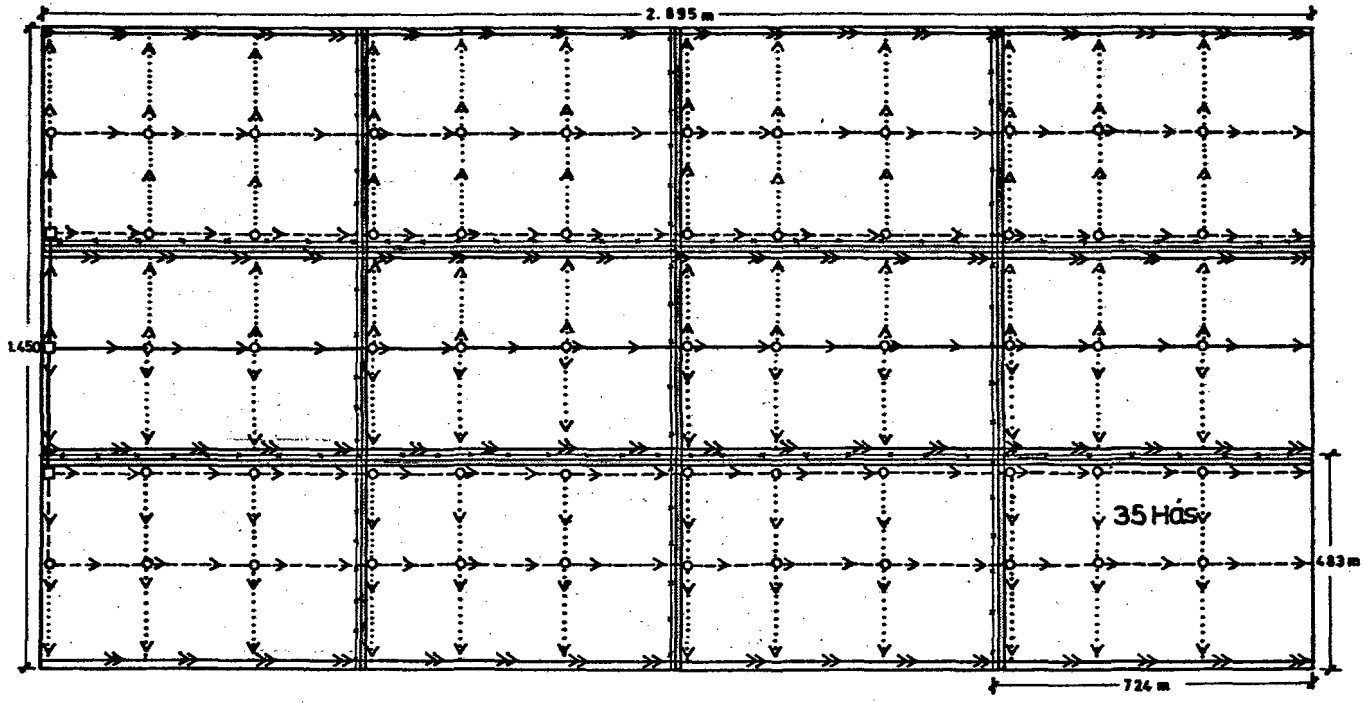
| | | |
|---|---|---|
| | Caminos interiores | 475 m |
| | Cercos | 600 m |
| → | Canales | 550 m |
| ⇉ | Desagües | 550 m |
| | Estructuras | 10 |

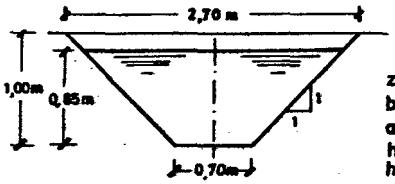


Fig. 5.1.a.

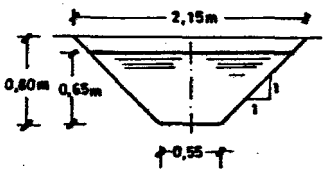
# PREDIO-TIPO GRANDE

SUPERFICIE TOTAL :420 Hás.
SUPERFICIE PRODUCTIVA :382 Hás.




z = 1/1
b = 0,70 m
a = 2,70 m
h = 0,85 m
h/b = 1,21
H = 1,00 m
Ωexc. = 1,70 m²
Q = 941,4 lts/s




z = 1/1
b = 0,55m
a = 2,15 m
h = 0,65m
h/b = 1,18
H = 0,80m
Ωexc. = 1,08 m²
Q = 467,6 lts/s

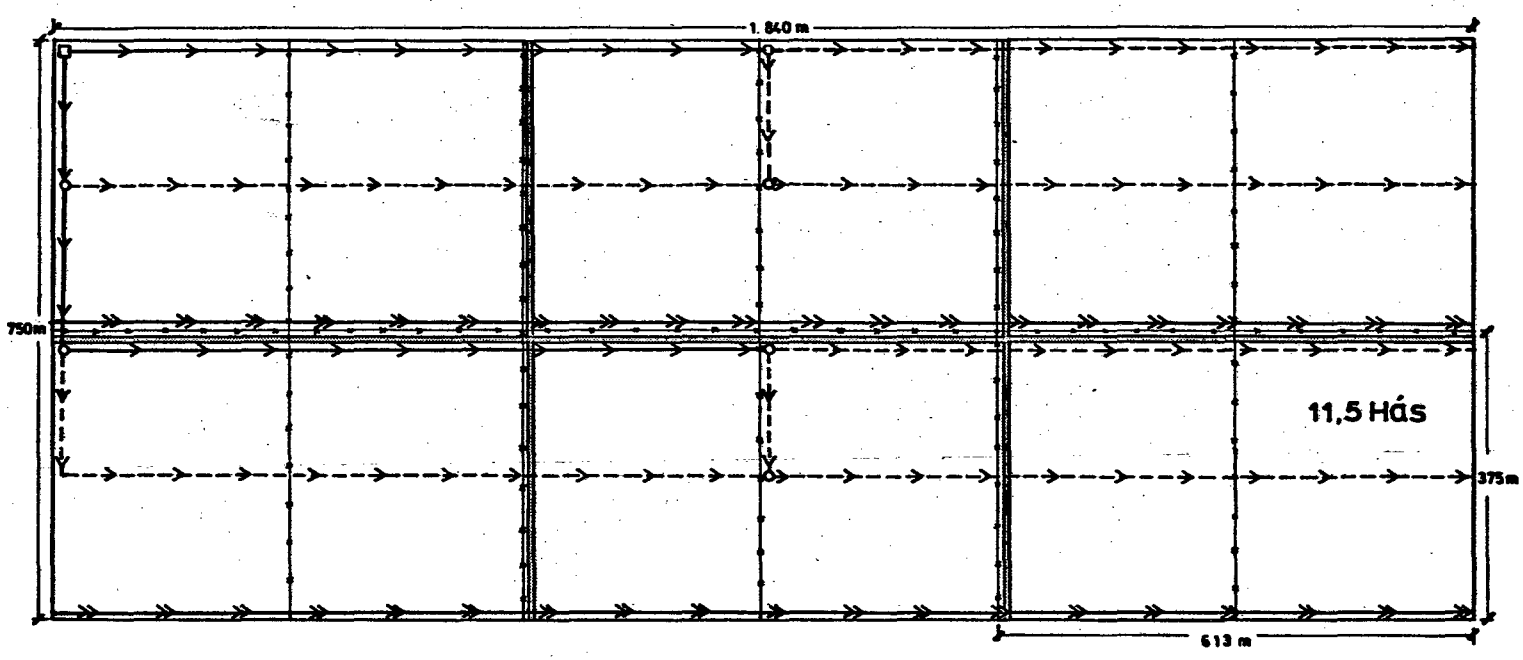
| | | |
|---|---|---|
| | Caminos interiores | 10,140m |
| | Cercos | 10,140 m |
| | Canal principal | 3.380 m |
| | Canales secundarios | 12.065 m |
| | Canales terciarios | 16.325 m |
| | Desagües | 11.580m |
| | Estructuras | 337 |

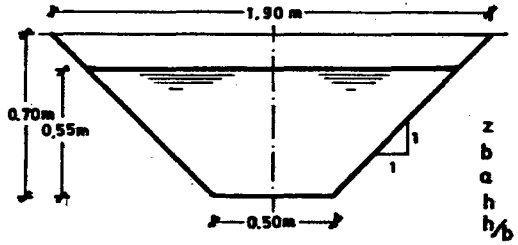


Fig. 5.1.b.

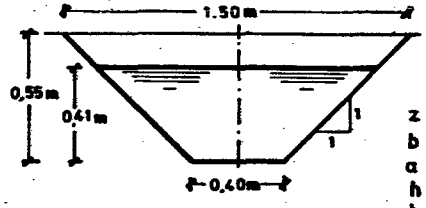
# PREDIO-TIPO MEDIANO GRANDE

SUPERFICIE TOTAL : 138 Hás.
SUPERFICIE PRODUCTIVA : 124 Hás.




z = 1/1
b = 0,50 m
a = 1,90m
h = 0,55 m
h/b = 1.1
H = 0,70 m
Ωexc. = 0.84 m²
Q = 312.4 lts/s



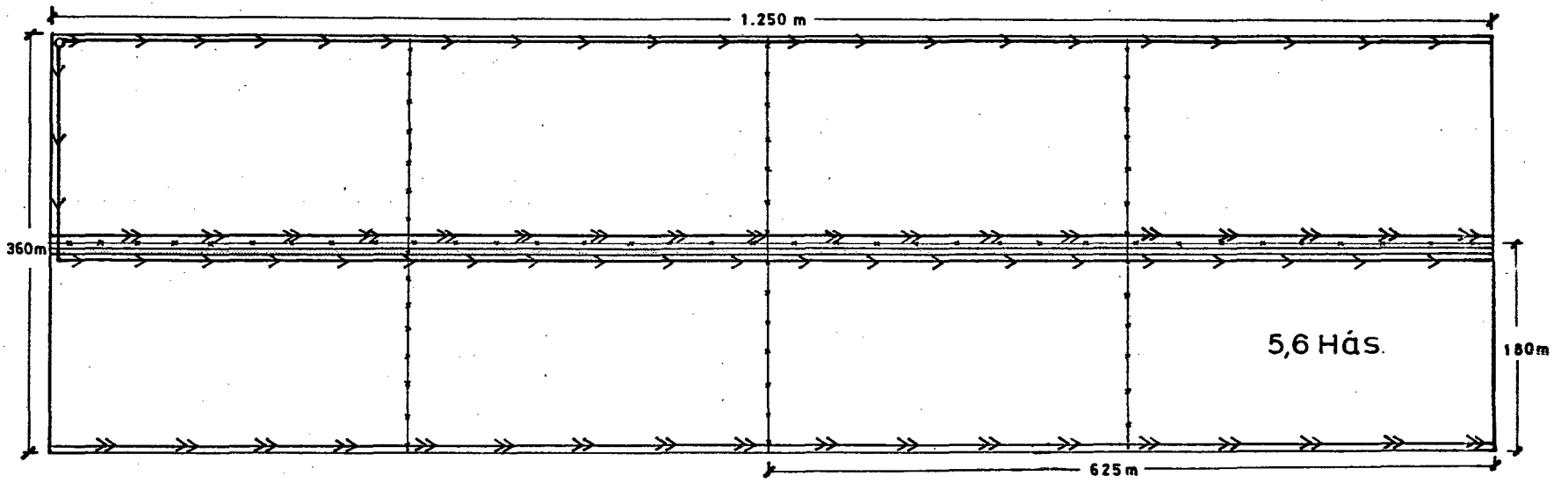

z = 1/1
b = 0,40m
a = 1,50 m
h = 0.41m
h/b = 1,02
H = 0,55m
Ωexc. = 0,523m²
Q = 150,0 lts/s

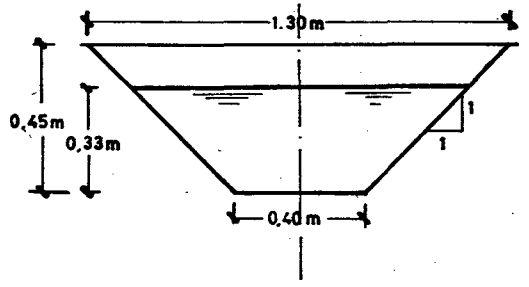
| | | |
|---|---|---|
| | Caminos interiores | 3.340 m |
| | Cercos | 5.590m |
| | Canal principal | 2.215 m |
| | Canales secundarios | 6.085 m |
| | Desagües | 3.680m |
| | Estructuras | 100 |

Fig. 51.c.

# PREDIO - TIPO MEDIANO

SUPERFICIE TOTAL : 45 Hás.
SUPERFICIE PRODUCTIVA : 40 Hás.




z = 1/1
b = 0,40m
a = 1,30m
h = 0,33m
h/b = 0,83
H = 0,45m
Ωexc. = 0,383m²
Q = 96,8 lts/s

| | | |
|---|---|---|
| Caminos interiores | 1.610 | m |
| Cercos | 2.330 | m |
| Canales | 2.680 | m |
| Desagües | 2.500 | m |
| Estructuras | 30 | |

Fig. 5.1.d.

5.2. Características de los Caminos.

Se diseñaron dos tipos de caminos: uno de 4 m de ancho útil para los Predios-Tipo pequeño y mediano, y otro de 5 m de ancho útil para los Predios-Tipo mediano-grande y grande.

En su construcción se consideró la utilización de motoniveladora sin ripiado posterior, por estimar que esta última faena está condicionada principalmente por características variables de suelo y de posición topográfica.

