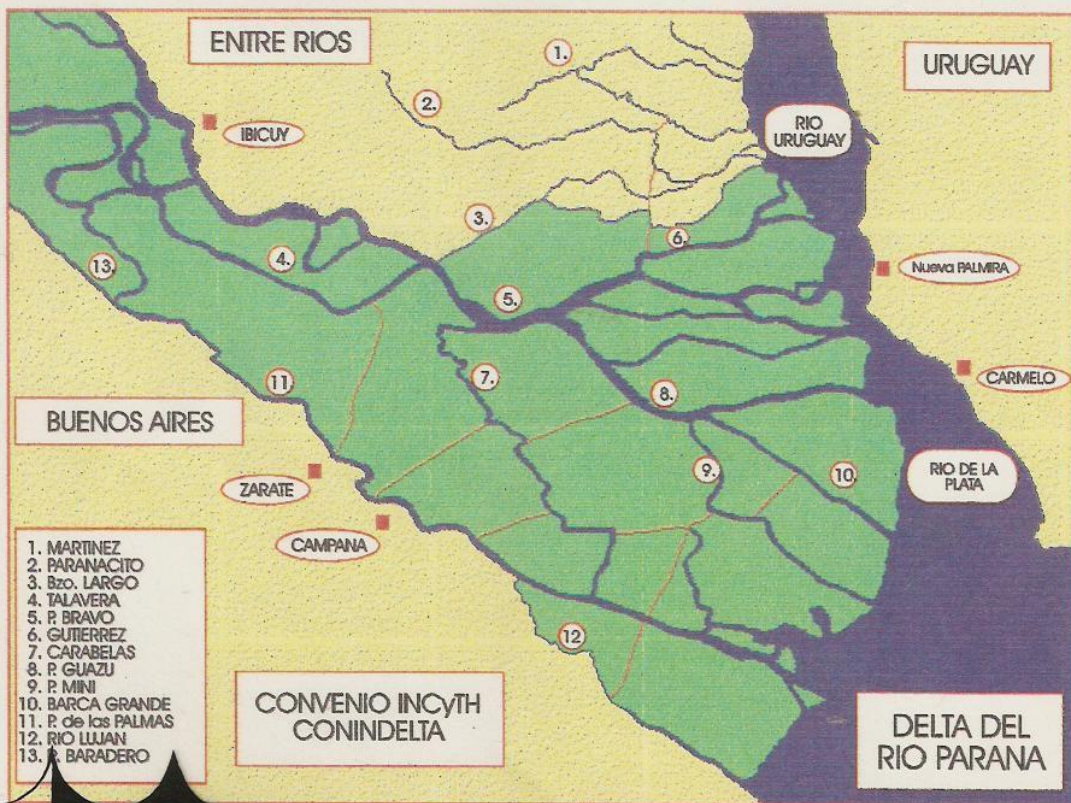


**Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano**  
**Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas**

**ESTUDIO HIDRODINAMICO DEL DELTA  
DEL RIO PARANA MEDIANTE  
MODELACION MATEMATICA**  
**Informe Final**

**Volumen I/II**



**INCYTH**

**Laboratorio de Hidráulica Aplicada**

Diciembre, 1995  
Informe LHA-INCYTH 137-03-95

**SECRETARIA DE  
RECURSOS NATURALES  
Y AMBIENTE HUMANO**

**Dr. ANGEL N. MENENDEZ  
JEFE DTG. MODELOS MATEMATICOS**  
**INSTITUTO NACIONAL  
DE CIENCIA Y TECNICA  
HIDRICAS**

**LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA**

**ESTUDIO HIDRODINAMICO DEL DELTA DEL RIO PARANA  
MEDIANTE MODELACION MATEMATICA  
Informe Final**

Informe LHA-INCYTH 137-03-95

Ezeiza, diciembre de 1995

**SECRETARIA DE  
RECURSOS NATURALES  
Y AMBIENTE HUMANO**

**INSTITUTO NACIONAL  
DE CIENCIA Y TECNICA  
HIDRICAS**

**LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA**

**ESTUDIO HIDRODINAMICO DEL DELTA DEL RIO PARANA  
MEDIANTE MODELACION MATEMATICA  
Informe Final**

**RESUMEN**

Se complementa la recopilación y análisis de datos de base presentada en el Informe de Avance N° 1, añadiendo información estadística y una descripción cuali-cuantitativa de las grandes crecidas en el Delta del río Paraná. Se describen detalladamente la implementación y la calibración del modelo matemático hidrodinámico del Delta. Se presentan y analizan los resultados de ensayos realizados simulando condiciones de cambio morfológico en algunos cursos del entramado fluvial.

DESCRIPTORES TEMATICOS: modelación matemática, simulación numérica, modelo matemático hidrodinámico unidimensional, mareas, niveles, ondas en aguas someras, ecuaciones de Saint Venant, redes de canales, velocidades, caudales, EZEIZA V.

DESCRIPTORES GEOGRAFICOS: Río de la Plata, río Paraná, ciudad de Rosario, Zárate, Campana, Baradero, Puerto Ibicuy, Palermo, Paraná de las Palmas, Paraná Guazú, Paraná Bravo, río Uruguay, río Carabelas Grande, República Argentina, República Oriental del Uruguay.