Según los diseños elegidos, la disposición de los caminos interiores fué la siguiente:

a) Predio-Tipo pequeño:
Un camino de 4 m de ancho y 475 m de largo para prestar servicio a dos áreas similares de 5,5 hás cada una.

b) Predio-Tipo mediano:
Un camino longitudinal central y otro transversal central, de 4 m de ancho y 1.610 m de largo total para prestar servicio a cuatro áreas similares de 11,3 hás cada una.

c) Predio-Tipo mediano-grande:
Un camino longitudinal central y dos caminos transversales, de 5 m de ancho y 3.340 m de largo total, para prestar servicio a seis áreas similares de 23,0 hás cada una.

d) Predio-Tipo grande:
Dos caminos longitudinales y tres caminos transversales, de 5 m de ancho y 10.140 m de largo total, para

prestar servicio a doce áreas similares de 35,0 hás cada una.

La elección de los diseños y trazados señalados se basó en tres aspectos principales:

- Delimitación de áreas que permitan un apotreramiento adecuado a las rotaciones culturales;
- Fraccionamiento del predio que favorezca la elección de distancias compatibles con las prácticas de regadío;
- Establecimiento de distancias apropiadas para un apoyo eficiente a la realización de las faenas agrícolas.

5.2.1. Costo de Caminos Interiores por Predios-Tipo.

En el Cuadro N° 13 se presentan los resultados de longitud parcial y total y de costos unitarios y totales de caminos interiores por Predios-Tipo.

CUADRO N° 13

| Predios-Tipo | Superficie | Longitud | | Costo | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | hás | Total m.l. | m.l./há | $/m.l. | $/ha | Total $ |
| Pequeño | 11,0 | 475 | 43,18 | 1,15 | 49,66 | 546 |
| Mediano | 45,0 | 1.610 | 35,78 | 1,15 | 41,15 | 1.852 |
| Med/Grande | 138,0 | 3.340 | 24,20 | 1,38 | 33,40 | 4.609 |
| Grande | 420,0 | 10.140 | 24,14 | 1,38 | 33,31 | 13.993 |

La longitud de caminos interiores varió entre 475 m.l. para el Predio-Tipo pequeño hasta 10.140 m.l. para el Predio-Tipo grande en tanto que la longitud por unidad de superficie alcanzó un máximo de 43,18 m.l./há en el Predio-Tipo pequeño, y un mínimo de 24,14 m.l./há en el Predio-Tipo grande.

En relación a los costos de construcción de caminos inte

riores, el costo unitario por unidad de longitud fué calculado en $ 1,15/m.l. para los Predios-Tipo pequeño y mediano, y en 1,38/m.l. para los Predios-Tipo mediano-grandes y grande (Ver Apéndice N° 5).

El costo unitario por unidad de superficie varió entre $ 49,66 há para el Predio-Tipo pequeño y $ 33,31/há para el Predio-Tipo grande.

5.2.2. Costo de Caminos Interiores por Estratos.

A continuación se presenta el Cuadro N° 14 con los resultados de la longitud de caminos y su costo por Estratos.

CUADRO N° 14

| Estratos | Superficie Total hás | Longitud m.l. | Costo $/há | Costo Miles $ |
|---|---|---|---|---|
| Pequeño | 1.255,1 | 54.200 | 49,66 | 62,3 |
| Mediano | 3.226,0 | 115.430 | 41,15 | 132,8 |
| Med/Grande | 2.069,1 | 50.070 | 33,40 | 69,1 |
| Grande | 5.459,7 | 131.800 | 33,31 | 181,8 |
| | 12.009,9 | 351.500 | 37,14 | 446,0 |

La construcción de caminos interiores representa una inversión global de $ 446.100 y una longitud de 351.500 m.l. (351,5 km) en una superficie de 12.009,9 hás, con una longitud promedio por unidad de superficie que alcanza aproximadamente a 29,27 m.l./há.

Los costos unitarios por unidad de longitud y unidad de superficie ascienden aproximadamente a $ 1,27/m.l. y $ 37,14/há respectivamente.

## 6. CERCOS.

### 6.1. Características de los Cercos y Apotreramiento.

La observación de terreno de los cercos con que cuentan actualmente los predios del área del Proyecto, permite indicar que ellos disponen de cercos divisorios entre propiedades contiguas y de algunos cercos interiores de separación de potreros, y en general se encuentran en un estado de conservación más que regular. El tipo de cerco predominante es el de malla de alambre liso, con una hebra de alambre de púa en el extremo superior del cerco, en atención a que la masa ganadera predominante es ovina.

Considerando estos antecedentes, en el diseño de cercos se eliminaron los divisorios entre predios, restringiéndolos a cercos interiores de apotreramiento de tipo INDUCLIP, consistentes en 4 hebras de alambre liso con postes colocados cada 16 metros, y piquetes tensores de alambre tipo INDUCLIP colocados verticalmente entre las hebras de alambre liso (Ver Apéndice N° 7).

Se ha considerado que al construir estos cercos deberá eliminarse parte de los cercos interiores actuales, de modo que existe la posibilidad de reforzar los cercos INDUCLIP con una o más hebras de alambre de púa en su parte superior, si ello fuese necesario.

El diseño y trazado de cercos por Predio-Tipo es el siguiente (Ver Apéndice N° 12).

a) Predio-Tipo pequeño:

600 m de longitud, formando cuatro potreros de 2,75 hás brutas.

b) Predio-Tipo mediano:

2.330 m de longitud, formando ocho potreros de 5,6 hás brutas.

c) Predio-Tipo mediano grande:

5.590 m de longitud, formando doce potreros de 11,5 hás brutas.

d) Predio-Tipo grande:

10.140 m de longitud, formando doce potreros de 35,0 hás brutas.

El diseño del apotreramiento se basó en la superficie de praderas consultada por el Proyecto de Desarrollo Agropecuario (Anexo N° 9), según el cual el Predio-Tipo pequeño ocupará anualmente 30% de su superficie productiva con pastos o 3,0 hás; el Predio-Tipo mediano ocupará 38,5% o 12,0 hás de praderas, que en una rotación de 3 años de pastos involucra un incremento anual de 4,0 hás de praderas; el Predio-Tipo mediano grande ocupará 43% o 42,0 hás de praderas, que en una rotación de 4 años de pastos implica un incremento anual de 10,5 hás de praderas; el Predio-Tipo grande ocupará 47% o 145,0 hás de praderas, que en una rotación de 4 y 5 años de pastos representa un incremento anual promedio de 32,5 hás de praderas.

De acuerdo a estas cifras, el incremento anual de praderas para los distintos Predios-Tipo coincide en forma aproximada con el apotreramiento diseñado para los Predios-Tipo mediano grande y grande, en tanto que en los Predios-Tipo pequeño y mediano existe una diferencia aproximada de 1,0 hás entre el incremento anual de prade

ras y la superficie de cada potrero, lo cual puede subsanarse usando cerco eléctrico.

6.1.1. Costo de Cercos por Predios-Tipo.

El Cuadro N° 15 que se inserta a continuación presenta los resultados obtenidos sobre la longitud y costo de construcción de cercos por Predios-Tipo.

CUADRO N° 15

| Predios-Tipo | Superficie | Longitud | | Costo | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | hás | m.l. | m.l./há | $/m.l. | $/há | Total $ |
| Pequeño | 11,0 | 600 | 54,55 | 9,25 | 504,55 | 5.550 |
| Mediano | 45,0 | 2.330 | 51,78 | 9,25 | 478,94 | 21.553 |
| Med/Grande | 138,0 | 5.590 | 40,51 | 9,25 | 374,69 | 51.708 |
| Grande | 420,0 | 10.140 | 24,14 | 9,25 | 223,32 | 93.795 |

La longitud de cercos varió entre 600 m.l. para el Predio-Tipo pequeño y 10.140 m.l. para el Predio-Tipo grande, mientras que la longitud por unidad de superficie fluctuó entre 54,55 m.l./há para el Predio-Tipo pequeño y 24,14 m.l./há para el Predio-Tipo grande.

Respecto a los costos de construcción de cercos, el valor por unidad de longitud fué calculado en $ 9,25/m.l. para los diferentes Predios-Tipo (Ver Apéndice N° 6).

El costo unitario por unidad de superficie varió entre $ 504,55/há para el Predio-Tipo pequeño y $ 223,32/há para el Predio-Tipo grande.

6.1.2. Costo de Cercos por Estratos.

En el Cuadro N° 16 se presentan los cálculos de longitud y costo de construcción de cercos por Estratos.

CAUDRO N° 16

| Estratos | Superficie Total hás | Longitud m.l. | Costo $/há | Costo Total miles $ |
|---|---|---|---|---|
| Pequeño | 1.255,1 | 68,470 | 504,55 | 633,3 |
| Mediano | 3.226,0 | 167.040 | 478,94 | 1.545,1 |
| Med/Grande | 2.069,1 | 83.820 | 374,62 | 775,3 |
| Grande | 5.459,7 | 131.800 | 223,32 | 1.219,3 |
| | 12.009,9 | 451.130 | 347,46 | 4.173,0 |

A nivel de Estratos, la construcción de cercos destinados al apotreramiento representa una inversión global de $ 4.173.000 y una longitud de 451.130 m.l. (451,1 km) en una superficie de 12.009,9 hás, con una longitud promedio por unidad de superficie de aproximadamente 37,56 m.l./há.

Los costos unitarios por unidad de longitud y unidad de superficie, ascienden a $ 9,25/m.l. y $ 347,46/há respectivamente.

## 7. CANALES INTERIORES.

### 7.1. Características de los Canales Interiores.

Según la información proporcionada en el estudio de demanda de agua de los cultivos del Proyecto de Desarrollo Agropecuario (Anexo N° 9), la tasa de riego en mes de demanda máxima es igual a 1.23 l/s/há en el potrero. A dicho valor se llega a partir del uso consumo de los cultivos y de una eficiencia de riego del 50%.

Este caudal continuo calculado implica un regadío de 24 horas al día, sistema que no se aviene a la concepción del regadío tecnificado por los serios inconvenientes que presenta la regulación del riego nocturno al aplicar métodos superficiales de regadío, tales como: baja efi -

ciencia de aplicación, con grandes pérdidas de agua por derrame superficial y percolación profunda; anegamiento de partes bajas del terreno, incluyendo caminos; aumento de los riesgos de erosión; disminución de la fertilidad del suelo, etc.

En consideración a los aspectos mencionados, se consideró necesario adoptar un sistema de riego de sólo 12 horas diarias, con lo cual la dotación de riego requerida aumenta de 1,23 l/s a 2,46 l/s. Este mayor caudal será proporcionado por tranques de acumulación nocturna, los cuales almacenarán el agua durante las 12 horas en que no se riega y la entregarán al día siguiente complementando el caudal continuo aportado por la red hidráulica extrapredial.

De acuerdo a estos antecedentes, la capacidad de los canales interiores o intraprediales se calculó para un gasto o caudal de 2,46 l/s.

El diseño y trazado de los canales interiores por Predio Tipo, cuyas características hidráulicas se presentan en el Apéndice N° 11, es el siguiente:

a) Predio-Tipo pequeño:
   Un canal principal de 550 m de longitud, con capacidad para 30 l/s. Demanda teórica requerida para regadío de 12 horas/día: 24 l/s.

b) Predio-Tipo mediano:
   Dos canales principales de 2.680 m de longitud, con capacidad para 100 l/s. Demanda teórica requerida para regadío de 12 horas/día: 96,8 l/s.

c) Predio-Tipo mediano grande:

-Dos canales principales de 2.215 m de longitud, con capacidad para 320 l/s. Demanda teórica requerida para regadío de 12 horas/día: 300,1 l/s.

-Cuatro canales secundarios de 6.085 m de longitud, con capacidad para 150 l/s. Demanda teórica requerida para regadío de 12 horas/día: 150 l/s.

d) Predio-Tipo grande:

-Un canal principal de 3.380 m de longitud, con capacidad para 950 l/s. Demanda teórica requerida para regadío de 12 horas/día: 924,4 l/s.

-Cuatro canales secundarios de 12.065 m de longitud, con capacidad para 470 l/s. Demanda teórica requerida para regadío de 12 horas/día: 462,2 l/s.

-Treinta y cinco canales terciarios de 16.325 m de longitud, con capacidad para 150 l/s. Demanda teórica requerida para regadío de 12 horas/día: 150 l/s.

En el trazado de canales, el criterio adoptado en la selección de la distancia de separación entre canales estuvo basado en la longitud máxima que debe recorrer la lámina de agua de riego desde su punto inicial de mojamiento del suelo hasta su punto de término o desagüe, ya sea que se usen métodos de riego de inundación o de surcos. Así, en el Predio-Tipo pequeño la longitud máxima de recorrido de la lámina de agua varía entre 200 m y 270 m según sea la orientación del riego; en el Predio-Tipo mediano, la longitud máxima varía entre 180 m y 310 m; en el Predio-Tipo mediano grande, la longitud máxima varía entre 180 m y 300 m; en el Predio-Tipo grande, la longitud máxima es de 240 m.

Estas distancias máximas concuerdan con las normas técni

cas recomendadas para suelos de textura fina o pesada. Los canales serán construídos de tierra con pendiente 0,001 y coeficiente n 0,025, utilizando al efecto mano de obra para los canales pequeños y afinamiento de taludes en los mayores, y retroexcavadora para los canales medianos y grandes.

### 7.1.1. Cubicación y costo de Canales Interiores por Predios-Tipo.

En el Cuadro N° 17 que se presenta a continuación, se incluyen los cálculos de longitud, cubicación y costo de canales por Predios-Tipo.

CUADRO N° 17

| Predios Tipo | Superficie | Longitud | | Vol. Excavac. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | hás | m.l. | m.l./há | m2 (1) | m3/há |
| Pequeño | 11,0 | 550 | 50,00 | 0,173 | 8,65 |
| Mediano | 45,0 | 2.680 | 59,56 | 0,383 | 22,81 |
| Med/Grande | 138,0 | 8.300 | 60,14 | 0,608 | 36,57 |
| Grande | 420,0 | 31.770 | 75,64 | 0,860 | 65,05 |

| | Costo | | |
|---|---|---|---|
| | $/m3 (2) | $/há | Total $ |
| Pequeño | 24,24 | 209,68 | 2.306 |
| Mediano | 23,25 | 530,33 | 23.865 |
| Med/Grande | 23,25 | 850,25 | 117.335 |
| Grande | 23,22 | 1.510,46 | 634.393 |

(1) Sección P.T. mediano grande: promedio ponderado canales de 0,840 m2 y 0,523 m2.
Sección P.T. Grande: promedio ponderado canales de 1.700 m2, 1.080 m2 y 0,523 m2.

(2) Base: 100% mano de obra para Predio-Tipo pequeño;
80% retroexcavadora y 20% mano de obra para Predios-Tipo mediano y mediano grande;
90% y 80% retroexcavadora y 20% y 10% mano de obra para Predio-Tipo grande.

La longitud de canales interiores varía entre 550 m.l.

para el Predio-Tipo pequeño y 31.770 m.l. para el Predio Tipo grande, en tanto que la longitud por unidad de superficie varía entre 50,00 m.l./há para el Predio-Tipo pequeño hasta 75,60 m.l./há para el Predio-Tipo grande.

En el cálculo de la sección transversal de excavación de canales, las secciones señaladas para los Predios-Tipo pequeño y mediano corresponden a las del canal principal de cada uno de ellos; en el Predio-Tipo mediano grande, corresponde al promedio ponderado de las secciones de lo los canales principales y secundarios; en el Predio-Tipo grande, corresponde al promedio ponderado de las secciones del canal principal, canales secundarios y canales terciarios (Ver apéndice N° 11). Igual criterio se siguió para calcular los volúmenes de excavación de los canales.

Respecto al costo unitario por unidad de volumen, en el Predio-Tipo pequeño corresponde al costo de construcción del canal principal con mano de obra; en los Predios-Tipo mediano y mediano grande, corresponde al promedio ponderado del costo de excavación con retroexcavadora (80%) y del costo de afinamiento de taludes con mano de obra (20%), tanto para los canales principales como para los secundarios; en el Predio-Tipo grande, corresponde al promedio ponderado del costo de excavación con retroexcavadora del canal principal (90%) y de los canales secundarios y terciarios (80%) y del costo de afinamiento de taludes con mano de obra en el canal principal (10%) y en los canales secundarios y terciarios (20%) (Ver Apéndice N° 7 ).

El costo unitario por unidad de superficie varía desde un mínimo de $ 209,68/há para el Predio-Tipo pequeño, hasta un máximo de $ 1.510,46/há para el Predio-Tipo grande.

7.1.2. Cubicación y costo de Canales Interiores por Estratos.

El Cuadro N° 18 incluye los cálculos de longitud y volumen de excavación totales, así como los costos unitarios y total de construcción de canales interiores por Estratos.

CUADRO N° 18

| Estratos | Sup.Total hás | Longitud m.l. | Vol.Excavac m3 | Costo $/há | Costo Total miles $ |
|---|---|---|---|---|---|
| Pequeño | 1.255,1 | 62.750 | 10.860 | 209,68 | 263,2 |
| Mediano | 3.226,0 | 192.140 | 73.590 | 530,33 | 1.710,8 |
| Med/grande | 2.069,1 | 124.440 | 75.670 | 850,25 | 1.759,2 |
| Grande | 5.459,7 | 412.970 | 355.150 | 1.510,46 | 8.246,7 |
| | 12.009,9 | 792.300 | 515.270 | 997,50 | 11.979,9 |

A nivel de Estratos, la construcción de canales interiores de tierra representa una inversión global de $ 11.979.900 en una superficie de 12.009,9 hás.

La longitud de canales alcanza un total de 792.300 m.l. (792,3 km), con una longitud promedio por unidad de superficie de aproximadamente 66 m.l./há.

El volúmen de excavación representa un movimiento de tierra de 515.270 m3, con un promedio por unidad de superficie de aproximadamente 43 m3/há.

Los costos unitarios promedio por unidad de volumen y unidad de superficie ascienden aproximadamente a

$ 23,25/m3 y $ 997,50/há respectivamente.

## 8. DESAGUES INTERIORES.

### 8.1. Características de los Desagües Interiores.

El diseño de los desagües interiores para los distintos Predios-Tipo del Proyecto, se basó en el criterio general que ellos cumplen el objetivo principal de captar y evacuar los derrames o escorrentía generados por el regadío, y secundariamente son utilizados en la evacuación de las aguas lluvias en atención a que esta última es captada y evacuada a través de las vías naturales de drenaje o desagüe.

No obstante esta aclaración y con el fin de complementar los antecedentes referentes al diseño de desagües, se presentan a continuación algunos datos generales sobre escorrentía proveniente de las aguas lluvias.

Según antecedentes presentados en el Anexo N° 1 del Proyecto, se ha calculado, sobre la base de la Estación Meteorológica de Talca que la intensidad máxima de precipitación en 24 horas para períodos de retorno de 10 años alcanza a 88,8 mm o 3,7 mm/hora. La precipitación efectiva, expresada en gasto o caudal, se calcula mediante la fórmula: $Q = 0,278 \; c \times A \times I$ (m3/s),

donde
- c = coeficiente de escorrentía (0,40)
- A = área de la cuenca en km2
- I = intensidad precipitación en mm/hora.

Al aplicar esta fórmula a las areas o superficies totales de cada Predio-Tipo, y considerando una precipitación de intensidad máxima de 100 mm/24 horas o 4,2 mm/hora

la escorrentía calculada representa un caudal de 51,4 l/s para el pequeño; 210 l/s para el mediano; 645 l/s para el mediano grande y 1.962 l/s para el grande.

Las características del diseño y trazado de desagües interiores para los diferentes Predios-Tipo, es el siguiente (Ver Apéndice 11):

a) Predio-Tipo pequeño:
   Un desagüe de 550 m de largo, con capacidad para 60 l/s que permite evacuar derrames equivalentes al 100% del caudal máximo de riego y al 100% del caudal de escorrentía invernal.

b) Predio-Tipo mediano:
   Dos desagües de 2.500 m de largo, con capacidad para 60 l/s que permiten evacuar derrames equivalentes al 57% del caudal máximo de riego y al 52% del caudal de esocrrentía invernal.

c) Predio-Tipo mediano grande:
   Dos desagües de 3.680 m de largo, con capacidad para 100 l/s cada uno que permiten evacuar derrames equivalentes al 35% del caudal máximo de riego y al 32% del caudal de escorrentía invernal.

d) Predio-Tipo grande:
   Cuatro desagües de 11.580 m de largo, con capacidad para 150,0 l/s cada uno que permiten evacuar derrames equivalentes al 32% del caudal máximo de riego y al 31% del caudal de escorrentía invernal.

Las características hidráulicas de los desagües interiores se presentan en el Apéndice N° 11.

8.1.1. Cubicación y Costo de Desagües Interiores por Predios-Tipo.

En el Cuadro N° 19 se presentan los cálculos de longitud, sección transversal, volumen de excavación y costos unitarios y totales de desagües interiores por Predios-Tipo.

CUADRO N° 19

| Predios-Tipo | Superf. | Longitud | | Volumen Excav. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | hás | m.l. | m.l./há | m3/m.l. | m3/há |
| Pequeño | 11,0 | 550 | 50,00 | 0,300 | 15,00 |
| Mediano | 45,0 | 2.500 | 55,56 | 0,300 | 16,67 |
| Med/Grande | 138,0 | 3.680 | 26,67 | 0,450 | 12,00 |
| Grande | 420,0 | 11.580 | 27,57 | 0,523 | 14,42 |

| | Costo | | |
|---|---|---|---|
| | $/m3 (1) | $/há | Total $ |
| Pequeño | 24,24 | 363,60 | 4.000 |
| Mediano | 24,24 | 404,08 | 18.184 |
| Med/Grande | 23,25 | 279,00 | 38.502 |
| Grande | 23,25 | 335,26 | 140.809 |

(1) Base: 100% mano de obra para Predios-Tipo pequeño y mediano;
80% retroexcavadora y 20% mano de obra para Predios-Tipo mediano grande y grande.

La longitud de desagües interiores varía entre 550 m.l. para el Predio-Tipo pequeño y 11.580 m.l. para el Predio Tipo grande, en tanto que la longitud por unidad de superficie varía desde 26,67 m.l./há para el Predio-Tipo mediano grande y 55,56 m.l./há para el Predio-Tipo mediano.

En el cálculo de costo por unidad de volumen se utilizó el mismo costo de $ 24,24/m3 para los Predios-Tipo pequeño y mediano, en atención a que la construcción de desagües en ambos Predios-Tipo se utilizará excavación, en

tanto que para los Predios-Tipo mediano grande y grande se utilizó el costo de $ 23,25/m3, calculado para las excavaciones efectuadas con retroexcavadora (80%) y con mano de obra en el afinamiento de taludes (20%) (Ver Apéndice N° 7).

El costo unitario por unidad de superficie varía entre $ 279,00/há para el Predio-Tipo mediano-grande y $ 404,08/há para el Predio-Tipo mediano.

8.1.2. Cubicación y costo de Desagües Interiores por Estratos.

El Cuadro N° 20 incluye los cálculos de longitud y volumen de excavación totales, y los costos unitarios y totales de construcción de desagües interiores por Estratos.

CUADRO N° 20

| Estratos | Sup.Total hás | Longitud m.l. | Vol.Excav. m3 | Costo $/há | Costo Total miles $ |
|---|---|---|---|---|---|
| Pequeño | 1.255,1 | 62.750 | 18.830 | 363,60 | 456,4 |
| Mediano | 3.226,0 | 179.240 | 53.780 | 404,08 | 1.303,6 |
| Med/Grande | 2.069,1 | 55.180 | 24.830 | 279,00 | 577,3 |
| Grande | 5.459,7 | 150.520 | 78.730 | 335,26 | 1.830,4 |
| | 12.009,9 | 447.690 | 176.170 | 347,02 | 4.167,7 |

A nivel de Estratos, la construcción de desagües interiores representa una inversión global de $ 4.167.700 en una superficie de 12.009,9 hás.

La longitud de desagües es de 447.690 m.l. (447,7 km), con una longitud promedio por unidad de superficie de aproximadamente 37,28 m.l./há.

El volumen de excavación representa un movimiento de tierra de 176.170 m3, con un promedio por unidad de superfi

cie de aproximadamente 14,67 m3/há.

Los costos unitarios promedio por unidad de volumen y unidad de superficie, ascienden aproximadamente a $ 23,66/m3 y $ 347,02/há respectivamente.

## 9. ESTRUCTURAS.

### 9.1. Selección y Características Estructuras.

La selección de las estructuras relacionadas directamente con las prácticas de habilitación de terrenos para Puesta en Riego, comprendió dos aspectos básicos:

- Selección del tipo y número de estructuras según el diseño de caminos, canales y desagües interiores adoptado para los distintos Predios-Tipo; y
- Dimensionamiento de las estructuras seleccionadas según el tamaño de los caminos y las características hidráulicas de los canales y desagües.

Así, en relación con el trazado de caminos se seleccionaron alcantarillas y/o puentes en todos aquellos sitios en los cuales había cruces de canales y desagües.

Respecto al trazado de canales y desagües, se seleccionaron compuertas, cajas distribuidoras, sifones y salti - llos de acuerdo al tamaño de las superficies de riego y drenaje superficial servidas por cada canal o desagüe, y al caudal utilizado.

Las características generales de las estructuras selec - cionadas fueron las siguientes:

a) Compuertas de madera para derivar caudales variables entre 25 y 35 l/s;

b) Compuertas de madera con pilares y umbral de hormigón para derivar 150 l/s;

c) Compuertas de hormigón con dos entregas para derivar 320 l/s;

d) Compuertas de hormigón con dos entregas para derivar 470 l/s;

e) Compuertas de hormigón con tres entregas para derivar 950 l/s;

f) Cajas distribuidoras de madera con dos entregas para derivar 100 l/s;

g) Cajas distribuidoras de madera con dos entregas para derivar 150 l/s;

h) Alcantarillas con tubos de cemento para caudales de 35 l/s;

i) Alcantarillas con tubos de cemento para caudales de 60 l/s;

j) Alcantarillas con tubos de cemento para caudales de 100 l/s;

k) Alcantarillas con tubos de cemento para caudales de 150 l/s;

l) Alcantarillas con tubos de cemento para caudales de 500 l/s;

m) Sifones de hormigón para caudales de 150 l/s y 500 l/s;

n) Saltillos de hormigón de 1,00 m de desnivel para 150 l/s.

La construcción de sifones se restringió a los Predios-Tipo mediano grande y grande, los cuales, por ocupar superficies relativamente grandes, están más expuestos a quiebres bruscos de pendiente que hacen necesario la construcción de sifones para la conducción de agua de riego.

En los dos Predios-Tipo señalados se eligieron tamaños

de sifones adecuados a la capacidad de los canales secundarios: 150 l/s para el Predio-Tipo mediano grande y 500 l/s para el Predio-Tipo grande.

Por consideraciones de carácter topográfico similares, la elección de saltillos se limitó a los Predios-Tipo mediano grande y grande y sólo para los canales secunda - rios o terciarios con capacidad para 150 l/s, desde los cuales pueden derivarse directamente caudales destinados a abastecer acequias regadoras con capacidad para 25 a 35 l/s.

La determinación del número de saltillos por Predio-Tipo se basó en el supuesto que el 5% de su superficie de riego tenga una pendiente promedio de 3%.

La información detallada sobre el número, tipo y costo de estructuras por Predios-Tipo se presenta en los Apéndices N° 8 y N° 9.

9.1.1. Costo de Estructuras por Predio-Tipo.

En el Cuadro N° 21 se presenta el resumen del número de estructuras y su costo por Predio-Tipo.

CUADRO N° 21

| Predios-Tipo | Superficie hás | Estructuras N° | Costo $/Estruct.(1) | Costo Total $ |
|---|---|---|---|---|
| Pequeño | 11,0 | 10 | 876,80 | 8.768 |
| Mediano | 45,0 | 30 | 914,67 | 27.440 |
| Med/Grande | 138,0 | 100 | 1.909,97 | 190.997 |
| Grande | 420,0 | 337 | 2.012,61 | 678.249 |

(1) Costo promedio según detalle del Apéndice N° 9.

El costo unitario por estructura en cada Predio-Tipo, se obtuvo multiplicando el número de estructuras de cada tipo por su costo unitario y la sumatoria de estos productos se dividió por el número total de estructuras. Su costo varía entre $ 876,80 por estructura para el Predio Tipo pequeño y $ 2.012,61 por estructura para el Predio-Tipo grande.

Su costo unitario, en orden decreciente es el siguiente: compuerta de hormigón para 950 l/s, $ 55.067; puente de madera, $ 30.340; compuerta de hormigón para 470 l/s, $ 25.998; compuerta de hormigón para 320 l/s, $ 20.492; sifón de hormigón para 470 l/s, $ 18.835; sifón de hormigón para 150 l/s, $ 13.214; alcantarilla de cemento comprimido de 0,80 m x 6 m, $ 8.877; saltillo de hormigón, $ 4.954; alcantarilla de 0,60 m x 6 m, $ 4.784; alcantarilla de 0,50 m x 5 m, $ 3.517; alcantarilla de 0,40 m x 5 m, $ 3.181; alcantarilla de 0,30 m x 5 m, $ 2.843; caja distribuidora de madera para 150 l/s, $ 2.531; caja distribuidora de madera para 100 l/s, $ 2.295; compuerta de madera para 150 l/s, $ 958; compuerta de madera para 35 l/s, $ 343.

9.1.2. Costo de Estructuras por Estratos.

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro N° 22, correlacionando el número de estructuras con su costo unitario por unidad y por superficie para los distintos Estratos.

A nivel de Estratos, la construcción de estructuras de Puesta en Riego representa una inversión global de $ 14.639.900 en una superficie de 12.009,9 hás.

CUADRO N° 22

| Estratos | Superficie Total hás | Predios N° | Estructuras N° |
|---|---|---|---|
| Pequeño | 1.255,1 | 112 | 1.120 |
| Mediano | 3.226,0 | 72 | 2.160 |
| Med/grande | 2.069,1 | 15 | 1.500 |
| Grande | 5.459,7 | 13 | 4.381 |
| | 12.009,9 | 212 | 9.161 |

| | Costo | | |
|---|---|---|---|
| | $/Estruct. | $/há | Total miles $ |
| Pequeño | 876,80 | 782,41 | 982,0 |
| Mediano | 914,67 | 612,43 | 1.975,7 |
| Med/Grande | 1.909,97 | 1.384,66 | 2.865,0 |
| Grande | 2.012,61 | 1.614,96 | 8.817,2 |
| | 1.598,07 | 1.218,99 | 14.639,9 |

El número de estructuras se calculó multiplicando las correspondientes a cada Predio-Tipo por el número de predios que compone cada Estrato, con un total de 9.161 estructuras.

Respecto a los costos unitarios promedio, estos ascienden aproximadamente a $ 1.598 por estructura y $ 1.219 por há.

## 10. TRANQUES DE ACUMULACION NOCTURNA.

### 10.1 Características de la Regulación de Riego con Tranques Prediales.

De acuerdo a los antecedentes generales expuestos en el capítulo referente a la construcción de canales, las prácticas de regadío del area del Proyecto se basarán en la utilización directa de las aguas en un período de 12 horas por día, lo cual representa la utilización de un caudal continuo en dicho período de 2,46 1/s/há.

Considerando que el escurrimiento continuo calculado para los canales extraprediales es de 1,23 l/s/há a nivel de entrega predial (Ver Anexo N° 9), es necesario complementar la dotación de riego requerida en el período de 12 horas diurnas por día, mediante el aporte adicional de 1,23 l/s.

Esta regulación del regadío se obtendrá mediante la construcción de tranques de acumulación nocturna en el período ocioso de 12 horas nocturnas por día.

Según los estudios realizados y presentados en el Anexo N° 8, en la superficie productiva total del Proyecto, que alcanza a 11.159 hás las características topográficas de estos terrenos permiten la regulación del riego mediante la construcción de tranques nocturnos en un 87,4% de la superficie productiva o un total de 9.759 hás, incluyendo el minifundio.

Como para los efectos de presentación de resultados está excluído el minifundio, la superficie productiva considerada es de 10.809 hás y el 87,4% regulable con tranques alcanza a 9.447 hás.

Respecto al 12,6% de la superficie productiva en la cual no es viable la regulación del riego con tranques nocturnos, que representa 1.400 hás de superficie productiva incluyendo minifundio, y 1.362 hás de superficie productiva excluyendo el minifundio, se ha considerado su riego aprovechando los derrames que se encuentran ubicados en áreas de posición topográfica baja correspondientes a terrazas aluviales. Su período de riego no regulado se ha calculado en 15 horas por día.

En el Cuadro N° 23 se presenta la distribución de la superficie regulada en los Estratos y Predios-Tipo, mediante el uso de tranques nocturnos.

CUADRO N° 23

| Predios | Estratos | | | Predios-Tipo | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sup.Prod. hás | Sup.Regulada hás | % | Sup.Prod. hás | Sup.Regul. hás (1) |
| Pequeño | 1.105 | 986 | 89,2 | 10,0 | 9,0 |
| Mediano | 2.871 | 2.537 | 88,4 | 40,0 | 35,0 |
| Med/Grande | 1.863 | 1.630 | 87,5 | 124,0 | 109,0 |
| Grande | 4.970 | 4.294 | 86,4 | 382,0 | 330,0 |
| | 10.809 | 9.447 | 87,4 | | |

(1) Para fines de presentación, la superficie regulada se distribuyó dentro de la superficie de cada Predio Tipo, en vez de distribuirse entre el número de predios.

A nivel de Estratos, la relación entre la superficie regulada y la superficie productiva varía entre 89,2% para el Estrato de predio pequeño y 86,4% para el Estrato de predios grandes, con un promedio ponderado de 87,4% para el total de Estratos.

A nivel de Predios-Tipo, sus superficies de regulación se calcularon aplicando los porcentajes indicados para los Estratos, a la superficie productiva correspondiente de los Predios-Tipo.

10.2 Cálculo de la Capacidad de los Tranques Nocturnos.

En la selección de la capacidad de almacenamiento de agua de los tranques nocturnos, se adoptó el criterio de contemplar la construcción de tranques prediales individuales sólo para los Predios-Tipo mediano, mediano grande y grande, en tanto que la regulación de riego para el

Predio-Tipo pequeño se efectuará mediante la construcción de tranques interprediales o comuneros, en atención a su pequeña extensión superficial.

En el Predio-Tipo mediano, con una superficie productiva de 40,0 hás, la regulación de riego en un período de 12 horas diarias representa un volumen de 2.125 m3 (1,23 l/s x 40 hás x 43.200 s). Se calculó un tranque de acumulación nocturna de 2.100 m3 de capacidad.

Para el Predio-Tipo mediano grande, con una superficie productiva de 124,0 hás, se calculó el volumen de regulación diaria en 6.588 m3 (1.23 l/s x 124 hás x 43.200 s) y se eligió un tranque con capacidad para 6.600 m3.

En el Predio-Tipo grande, con una superficie productiva de 382,0 hás la regulación de riego en 12 horas diarias representa un volumen de 20.297 m3 (1,23 l/s x 382 hás x 43.200 s), calculándose en consecuencia un tranque con capacidad para 20.000 m3.

## 10.3 Costo de Construcción de Tranques Nocturnos por Predios-Tipo y Estratos.

A continuación se presenta el Cuadro N° 24 con el costo de la regulación de riego con tranques nocturnos por Predios-Tipo y Estratos.

A nivel de Predio-Tipo, el costo unitario de regulación de riego con tranques nocturnos, varía desde $ 962/há para los Predios-Tipo pequeño y mediano, $ 416/há para el Predio-Tipo grande.

Se hace presente que el costo unitario asignado al Predio-Tipo pequeño corresponde al mismo costo calculado

para el Predio-Tipo mediano, suponiendo que la regulación de riego de los Predios-Tipo pequeños se efectúe con tranques nocturnos comuneros de igual capacidad y costo que la calculada para el Predio-Tipo mediano (Ver Apéndice N° 10).

CUADRO N° 24

| Predios | Predios-Tipo | | | Estratos | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sup.Reg | Costo | | Sup.Reg | Costo | |
| | hás | $/há (1) | Total $ | hás | $/há | Total miles $ |
| Pequeño | 9,0 | 962 | 8.658 | 986 | 962,00 | 948,5 |
| Mediano | 35,0 | 962 | 33.670 | 2.537 | 962,00 | 2.440,6 |
| Med/Grande | 109,0 | 664 | 72.376 | 1.630 | 664,00 | 1.082,3 |
| Grande | 330,0 | 416 | 137.280 | 4.294 | 416,00 | 1.786,3 |
| | | | | 9.447 | 662,40 | 6.257,7 |

(1) Base: $38.470 por tranque para Predio-Tipo mediano.
$82.318 por tranque para Predio-Tipo mediano grande.
$158.789 por tranque para Predio-Tipo grande.

A nivel de Estratos el costo de construcción de tranques nocturnos de regulación representa una inversión global de $ 6.257.700 para una superficie productiva regulada de 9.447 hás.

El costo unitario promedio por unidad de superficie, asciende a $ 662,40 por há regulada.

## 11. COSTOS TOTALES DE PUESTA EN RIEGO.

### 11.1 Costos de Puesta en Riego por Predios-Tipo.

En el Cuadro N° 25 se presenta el resumen de costo de cada una de las nueve prácticas de habilitación de terrenos para la Puesta en Riego, así como el costo total por cada Predio-Tipo.

Los costos están expresados en pesos y en dólares equivalentes de Estados Unidos, referidos a pesos de Mayo de 1977 (1 US$ = $ 19,39).

CUADRO N° 25

| Predios Tipo | | Pequeño | Mediano | Med/Grande | Grande |
|---|---|---|---|---|---|
| Sup. Productiva | | 10,0 hás | 40,0 hás | 124,0 hás | 382,0 hás |
| N° de Predios | | 112 | 72 | 15 | 13 |
| PRACTICAS | | | | | |
| 1. Nivelación | $ | 30.919 | 134.721 | 360.431 | 983.966 |
| | Equiv. US$ | 1.595 | 6.948 | 18.588 | 50.746 |
| 2. Emparejamiento | $ | 19.535 | 78.613 | 258.947 | 846.087 |
| | Equiv. US$ | 1.007 | 4.054 | 13.355 | 43.635 |
| 3. Destronque | $ | - | 8.165 | 33.701 | 87.968 |
| | Equiv. US$ | - | 421 | 1.738 | 4.537 |
| 4. Caminos Interiores | $ | 546 | 1.852 | 4.609 | 13.993 |
| | Equiv. US$ | 28 | 96 | 238 | 722 |
| 5. Cercos | $ | 5.550 | 21.553 | 51.708 | 93.795 |
| | Equiv. US$ | 286 | 1.112 | 2.667 | 4.837 |
| 6. Canales Interiores | $ | 2.306 | 23.865 | 117.335 | 634.393 |
| | Equiv. US$ | 119 | 1.231 | 6.051 | 32.718 |
| 7. Desagües Interiores | $ | 4.000 | 18.184 | 38.502 | 140.809 |
| | Equiv. US$ | 206 | 938 | 1.986 | 7.262 |
| 8. Estructuras | $ | 8.768 | 27.440 | 190.997 | 678.249 |
| | Equiv. US$ | 452 | 1.415 | 9.850 | 34.979 |
| 9. Tranques Nocturnos | $ | 8.658 | 33.670 | 72.376 | 137.280 |
| | Equiv. US$ | 447 | 1.736 | 3.733 | 7.080 |
| COSTO TOTAL | $ | 80.282 | 348.063 | 1.128.606 | 3.616.540 |
| | Equiv. US$ | 4.140 | 17.951 | 58.206 | 186.516 |
| COSTO POR HECTAREA | $ | 8.028 | 8.702 | 9.102 | 9.467 |
| | Equiv. US$ | 414 | 449 | 469 | 488 |

En el Predio-Tipo pequeño, la práctica de Puesta en Riego de costo más alto es la Nivelación con $ 30.919, y la

de costo más bajo corresponde a la construcción de Caminos Interiores con $ 546.

En el Predio-Tipo mediano, el costo más alto es para la práctica de Nivelación con $ 134.721, y el costo más bajo corresponde a la construcción de Caminos Interiores con $ 1.852.

En el Predio-Tipo mediano grande, el costo más alto es para la práctica de Nivelación con $ 360.431, y el costo más bajo corresponde a la construcción de Caminos Interiores con $ 4.609.

En el Predio-Tipo grande, el costo más alto es para la práctica de Nivelación con $ 983.966, y el costo más bajo corresponde a la construcción de Caminos Interiores con $ 13.993.

El costo total de las prácticas de Puesta en Riego por Predios-Tipo es el siguiente: en el pequeño, $ 80.282; en el mediano, $ 348.063; en el mediano grande, $ 1.128.606 y en el grande, $ 3.616.540. Su equivalente en dólares por Predios-Tipo es de US$ 4.140 para el pequeño; US$ 17.951 para el mediano; US$ 58.206 para el mediano grande y US$ 186.516 para el grande.

Los costos unitarios por unidad de superficie para el total de las prácticas de Puesta en Riego por Predios-Tipo es el siguiente: en el pequeño $ 8.028/há; en el mediano $ 8.702/há; en el mediano grande, $ 9.102/há; en el grande, $ 9.467/há. Su equivalente en dólares por Predios-Tipo es de US$ 414 para el pequeño; US$ 449 para el mediano; US$ 469 para el mediano grande y US$ 488 para el grande.

11.2 Costos de Puesta en Riego por Estratos

En el Cuadro N° 26 se presenta el resumen de los costos

parciales y totales de las prácticas de Puesta en Riego por Estratos.

El costo total por prácticas de Puesta en Riego en la superficie total de los Estratos, da los siguientes resultados:

- Nivelación, $ 31.364.700 o US$ 1.617.571 equivalentes;
- Emparejamiento, $ 22.733.600 o US$ 1.172.439 equivalentes;
- Destronque, $ 2.237.700 o US$ 115.405 equivalentes;
- Caminos Interiores, $ 446.100 o US$ 23.007 equivalentes;
- Cercos, $ 4.173.000 o US$ 215.214 equivalentes;
- Canales Interiores, $ 11.979.900 o US$ 617.839 equivalentes;
- Desagües Interiores, $ 4.167.700 o US$ 214.941 equivalentes;
- Estructuras, $ 14.639.900 o US$ 755.023 equivalentes;
- Tranques Nocturnos, $ 6.257.700 o US$ 322.728 equivalentes.

Los costos totales de las prácticas de Puesta en Riego por Estratos son los siguientes:

- Estrato de predios pequeños: $ 9.002.500 o US$ 464.286 equivalentes;
- Estrato de predios medianos: $ 25.054.600 o US$ 1.292.141 equivalentes;
- Estrato de predios mediano grandes: $ 16.925.000 o US$ 872.872 equivalentes;
- Estrato de predios grandes : $ 47.018.200 o US$ 2.424.868 equivalentes.

El costo global de la Puesta en Riego asciende a $ 98.000.300 o US$ 5.054.167 equivalentes, lo cual representa un costo unitario promedio por unidad de superficie productiva de $ 9.066,55 o US$ 467.59 equivalentes.

CUADRO Nº 26

| PRACTICAS/ESTRATOS: | | PREDIOS PEQUEÑOS | PREDIOS MEDIANOS | PREDIOS MEDIANO GRANDES | PREDIOS GRANDES | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. NIVELACION | $ | 3.467.800 | 9.697.700 | 5.406.600 | 12.792.600 | 31.364.700 |
| Equiv. | US$ | 178.845 | 500.139 | 278.835 | 659.752 | 1.617.571 |
| 2. EMPAREJAMIENTO | $ | 2.189.000 | 5.659.800 | 3.884.500 | 11.000.300 | 22.733.600 |
| Equiv. | US$ | 112.893 | 291.893 | 200.335 | 567.318 | 1.172.439 |
| 3. DESTRONQUE | $ | - | 588.500 | 505.700 | 1.143.500 | 2.237.700 |
| Equiv. | US$ | - | 30.351 | 26.080 | 58.974 | 115.405 |
| 4. CAMINOS INTERIORES | $ | 62.300 | 132.800 | 69.100 | 181.900 | 446.100 |
| Equiv. | US$ | 3.213 | 6.849 | 3.654 | 9.381 | 23.007 |
| 5. CERCOS | $ | 633.300 | 1.545.100 | 775.300 | 1.219.300 | 4.173.000 |
| Equiv. | US$ | 32.661 | 79.685 | 39.985 | 62.883 | 215.214 |
| 6. CANALES INTERIORES | $ | 263.200 | 1.710.800 | 1.759.200 | 8.246.700 | 11.979.900 |
| Equiv. | US$ | 13.574 | 88.231 | 90.727 | 425.307 | 617.839 |
| 7. DESAGUES INTER. | $ | 456.400 | 1.303.600 | 577.300 | 1.830.400 | 4.167.700 |
| Equiv. | US$ | 23.538 | 67.231 | 29.773 | 94.399 | 214.941 |
| 8. ESTRUCTURAS | $ | 982.000 | 1.975.700 | 2.865.000 | 8.817.200 | 14.639.900 |
| Equiv. | US$ | 50.645 | 101.893 | 147.756 | 454.729 | 755.023 |
| 9. TRANQUES NOCTURN. | $ | 948.500 | 2.440.600 | 1.082.300 | 1.786.300 | 6.257.700 |
| Equiv. | US$ | 48.917 | 125.869 | 55.817 | 92.125 | 322.728 |
| COSTO TOTAL | $ | 9.002.500 | 25.054.600 | 16.925.000 | 47.018.200 | 98.000.300 |
| Equiv. | US$ | 464.286 | 1.292.141 | 872.872 | 2.424.868 | 5.054.167 |

# A P E N D I C E 1

## LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS PARA NIVELACION

## LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS PARA NIVELACION

ESCALA 1:500

### MUESTRA N° 1, SECTOR NORTE

| | | |
|---|---|---|
| Serie | : | Rauquén |
| Capacidad de Uso | : | III w 2 |
| Ubicación | : | Rol N° 106-3 (Adyacente terraplén F.F.C.C.). |
| Superficie levantamiento | : | 77.850 m2 |
| Equidistancia altimétrica | : | 0,20 m |
| Superficie calculada | : | 39.375 m2 (175 m x 225 m) |
| Pendiente Promedio Norte-Sur | : | 0,196 % |
| Pendiente promedio Oeste-Este | : | 0,487 % |
| Relación cortes/rellenos | : | 2,674 m/2,618 m (102,14 %) |
| Ajuste cortes/rellenos | : | 3,066 m/2,355 m (130,19 %) |
| Volumen movimiento tierra | : | 486,66 m3/há |

### MUESTRA N° 1, SECTOR SUR

| | | |
|---|---|---|
| Serie | : | Rauquén |
| Capacidad de uso | : | II s 0 |
| Ubicación | : | Rol N° 106-3 (Adyacente terraza río Claro) |
| Superficie levantamiento | : | 75.400 m2 |
| Equidistancia altimétrica | : | 0,20 m |
| Superficie calculada | : | 48.125 m2 (175 m x 275 m) |
| Pendiente promedio Norte-Sur | : | - 0,010 % |
| Pendiente promedio Oeste-Este | : | 0,167 % |
| Relación cortes/rellenos | : | 3,546 m/3,451 m (102,75 %) |
| Ajuste cortes/rellenos | : | 3,919 m/3,054 m (128,32 %) |
| Volumen movimiento tierra | : | 508,96 m3/há |

### MUESTRA N° 8, SECTOR ESTE

| | | |
|---|---|---|
| Serie | : | Rauquén |
| Capacidad de uso | : | II s 0 |
| Ubicación | : | Rol N° 106-5 (Al oriente Estación Rauqúen) |
| Superficie levantamiento | : | 64.000 m2 |
| Equidistancia altimétrica | : | 0,20 m |
| Superficie calculada | : | 28.125 m2 (125 m x 225 m) |

| | | |
|---|---|---|
| Pendiente promedio Norte-Sur | : | - 0,116 % |
| Pendiente promedio Oeste-Este | : | 0,221 % |
| Relación cortes/rellenos | : | 2,58 m/2,583 m (99,42 %) |
| Ajuste cortes/rellenos | : | 2,905 m/ 2,245 m (129,40 %) |
| Volumen movimiento tierra | : | 645,56 m3/há |

MUESTRA N° 8, SECTOR OESTE

| | | |
|---|---|---|
| Serie | : | Rauquén |
| Capacidad de uso | : | II s 0 |
| Ubicación | : | Rol N° 106-5 (Al oriente Estación Rauquén) |
| Superficie levantamiento | : | 52.400 m2 |
| Equidistancia altimétrica | : | 0,20 m |
| Superficie calculada | : | 50.000 m2 (250 m x 200 m) |
| Pendiente promedio Norte-Sur | : | 0,038 % |
| Pendiente promedio Oeste-Este | : | 0,183 % |
| Relación cortes/rellenos | : | 3,829 m/3,831 m (99,95 %) |
| Ajuste cortes/rellenos | : | 4,304 m/3,346 m (128,60 %) |
| Volumen movimiento tierra | : | 538,0 m3/há |

MUESTRA N° 6, SECTOR NORTE

| | | |
|---|---|---|
| Serie | : | Los Puercos |
| Capacidad de Uso | : | II s 0 |
| Ubicación | : | Rol N° 119-22 (Adyacente a Botalcura) |
| Superficie levantamiento | : | 80.700 m2 |
| Equidistancia altimétrica | : | 0,20 m |
| Superficie calculada | : | 43.750 m2 (175 m x 250 m) |
| Pendiente promedio Norte-Sur | : | - 0,238 % |
| Pendiente promedio Oeste-Este | : | 0,453 % |
| Relación cortes/rellenos | : | 4,694 m/4,721 m (99,43 %) |
| Ajuste cortes/rellenos | : | 5,328 m/4,095 m (130,11 %) |
| Volumen movimiento tierra | : | 761,14 m3/há |

MUESTRA N° 6, SECTOR SUR

| | | |
|---|---|---|
| Serie | : | Los Puercos |
| Capacidad de uso | : | II s 0 |
| Ubicación | : | Rol N° 119-22 (Adyacente a Estero Los Puercos) |
| Superficie levantamiento | : | 69,300 m2 |

| | | |
|---|---|---|
| Equidistancia altimétrica | : | 0,20 m |
| Superficie calculada | : | 37.500 m2 (150 m x 250 m) |
| Pendiente promedio Norte-Sur | : | 0,368 % |
| Pendiente promedio Oeste-Este | : | - 0,189 % |
| Relación cortes/rellenos | : | 2,452 m/2,456 m (99,84 %) |
| Ajuste cortes/rellenos | : | 2,778 m/2,122 m (130,91 %) |
| Volumen movimiento tierra | : | 463,0 m3/há |

MUESTRA N° 4

| | | |
|---|---|---|
| Serie | : | Tutucura |
| Capacidad de uso | : | III w 2 |
| Ubicación | : | Rol N° 123-4 (Entre Estero Los Puercos y Terraza Las 200) |
| Superficie levantamiento | : | 162,900 m2 |
| Equidistancia altimétrica | : | 0,20 m |
| Superficie calculada | : | 75,625 m2 (275 m x 275 m) |
| Pendiente promedio Norte-Sur | : | - 0,126 % |
| Pendiente promedio Oeste-Este | : | - 0,127 % |
| Relación cortes/rellenos | : | 6,277 m/6,333 m (99,12 %) |
| Ajuste cortes/rellenos | : | 7,429 m/5,669 m (131,05 %) |
| Volumen movimiento tierra | : | 613,97 m3/há |

MUESTRA N° 5, SECTOR NORTE

| | | |
|---|---|---|
| Serie | : | Cabrería |
| Capacidad de uso | : | III s 0 |
| Ubicación | : | Rol N° 117-2 (al oeste camino Montonera-Cabrería) |
| Superficie levantamiento | : | 60.000 m2 |
| Equidistancia altimétrica | : | 0,40 m |
| Superficie calculada | : | 39.375 m2 (175 m x 225 m) |
| Pendiente promedio Norte-Sur | : | - 1.026 % |
| Pendiente promedio Oeste-Este | : | - 1,227 % |
| Relación cortes/rellenos | : | 4,226 m/4,274 m (98,88 %) |
| Ajuste cortes/rellenos | : | 4,750 m/3,667 m (129,64 %) |
| Volumen movimiento tierra | : | 753,97 m3/há |

MUESTRA N° 5, SECTOR SUR

| | | |
|---|---|---|
| Serie | : | Cabrería |
| Capacidad de Uso | : | IV e 1 |
| Ubicación | : | Rol N° 117-2 (Al oeste camino Montonera-Cabrería) |

| | | |
|---|---|---|
| Superficie levantamiento | : | 95.300 m2 |
| Equidistancia altimétrica | : | 0,40 m |
| Superficie calculada | : | 15.000 m2 (100 m x 150 m) |
| Pendiente promedio Norte-Sur | : | 5,25 % |
| Pendiente promedio Oeste-Este | : | - 0,612 % |
| Relación cortes/rellenos | : | 4,151 m/4,129 m (100,53 %) |
| Ajuste cortes/rellenos | : | 4,091 m/3,589 m (130,70 %) |
| Volumen movimiento tierra | : | 1.954,58 m3/há |

MUESTRA N° 2, SECTOR ESTE

| | | |
|---|---|---|
| Serie | : | Cunculén |
| Capacidad de uso | : | IV e 2 |
| Ubicación | : | Rol N° 123-3 (Al SE entrada predio La Aguada) |
| Superficie levantamiento | : | 107.000 m2 |
| Equidistancia altimétrica | : | 0,50 m |
| Superficie calculada | : | 28.125 m2 (125 m x 225 m) |
| Pendiente promedio Norte-Sur | : | - 0,102 % |
| Pendiente promedio Oeste-Este | : | - 4,19 % |
| Relación cortes/rellenos | : | 4,945 m/4,934 m (100,22 %) |
| Ajuste cortes/rellenos | : | 5,509 m/4,238 m (129,99 %) |
| Volumen movimiento tierra | : | 1.224,22 m3/há |

MUESTRA N° 2, SECTOR OESTE

| | | |
|---|---|---|
| Serie | : | Cunculén |
| Capacidad de uso | : | IV w 2 |
| Ubicación | : | Rol N° 123-3 (Al SE entrada predio La Aguada) |
| Superficie levantamiento | : | 53.000 m2 |
| Equidistancia altimétrica | : | 0,50 m |
| Superficie calculada | : | 32.500 m2 (325 m x 100 m) |
| Pendiente promedio Norte-Sur | : | 0,322 % |
| Pendiente promedio Oeste-Este | : | - 0,535 % |
| Relación cortes/rellenos | : | 7,329 m/7,343 m (99,81 %) |
| Ajuste cortes/rellenos | : | 8,372 m/6,410 m (130,60 %) |
| Volumen movimiento tierra | : | 1.610 m3/há |

# A P E N D I C E 2

## CALCULO DE COSTOS PARA NIVELACION Y EMPAREJAMIENTO

## CALCULO DE COSTOS PARA NIVELACION Y EMPAREJAMIENTO

### 1. NIVELACION

1.1. Subsolación: Uso tractor ruedas de goma, marca Universal, modelo ZT-300, potencia 100 HP, con barra porta herramienta y tres puntas subsoladoras.

- Rendimiento : 1,5 horas/há
- Tarifa : $ 360/hora más 20% IVA = $ 432/hora
- Costo unitario : $ 648/há

1.2. Cortes y rellenos: Yso mototrilla, marca International, modelo E-200, potencia 135 HP, capacidad carga 6 m3.

- Rendimiento : 50 m3/hora para distancia acarreo 125 m
- Tarifa : $ 750/hora más 20% IVA = $ 900/hora
- Costo unitario : $ 18/m3

1.3. Rastraje: Uso tractor ruedas de gomas, marca FIAT, modelo 700, potencia 75 HP, con rastra de discos offset.

- Rendimiento : 1,5 horas/há
- Tarifa : $ 220/hora
- Costo unitario : $ 330/há

1.4. Afinado final: Uso tractor ruedas de goma, marca FIAT, modelo 700, potencia 75 HP, con niveladora de acarreo Eversman.

- Rendimiento : 2,5 horas/há
- Tarifa : $ 220/hora
- Costo unitario : $ 550/há

1.5. Estudios técnicos: Levantamiento topográfico, confección plano curvas a nivel, cálculo cortes y rellenos, estacado y verificación final nivelación.

- Costo : 15% sobre el total tarifas.

2. EMPAREJAMIENTO.

2.1. Cortes y rellenos: Uso mototrilla, marca International, modelo E-200, potencia 135 HP, capacidad carga 6 m3.

- Rendimiento : 50 m3/hora
- Tarifa : $ 900/hora
- Costo unitario : $ 18/m3

2.2. Rastraje: Uso tractor ruedas de goma, marca FIAT, modelo 700, potencia 75 HP, con rastra de discos offset.

- Rendimiento : 1,5 horas/há
- Tarifa : $ 220/há
- Costo : $ 330/há

Nota. Esta labor se considera necesaria sólo en los grupos de Manejo D y E, cuyos suelos predominantes son franco-arcillosos.

2.3. Afinado final: Uso tractor ruedas de goma, marca FIAT, modelo 700, potencia 75 HP, con niveladora de acarreo Eversman.

- Rendimiento : 2,5 horas/há
- Tarifa : $ 220/hora
- Costo : $ 550/há

2.4. Estudios técnicos: Levantamiento topográfico, confección plano curvas a nivel, cálculo cortes y rellenos y estacado.

- Costo : 15% sobre el total tarifas.

# A P E N D I C E 3

## RECONOCIMIENTO DEL AREA DEL PROYECTO CON MATORRAL DE ESPINOS

## RECONOCIMIENTO DEL AREA DEL PROYECTO CON MATORRAL DE ESPINOS

Datos de densidad de espinos, volumen maderero y rendimiento potencial del carbón

| Grupo Manejo | Muestra N° | Capac. Uso | Superf. espinos Ha | Densidad espinos Total N°/Ha | Densidad espinos Apto Carbón N°/Ha | Rendimientos espinos Volumen $M^3$/Ha | Rendimientos espinos Peso Carbón Kg/Ha |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 2 | IIs0 | 9,6 | 580 | 232 | 1.489 | 558 |
| " | 5 | IIs0 | 21,5 | 860 | 860 | 13.588 | 5.096 |
| " | 7 | IIs0 | 15,0 | 400 | 240 | 1.288 | 483 |
| " | 8 | IIs0 | 3,6 | 440 | 440 | 3.220 | 1.206 |
| " | 9 | IIs0 | 6,4 | 790 | 790 | 13.256 | 4.971 |
| " | 10 | IIs0 | 2,8 | 680 | 680 | 8.990 | 3.371 |
| " | 11 | IIs0 | 1,6 | 960 | 960 | 20.054 | 7.520 |
| " | 13 | IIs0 | 20,5 | 760 | 760 | 14.288 | 5.358 |
| " | 16 | IIs0 | 2,0 | 480 | 480 | 3.512 | 1.317 |
| " | 17 | IIs0 | 12,0 | 1.140 | 1.140 | 27.835 | 10.438 |
| " | 23 | IIs0 | 3,0 | 600 | 480 | 3.082 | 1.156 |
| " | 32 | IIs0 | 13,6 | 850 | 850 | 5.457 | 2.046 |
| B | 2 | IIIs2 | 14,0 | 580 | 232 | 1.489 | 558 |
| " | 2 | IIIw2 | 2,0 | 580 | 232 | 1.489 | 558 |
| " | 3 | IIIs2 | 4,4 | 520 | 208 | 1.325 | 497 |
| " | 3 | IIIw2 | 6,4 | 520 | 208 | 1.325 | 497 |
| " | 7 | IIIw2 | 3,2 | 400 | 240 | 1.288 | 483 |
| " | 10 | IIIw2 | 1,6 | 680 | 680 | 8.990 | 3.371 |
| " | 14 | IIIw2 | 30,5 | 540 | 540 | 17.205 | 6.452 |
| " | 15 | IIIw2 | 6,4 | 700 | 700 | 13.160 | 4.935 |
| " | 17 | IIs2 | 33,6 | 1.140 | 1.140 | 27.835 | 10.438 |
| " | 17 | IIIw2 | 16,0 | 1.140 | 1.140 | 27.835 | 10.438 |
| " | 18 | IIs2 | 1,5 | 850 | Renoval no apto para carbón | | |
| " | 21 | IIIw2 | 5,2 | 500 | 500 | 4.038 | 1.514 |
| " | 22 | IIIw2 | 3,0 | 630 | 500 | 3.210 | 1.204 |
| " | 23 | IIIw2 | 8,8 | 600 | 480 | 3.082 | 1.156 |
| " | 24 | IIIw2 | 1,2 | 2.400 | 720 | 5.816 | 2.181 |
| " | 25 | IIIw2 | 0,8 | 400 | 400 | 2.568 | 963 |
| " | 31 | IIIw2 | 23,8 | 900 | 900 | 8.175 | 3.066 |
| " | 32 | IIIs2 | 8,0 | 850 | 850 | 5.457 | 2.046 |
| C | 8 | IIIs1 | 4,2 | 440 | 440 | 3.220 | 1.206 |
| " | 10 | IIIs1 | 2,8 | 680 | 680 | 8.990 | 3.371 |
| " | 17 | IIIs0 | 3,4 | 1.140 | 1.140 | 27.835 | 10.438 |
| | 23 | IIIs0 | 6,2 | 600 | 480 | 3.082 | 1.156 |

| Grupo Manejo | Muestra N° | Capac. Uso | Superf. espinos Ha | Densidad espinos Total N°/Ha | Apto Carbón N°/Ha | Rendimientos espinos Volumen $M^3$/Ha | Peso Carbón Kg/Ha |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | 25 | IIIs0 | 2,0 | 400 | 400 | 2.568 | 963 |
| " | 32 | IVe0 | 2,0 | 850 | 850 | 5.457 | 2.046 |
| D | 14 | IVw2 | 15,0 | 540 | 540 | 17.205 | 6.452 |
| " | 19 | IVw2 | 3,2 | 580 | 580 | 5.270 | 1.976 |
| " | 20 | IVw2 | 10,4 | 800 | 800 | 5.138 | 1.927 |
| " | 22 | IVw2 | 15,6 | 630 | 500 | 3.210 | 1.204 |
| " | 26 | IVe8 | 8,8 | 480 | Renoval no apto para carbón | | |
| " | 30 | IVw2 | 1,2 | 500 | Renoval no apto para carbón | | |
| " | 32 | IVw2 | 1,6 | 850 | 850 | 5.457 | 2.046 |
| E | 1 | IVe1 | 5,0 | 1.200 | Renoval no apto para carbón | | 558 |
| " | 2 | IVe1 | 8,0 | 580 | 232 | 1.489 | 497 |
| " | 3 | IVe1 | 25,0 | 520 | 208 | 1.325 | 482 |
| " | 4 | IVe1 | 21,5 | 500 | 200 | 1.284 | 5.096 |
| " | 5 | IVe1 | 29,1 | 860 | 860 | 13.588 | 3.478 |
| " | 6 | IVe1 | 39,0 | 700 | 700 | 9.275 | 483 |
| " | 7 | IVe1 | 6,5 | 400 | 240 | 1.288 | 1.206 |
| " | 8 | IVe1 | 8,6 | 440 | 440 | 3.220 | 3.099 |
| " | 12 | IVe1 | 1,6 | 840 | 840 | 8.263 | 1.317 |
| " | 16 | IVe2 | 30,3 | 480 | 480 | 3.512 | 1.317 |
| " | 27 | IVe2 | 21,2 | 1.000 | 600 | 3.220 | 1.208 |
| " | 28 | IVe2 | 6,8 | 340 | Renoval no apto para carbón | | |
| " | 29 | IVe1 | 6,8 | 380 | 380 | 2.408 | 903 |
| " | 29 | IVe1 | 13,2 | 380 | 380 | 2.408 | 903 |
| | | | 581,0 | | | | |

# A P E N D I C E  4

## CALCULO DE COSTO DE DESTRONQUE

## CALCULO DE COSTO DE DESTRONQUE

1. DESTRONQUE: Uso tractor oruga, marca FIAT, modelo AD-14, potencia 140 HP, con pala destroncadora.
   - Rendimiento : 120 espinos/hora
   - Tarifa : $ 700/hora más 20% IVA = $ 840/hora
   - Costo unitario : $ 7/espino

2. ACORDONADO: Uso tractor oruga, marca International, modelo TD-9 B, potencia 75 HP, con pala bulldozer.
   - Rendimiento : 1 hora/há para densidad aproximada de 550 espinos/há
   - Tarifa : $ 440/hora más 20% IVA = $ 528/hora
   - Costo unitario : $ 1/espino (aproximado)

3. EMPAREJAMIENTO HOYADURA: Uso tractor ruedas de goma, marca Universal, modelo ZT-300 potencia HP, con rastra pesada de discos tipo Towner.
   - Rendimiento : 1,5 horas/día
   - Tarifa : $ 360/hora más 20% IVA = $ 432/hora
   - Costo unitario : $ 648/há

4. ESTUDIOS TECNICOS: Determinación densidad y diámetro espinos, ubicación acordonada, supervisión ejecución labores.
   - Costo : 15% sobre el total tarifas.

# A P E N D I C E  5

## CALCULO DE COSTO DE CAMINOS INTERIORES

## CALCULO DE COSTO DE CAMINOS INTERIORES

### 1. CAMINO DE 4 METROS DE ANCHO UTIL.

#### 1.1. Construcción.

Uso motoniveladora, marca AUSTIN WESTERN, modelo S-200, potencia 130 HP.

- Rendimiento : 600 m/hora, con cinco pasadas
- Tarifa : $ 500/hora más 20% IVA = $ 600/hora
- Costo : $ 1/m.l.

#### 1.2. Estudios técnicos.

Trazado y estacado camino y supervisión técnica.

- Costo : 15% sobre tarifa = $ 0,15/m.l.

### 2. CAMINO DE 5 METROS DE ANCHO UTIL.

#### 2.1. Construcción.

Uso motoniveladora, marca AUSTIN WESTERN, modelo S-200, potencia 130 HP.

- Rendimiento : 500 m/hora, con seis pasadas
- Tarifa : $ 500/hora más 20% IVA = $ 600/hora
- Costo : $ 1,20/m.l.

#### 2.2. Estudios técnicos.

Trazado y estacado camino y supervisión técnica.

- Costo : 15% sobre tarifa = $ 0,18/m.l.

# A P E N D I C E 6

## CALCULO DE COSTO DE CIERROS

## CALCULO DE COSTO DE CIERROS

### 1. CIERRO TIPO INDUCLIP.

#### 1.1. Características por kilómetro de cierro.

Colocación de 60 postes de madera impregnada de 4" x 4" x 2,10 m, 3 postes de 5" x 5" x 2,50 m, 4 hebras de alambre tipo galvanizado de 16/14 y 64 piquetes de alambre tipo INDUCLIP colocados verticalmente entre las hebras de alambre liso por cada par de postes.

#### 1.2. Costo materiales.

| | |
|---|---|
| - 60 postes de 4" x 4" x 2,10 m, a $ 4 c/u..... | $ 240.- |
| - 3 postes de 5" x 5" x 2,50 m, a $ 10 c/u..... | $ 30.- |
| - 148 kg alambre liso galvanizado de 16/14 a $ 29,35..... | $ 4.344.- |
| - 64 piquetes de alambre tipo INDUCLIP, a $ 48 c/u..... | $ 3.072.- |
| - 1,5 kg grampas de 1½, a $ 15 kg..... | $ 24.- |
| | $ 7.710.- |

#### 1.3. Costo mano de obra.

| | |
|---|---|
| - 14 jornadas hombre a $ 110/jornada..... | $ 1.540.- |
| TOTAL | $ 9.250/km |
| = | $ 9,25 m.l |

# A P E N D I C E 7

## CALCULO DE COSTO DE CANALES INTERIORES

## CALCULO DE COSTO DE CANALES INTERIORES

1. EXCAVACION CON MAQUINARIA.

Uso retroexcavadora, marca MASSEY FERGUSON, modelo MF-50, potencia 60 HP.

- Rendimiento : 18 m3/hora
- Tarifa : $ 300/hora más 20% IVA = $ 360/hora
- Costo : $ 20/m3

2. EXCAVACION MANUAL.

- Rendimiento : 4 m3/jornada-hombre
- Salario : $ 10,54/hora = $ 84,32/jornada-hombre
- Costo : $ 21,08/m3

3. ESTUDIOS TECNICOS.

Levantamiento taquimétrico, diseño y cálculo canales, trazado y estacado, supervisión técnica construcción.

- Costo : 15% sobre tarifas excavación y afinamiento taludes.

4. RESUMEN COSTOS DIFERENCIADOS SEGUN TAMAÑO DE LOS CANALES.

4.1. Para Predio-Tipo pequeño.

| | |
|---|---|
| Excavación con mano de obra | $ 21,08/m3 |
| 15% estudios técnicos | $ 3,16/m3 |
| TOTAL | $ 24,24/m3 |

Nota: En los Desagües, incluye además al Predio-Tipo mediano.

4.2. Para Predios-Tipo mediano y mediano-grandes.

Costo canal principal y secundario por m3 = [(0,8x m3 retroexc.)x $20,00] + [(0,2x m3 mano obra)x $21,08] + 15% estudios técnicos.

Nota: En los Desagües, la fórmula se aplica para los Predios-Tipo mediano grande y grande.

4.3. Para Predio-Tipo grande.

Costo canal principal por m3:

[(0,9x m3 retroexc.)x $ 20,00] + [(0,1x m3 mano obra)x $ 21,08]+ 15% estudios técnicos

Costo canales secundarios y terciarios iguales a fórmula del punto 4.2. precedente.

# A P E N D I C E 8

## CALCULO DE COSTO DE ESTRUCTURAS

## CALCULO DE COSTO DE ESTRUCTURAS

Los precios unitarios de hormigones, moldajes, excavaciones, hojas de compuerta, se han tomado del estudio de costos que aparece en los capítulo D y E del anexo 8 de Ingeniería Civil e incluyen obra de mano y gastos generales.

### 1. COMPUERTA DE MADERA DE 0,30 m x 0,40 m.

(Predios-Tipo pequeño, mediano, mediano grande y grande).

#### 1.1. Materiales

| | Cubicación pulg. mad. | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Roble | 1,32 | 112/pulg. mad. | 147,70 |
| Clavos de 2" | | gl | 10,00 |
| | | | 157,70 |

#### 1.2. Mano de Obra.

| | |
|---|---|
| Maestro de 1a. | $ 15,16/hora |
| Ayudante | $ 11,38/hora |
| | $ 26,54/hora |

- Rendimiento :

2 unidades/día= ($ 26,54/hora x 8 horas)/2= $ 106,16/unidad

#### 1.3. Gastos Generales y Utilidades.

- 30% sobre materiales y mano de obra: $ 79,16

#### 1.4. Costo.

| | |
|---|---|
| - Materiales : | $ 157,70 |
| - Mano de Obra : | $ 106,16 |
| - Gastos Grles.: | $ 79,16 |
| | $ 343,02 |

## 2. COMPUERTA DE MADERA CON PILARES Y UMBRAL DE HORMIGON.

(Predio-Tipo grande).

### 2.1. Costo.

| | Cubicación | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Roble | 0.468 p. | 112/pulgada | 52.40 |
| Hormigón | 0,42 m3 | 834.27/m3 | 350.39 |
| Moldaje | 4,40 m2 | 112.21/m2 | 493.72 |
| Excavaciones | 1.20 m2 | 33.39/m3 | 40.06 |
| Rellenos | 0.70 m3 | 30.48/m3 | 21.63 |
| | | | 958.20 |

## 3. CAJA DISTRIBUIDORA DE MADERA CON DOS ENTREGAS DE 0,40 m x 0,50 m.

(Predio-Tipo mediano).

### 3.1. Materiales

| | Cubicación pulg. mad. | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Roble | 8.90 | 112/pulgada | 996.80 |
| Clavos de 2" | | gl. | 66,00 |
| | | | 1.062,80 |

### 3.2. Mano de obra.

| | |
|---|---|
| Maestro de 1a. | $ 15,16/hora |
| Ayudante | $ 16,38/hora |
| | $ 26,54/hora |

- Rendimiento :

1/3 unidad/día = $ 26,54 x 24 horas = $ 636,96/unidad

### 3.3. Gastos Generales y Utilidades.

- 35% sobre materiales y mano de obra: $ 594,92

### 3.4. Costo.

| | |
|---|---|
| - Materiales | : $ 1.062,80 |
| - Mano de obra | $ 636,96 |
| - Gastos Generales | $ 594,92 |
| | $ 2.294,70 |

## 4. CAJA DISTRIBUIDORA DE MADERA CON DOS ENTREGAS DE 0,40 m x 0,60 m.

(Predio-Tipo mediano grande).

### 4.1. Materiales

| | Cubicación pulg. mad. | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Roble | 10.42 | 112/pulgada | 1.167,60 |
| Clavos de 2" | | gl. | 70,00 |
| | | | 1.237,60 |

### 4.2. Mano de Obra

| | |
|---|---|
| Maestro de 1a. | $ 15,16/hora |
| Ayudante | $ 11,38/hora |
| | $ 26,54/hora |

- Rendimiento:
1/3 unidad/día = $ 26,54x 24 horas= $ 636,96/unidad

### 4.3. Gastos Generales y Utilidades.

- 35% sobre materiales y mano de obra: $ 656,10

### 4.4. Costo.

| | |
|---|---|
| - Materiales | $ 1.237,60 |
| - Mano de Obra | 636,96 |
| - Gastos Generales | 656,10 |
| | $ 2.530,66 |

## 5. COMPUERTAS DE HORMIGON CON DOS ENTREGAS:

a) Q = 320 1/s (Predio-Tipo mediano grande)
b) Q = 470 1/s (Predio-Tipo grande)

### 5.1. Materiales

| a) | Cubicación | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Volumen hormigón | 1,94 m3 | 834.27 | 1.618.48 |
| Sup. moldaje | 13,60 m2 | 112.21 | 1.526.05 |
| Volumen excavac. | 1,60 m3 | 33.39 | 53.42 |
| Sup. compuertas | 1,36 m2 | 12.716.80/m2 | 17.294.05 |
| | | | 20.492.00 |

| b) | Cubicación | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Volumen hormigón | 2,44 m3 | 834.27 | 2.036.00 |
| Sup. moldaje | 19,10 m2 | 112.21 | 2.143.00 |
| Volumen excavac. | 2,20 m3 | 33.39 | 73.00 |
| Sup. compuertas | 1,71 m2 | 12.716.80/m2 | 21.746.00 |
| | | | 25.998.00 |

## 6. COMPUERTA DE HORMIGON CON TRES ENTREGAS PARA Q = 950 l/s

(Predio-Tipo grande).

### 6.1. Materiales.

| | Cubicación | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Volumen hormigón | 4,91 m3 | 834.27 | 4.096.00 |
| Volumen excavac. | 9,40 m3 | 33.39 | 314.00 |
| Sup. moldaje | 40.26 m2 | 112.21 | 4.512.00 |
| Sup. compuertas | 3,63 m2 | 12.716.80 | 46.145.00 |
| | | | 55.067.00 |

## 7. ALCANTARILLAS DE CEMENTO COMPRIMIDO

a) 0,30 m x 5 m (Predio-Tipo pequeño)
b) 0,40 m x 5 m (Predio-Tipo pequeño y mediano)
c) 0,50 m x 5 m (Predio-Tipo mediano)
d) 0,60 m x 6 m (Predio-Tipo mediano grande y grande)
e) 0,80 m x 6 m (Predio-Tipo mediano grande y grande)

### 7.1. Costo.

| | Cubicación | | | | | $/unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | d | e | |
| Vol. hormigón m3 | 0.26 | 0.32 | 0.38 | 0.61 | 0.81 | 834.27 |
| Vol. excavac. m3 | 2.45 | 3.20 | 4.00 | 6.00 | 8.64 | 33.39 |
| Vol. relleno m3 | 2.10 | 2.55 | 3.00 | 4.32 | 5.64 | 30.48 |
| Sup. moldaje m2 | 1.62 | 2.00 | 2.42 | 3.92 | 5.12 | 112.21 |

| | Total $ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | d | e |
| Vol. hormigón m3 | 217 | 267 | 310 | 511 | 678 |
| Vol. excavac. m3 | 82 | 107 | 134 | 200 | 288 |
| Vol. relleno m3 | 64 | 78 | 90 | 132 | 171 |
| Sup. moldaje m2 | 182 | 224 | 272 | 440 | 525 |
| Tubos, gl. | 2.298 | 2.505 | 2.711 | 3.501 | 7.215 |
| | 2.843 | 3.181 | 3.517 | 4.784 | 8.877 |

## 8. SIFONES DE HORMIGON.

a) Q = 150 l/s (Predio-Tipo mediano grande)
b) Q = 470 l/s (Predio-Tipo grande)

### 8.1. Costo.

| a) | Cubicación | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Vol.horm.tubos m3 | 3,4 | 834.27 | 2.837 |
| Vol.horm.cámaras m3 | 1,4 | 834.27 | 1.168 |
| Vol.excavación m3 | 42,5 | 33.39 | 1.419 |
| Vol.relleno m3 | 32,0 | 30.48 | 975 |
| Sup.moldaje m2 | 50,0 | 112.21 | 5.610 |
| tubería, gl. | | | 1.205 |
| | | | 13.214 |

| b) | Cubicación | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Vol.horm.tubos m3 | 6,0 | 834.27 | 5.024 |
| Vol.horm.cámaras m3 | 1,8 | 834.27 | 1.502 |
| Vol.excavación m3 | 51,5 | 33.39 | 1.720 |
| Vol.relleno m3 | 35,0 | 30.48 | 1.066 |
| Sup. moldaje m2 | 70,00 | 112.21 | 7.854 |
| tubería glo. | | | 1.669 |
| | | | 18.835 |

## 9. SALTILLOS DE HORMIGON DE 1 m DESNIVEL PARA Q = 150 l/s.

(Predio-Tipo mediano grande y grande)

### 9.1. Costo

| | Cubicación | $/Unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Vol. hormigón | 4,90 | 834.27 | 4.073 |
| Fierro 8 a 20 mm | 53,5 | 15.53 | 831 |
| Compuerta madera,c/u | 2 | 25.00 | 50 |
| | | | 4.954 |

## 10 PUENTES DE MADERA DE 3 m luz x 3 m ancho.

(Predio-Tipo grande).

### 10.1 Materiales.

| | Cubicación | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Hormigón | 5.45 m3 | 834.27 | 4.546 |
| Moldaje | 2.50 m2 | 112.21 | 2.805 |
| roble | 123.6 pgd. | 112.00 | 13.843 |
| pintura | gl. | | 767 |
| pernos y clavos | gl. | | 950 |
| | | | 22.911 |

### 10.2 Mano de obra.

| | |
|---|---|
| Maestro de 1a. | $ 15.16/hora |
| Ayudante | $ 11.38/hora |
| | $ 26.54/hora |

- Total 80 horas (10 días de 8 horas): $ 2.123

### 10.3 Gastos Generales y Utilidades.

- 30% sobre mano de obra, roble, pintura, clavos y pernos $ 5.306

### 10.4 Costo.

| | |
|---|---|
| - Materiales | $ 22.911 |
| - Mano de obra | $ 2.123 |
| - Gastos Generales | $ 5.306 |
| | $ 30.340 |

# A P E N D I C E 9

I. DISTRIBUCION Y COSTO DE ESTRUCTURAS POR PREDIOS-TIPO

II. DISTRIBUCION Y COSTO DE ESTRUCTURAS POR ESTRATOS

## I. DISTRIBUCION Y COSTO DE ESTRUCTURAS POR PREDIOS-TIPO

### PREDIO-TIPO PEQUEÑO

| | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|
| 8 Compuertas madera 0,30 x 0,40 m | 343 | 2.744 |
| 1 Alcantarilla cemento comprimido 0,30 x 5 m | 2.843 | 2.843 |
| 1 Alcantarilla cemento comprimido 0,40 x 5 m | 3.181 | 3.181 |
| | | 8.768 |

### PREDIO-TIPO MEDIANO

| | | |
|---|---|---|
| 24 Compuertas madera 0,30 x 0,40 m | 343 | 8.232 |
| 1 Caja distribuidora madera 2 entregas 0,40 x 0,50 m | 2.295 | 2.295 |
| 2 Alcantarillas cemento comprimido 0,40 x 5 m | 3.181 | 6.362 |
| 3 Alcantarillas cemento comprimido 0,50 x 5 m | 3.517 | 10.551 |
| | | 27.440 |

### PREDIO-TIPO MEDIANO GRANDE

| | | |
|---|---|---|
| 72 Compuertas madera 0,30 x 0,40 m | 343 | 24.696 |
| 6 Cajas distribuidoras madera 2 entregas 0,40 x 0,60 m | 2.531 | 15.186 |
| 1 Compuerta hormigón 2 entregas Q=320 l/s | 20.492 | 20.492 |
| 10 Alcantarillas cemento comprimido 0,60 x 6 m | 4.784 | 47.840 |
| 3 Alcantarillas cemento comprimido 0,80 x 6 m | 8.877 | 26.631 |
| 2 Sifones hormigón 0,60x20 m, Q=150 l/s | 13.214 | 26.428 |
| 6 Saltillos hormigón 1 m desnivel, Q= 150 l/s | 4.954 | 29.724 |
| | | 190.997 |

### PREDIO-TIPO GRANDE

| | | |
|---|---|---|
| 216 Compuertas madera 0,30 x 0,40 m | 343 | 74.088 |
| 72 Compuertas madera, pilares, umbral hormigón Q=150 l/s | 958 | 68.976 |
| 2 Compuertas hormigón 2 entregas Q=470 l/s | 25.998 | 51.996 |
| 1 Compuerta hormigón 3 entregas Q=950 l/s | 55.067 | 55.067 |
| 9 Alcantarillas cemento comprimido 0,60 x 6 m | 4.784 | 43.056 |

| | | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| 12 | Alcantarillas cemento comprimido 0,80 x 6 m | 8.877 | 106.524 |
| 2 | Sifones hormigón 0,86x20 m, Q=470 l/s | 18.835 | 37.670 |
| 18 | Saltillos hormigón 1 m desnivel, Q=150 l/s | 4.954 | 89.172 |
| 5 | Puentes madera 3 m x 5 m | 30.340 | 151.700 |
| | | | 678.249 |

## II. DISTRIBUCION Y COSTO DE ESTRUCTURAS POR ESTRATOS

### ESTRATO PEQUEÑO

| | | | |
|---|---|---|---|
| 896 | Compuertas madera 0,30 x 0,40 m | 343 | 307.328 |
| 112 | Alcantarillas cemento comprimido 0,30 x 5 m | 2.843 | 318.416 |
| 112 | Alcantarillas cemento comprimido 0,40 x 5 m | 3.181 | 356.272 |
| | | | 982.016 |

### ESTRATO MEDIANO

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1728 | Compuertas madera 0,30 x 0,40 m | 343 | 592.704 |
| 72 | Cajas distribuidoras madera 2 entregas 0,40 x 0,50 m | 2.295 | 165.240 |
| 144 | Alcantarillas cemento comprimido 0,40 x 5 m | 3.181 | 458.064 |
| 216 | Alcantarillas cemento comprimido 0,50 x 5 m | 3.517 | 759.672 |
| | | | 1.975.680 |

### ESTRATO MEDIANO GRANDE

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1080 | Compuertas madera 0,30 x 0,40 m | 343 | 370.440 |
| 90 | Cajas distribuidoras madera 2 entregas 0,40 x 0,60 m | 2.531 | 227.790 |
| 15 | Compuertas hormigón 2 entregas Q=320 l/s | 20.492 | 307.380 |
| 150 | Alcantarillas cemento comprimido 0,60 x 6 m | 4.784 | 717.600 |
| 45 | Alcantarillas cemento comprimido 0,80 x 6 m | 8.877 | 399.465 |
| 30 | Sifones hormigón 0,60x20 Q=150 l/s | 13.214 | 396.420 |
| 90 | Saltillos hormigón 1 m desnivel Q=150 l/s | 4.954 | 445.860 |
| | | | 2.864.955 |

## FE DE ERRATAS

| Página | Línea | Dice | Debe Decir |
|---|---|---|---|
| 509 | 6 | 1 500 m2 | 4 500 m2 |
| 509 | 8 | 0.50 m | 0.40 m |
| 509 | 9 | 1.44 m | 1.34 m |
| 511 | 14 | 10 000 m2 | 20 000 m2 |

## ANTECEDENTES Y CRITERIOS PARA LA FIJACION DE COSTOS DE CONSTRUCCION.

Para el análisis de costo de construcción de los embalses reguladores de noche del Proyecto y solamente para este fin, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios y antecedentes:

a) Ocho planos topográficos en escala 1:500 o menos con curvas de nivel cada 2.21 y 0.50 m en diversas partes del área;
b) Los embalses se ubicarán de preferencia en las zonas altas en los suelos Las Doscientas, Pencahue, Cabreria, Cunculén y Montonera;
c) Debido al criterio anterior se hizo un proyecto de los embalses para un terreno con pendiente trasversal uniforme del 2%;
d) Se hizo un proyecto distinto para cada uno de los predios tipo de los estratos Mediano, Mediano Grande y Grande, aceptando que cada uno de los predios de más de 40 hás de superficie productiva estará provista de un embalse individual;
e) Para los predios de menos de 40 hás entre los cuales figura el estrato Pequeño y una parte del estrato Mediano, se estimó que se construirian embalses multiprediales para regular superficies mínimas de 40 hás.

De acuerdo con el criterio expuesto de superficie mínima, no se pretende hacer una recomendación en este sentido, sino que sólo se tiene por objeto permitir una determinación de costos. La fijación de la superficie de regulación de cada embalse y el número de ellos dependerá de políticas crediticias y de ejecución de obras aun no bien definidas. Por este motivo no se ha estimado aconsejable precisar con más exactitud este aspecto del problema. En todo caso, si finalmente, la superficie de regulación de cada embalse fuera mayor que la supuesta, el programa de construcción de ellos sería más económico que lo calculado.

# A P E N D I C E 10

## CALCULO DE COSTO DE TRANQUES DE ACUMULACION NOCTURNA

## CALCULO DE COSTO DE TRANQUES DE ACUMULACION NOCTURNA

### 1. TRANQUE PARA REGULAR REGADIO 40 HECTAREAS.

(Predio-Tipo mediano).

#### 1.1. Características.

| | |
|---|---|
| - Volumen agua acumulada | 2.100 m3 |
| - Superficie embalse | 1.500 m2 |
| - Altura agua | 0,94 m |
| - Revancha | 0,50 m |
| - Altura total muro | 1,44 m |
| - Gasto descarga | 50,0 l/s |
| - Ancho coronamiento muro | 2,0 m |
| - Taludes muro | 1,5:1 |
| - Volumen terraplenes | 710,0 m |

#### 1.2. Obras de toma y rebalse.

Estructuras comunes para descarga agua regadío y excesos constituídos por canalización en hormigón armado que corta el muro del tranque, con conpuerta de fondo de 0,40 m de altura y 0,60 m de ancho, sobre la cual irá una cortina situada en el eje del muro que actuará como vertedero de rebalse.

Ancho de la canalización de 0,60 m, con espesor de muros y radier de 0,25 m.

#### 1.3. Materiales y presupuestos estimativos

| | Cubicación | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Volumen movimiento de tierra para terraplenes, incluyendo limpieza traza y empréstitos m3 | 1.143,0 | 20,47 | 23.397 |
| Volumen hormigón C, m3 | 4,0 | 915,95 | 3.664 |
| Fierro en armaduras, kg | 200,0 | 15,53 | 3.106 |
| Superficie moldaje, m2 | 37,0 | 112,21 | 4.152 |
| Volumen excavaciones, m3 | 23,0 | 33,39 | 768 |
| Volumen rellenos, m3 | 7,0 | 30,48 | 213 |
| Compuerta, gl | | | 3.170 |
| | | | 38.470 |

1.4. Costo unitario.

- Costo por há de riego regulada: $38.470/40 há=$ 961,75
- Costo considerado = $ 962/há

## 2. TRANQUE PARA REGULAR REGADIO 124 HECTAREAS.

(Predio-Tipo mediano grande).

2.1. Características

| | | |
|---|---|---|
| - Volumen agua acumulada | 6.500 | m3 |
| - Superficie embalse | 9.300 | m2 |
| - Altura agua | 1,40 | m |
| - Revancha | 0,50 | m |
| - Altura total muro | 1,90 | m |
| - Gasto descarga | 150,0 | l/s |
| - Ancho coronamiento muro | 2,0 | m |
| - Taludes muro | 1,5:1 | |
| - Volumen terraplenes | 1.710,0 | m3 |

2.2. Obras de toma y rebalse.

Estructuras comunes para descarga agua regadío y excesos, constituídas por canalización en hormigón armado que corta el muro del tranque, con compuerta de fondo de 0,40 m de altura y 1,00 m de ancho, sobre la cual irá una cortina situada en el eje del muro que actuará como vertedero de rebalse.

Ancho de la canalización de 1,00 m, con espesor de muros y radier de 0,30 m.

2.3. Materiales y presupuestos estimativos.

| | Cubicación | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Volumen movimiento de tierra para terraplenes, incluyendo limpieza traza y empréstitos m3 | 2.350,0 | 22,03 | 51.771 |
| Volumen hormigón C, m3 | 11,0 | 915,95 | 10.075 |
| Fierro en armaduras, kg | 550,0 | 15,53 | 8.541 |

| | Cubicación | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Superficie moldaje, m2 | 52,0 | 112,21 | 5.835 |
| Volumen excavaciones m3 | 38,0 | 33,39 | 1.269 |
| Volumen rellenos m3 | 14,0 | 30,48 | 427 |
| Compuerta, gl. | | | 4.400 |
| | | | 82.318 |

2.4. Costo unitario.

- Costo por há de riego regulada: $82.318/124 hás=$ 663,85
- Costo considerado: $ 664/há

3. TRANQUE PARA REGULAR REGADIO 382 HECTAREAS.

(Predio-Tipo grande).

3.1. Características.

| | | |
|---|---|---|
| - Volumen agua acumulada | 20.000 | m3 |
| - Superficie embalse | 10.000 | m2 |
| - Altura agua | 2,0 | m |
| - Revancha | 0,60 | m |
| - Altura total muro | 2,60 | m |
| - Gasto descarga | 463,0 | l/s |
| - Ancho coronamiento muro | 2,0 | m |
| - Taludes muro: a) aguas arriba | 2:1 | |
| b) aguas abajo | 1,75:1 | |
| - Volumen terraplenes | 4.390,0 | m3 |

3.2. Obras de toma y rebalse.

Estructuras comunes para descarga agua regadío y excesos, constituídas por una torre circular de hormigón armado situada en el interior del embalse de 1,00 m de diámetro 2,80 m altura y 0,25 m espesor, con una compuerta de fondo de 0,60 m x 0,60 m y un puente de maniobras unido con el muro del tranque.

La torre descarga al exterior mediante una tubería de cemento comprimido de 0,80 m de diámetro interior revestida con hormigón, que termina en una cámara que da origen

al canal de riego.

La descarga del agua para regadío se obtiene accionando la compuerta de la torre, en tanto que las aguas de exceso vierten sobre la torre y se evacuan por la tubería.

3.3. Materiales y presupuesto estimativo.

| | Cubicación | $/unidad | Total $ |
|---|---|---|---|
| Volumen movimiento de tierra para terraplenes, incluyendo limpieza traza y empréstitos m3 | 4.390,0 | 22,03 | 96.712 |
| Volumen hormigón C, m3 | 21,0 | 915,95 | 19.235 |
| Fierro en armaduras, kg | 390,0 | 15,53 | 6.057 |
| Superficie moldaje | | | |
| a) curvo m2 | 22,0 | 136,30 | 2.999 |
| b) recto m2 | 44,0 | 112,21 | 4.937 |
| Tubos cemento comprimido de 0,80 m diametro, incluyendo transporte y colocación, m.l. | 12,0 | 459,30 | 5.512 |
| Volumen excavaciones m3 | 40,0 | 33,39 | 1.336 |
| Volumen rellenos m3 | 23,0 | 30,48 | 701 |
| Compuerta, gl | | | 8.800 |
| Puente de maniobras, gl. | | | 12.500 |
| | | | 158.789 |

3.4. Costo unitario.

- Costo por há de riego regulada: $158.789/382 hás=$415,68
- Costo considerado: $ 416/há.

# A P E N D I C E 11

## CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE DESAGUES INTERIORES

## CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE DESAGUES INTERIORES

| PREDIOS-TIPO: | Pequeño y Mediano | Mediano Grande | Grande |
|---|---|---|---|
| Pendiente | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Taludes | 1:1 | 1:1 | 1:1 |
| Coeficiente n | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| Ancho base | 0,35 m | 0,40 m | 0,40 m |
| Ancho boca | 1,15 m | 1,40 m | 1,50 m |
| Altura agua | 0,26 m | 0,35 m | 0,41 m |
| Relación h/b | 0,74 | 0,87 | 1,02 |
| Altura total | 0,40 m | 0,50 m | 0,55 m |
| Sección excavación | 0,30 m2 | 0,45 m2 | 0,523 m2 |
| Caudal | 55,5 l/s | 104,0 l/s | 150,0 l/s |