DESCRIPTORES INSTITUCIONALES: CONINDELTA, INCYTH.

## AUTORIDADES DEL INCYTH

**PRESIDENTE:** Dr. Mario R. DE MARCO NAON

**GERENTE DE CIENCIA Y TECNICA:** Dr. Ing. Raúl A. LOPARDO

**DIRECTOR DEL LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA:**

Ing. Julio C. DE LIO

## EQUIPO DE TRABAJO

**JEFE DEL PROGRAMA HIDRAULICA COMPUTACIONAL:**

Dr. Angel N. MENENDEZ

**JEFE DEL PROGRAMA HIDRAULICA FLUVIAL:**

Ing. José D. BREA

**INVESTIGADORES:**

Ing. Fabián A. BOMBARDELLI

Ing. Mariano R. LAPETINA

Ing. Marcelo URIBURU QUIRNO (Programa Alerta Hidrológico del INCYTH)

Ing. Pablo J. BERECIARTUA

Ing. José L. MONTALVO

Ing. Andrés PFANDER

**DATOS HIDROMETRICOS:**

Ing. Juan BORUS (Programa Alerta Hidrológico del INCYTH)

**DISEÑO TECNICO:**

Srta. Susana HAYE

**INFORME PRODUCIDO POR:**

Ing. Fabián A. BOMBARDELLI

Dr. Angel N. MENENDEZ

Ing. José D. BREA

Ing. Mariano R. LAPETINA

Ing. Marcelo URIBURU QUIRNO

## **AGRADECIMIENTO**

Los investigadores que participaron en este trabajo desean expresar su más sincero agradecimiento al Lic. Esteban y al Sr. Pedrini por su colaboración en la obtención de datos de niveles, de relevancia para la calibración del modelo del Delta del río Paraná.

# INDICE DE MATERIAS

## VOLUMEN I

---

### LISTA DE FIGURAS

### LISTA DE TABLAS

### ABREVIATURAS

### INTRODUCCION

### CAPITULO 1: RECOPIACION Y ANALISIS DE ANTECEDENTES

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1.1 ANALISIS DE CRECIDAS    | 2 |
| 1.1.1 Crecida de 1983       | 2 |
| 1.1.2 Crecida de 1992       | 4 |
| 1.1.3 Crecida de 1985       | 4 |
| 1.1.4 Otras crecidas        | 5 |
| 1.2 INFORMACION ESTADISTICA | 5 |
| 1.2.1 Río Uruguay           | 5 |
| 1.2.2 Delta                 | 6 |

### CAPITULO 2: DATOS DE BASE PARA LA MODELACION HIDRODINAMICA

|  |    |
|--|----|
| 2.1 EXTENSION DEL MODELO                         | 7  |
| 2.2 DATOS HIDROMETRICOS                          | 7  |
| 2.2.1 Eventos de calibración                     | 7  |
| 2.2.2 Registros disponibles                      | 8  |
| 2.2.3 Análisis de consistencia de la información | 8  |
| 2.2.3.1 Río de la Plata Superior y Medio         | 9  |
| 2.2.3.2 Isla Martín García                       | 9  |
| 2.2.3.3 Guazú-Guazucito                          | 10 |
| 2.2.3.4 Otras estaciones                         | 10 |
| 2.2.3.5 Niveles medios                           | 11 |
| 2.3 BATIMETRIA                                   | 11 |
| 2.3.1 Eventos y secciones de análisis            | 11 |
| 2.3.2 Sedimentos                                 | 12 |
| 2.3.3 Material en suspensión                     | 13 |
| 2.3.4 Procesamiento de la información            | 13 |
| 2.3.4.1 Niveles mínimos del lecho                | 13 |
| 2.3.4.2 Anchos en superficie                     | 13 |
| 2.3.4.3 Areas de márgenes llenas                 | 14 |
| 2.3.4.4 Tirantes medios                          | 14 |
| 2.3.4.5 Conductancia hidráulica                  | 14 |
| 2.3.4.6 Cálculos de erosiones generalizadas      | 14 |
| 2.3.5 Conclusiones                               | 15 |

### CAPITULO 3: IMPLEMENTACION Y CALIBRACION DEL MODELO

|  |    |
|--|----|
| 3.1 IMPLEMENTACION                       | 16 |
| 3.1.1 Determinación de la red de cálculo | 16 |
| 3.1.1.1 Selección de los cursos          | 16 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 3.1.1.2 | Planicies de inundación . . . . .                          | 16 |
| 3.1.1.3 | Construcción de la red . . . . .                           | 18 |
| 3.1.2   | Batimetría . . . . .                                       | 18 |
| 3.1.3   | Topografía . . . . .                                       | 19 |
| 3.1.4   | Rugosidad . . . . .  | 20 |
| 3.1.5   | Condiciones iniciales . . . . .                            | 20 |
| 3.1.6   | Conceptos generales relativos a condiciones de borde . .   | 21 |
| 3.1.7   | Parámetros numéricos y características de las corridas . . | 21 |
| 3.2     | CRECIDA DE 1985 . . . . .                                  | 22 |
| 3.2.1   | Condiciones de borde . . . . .                             | 22 |
| 3.2.2   | Calibración . . . . .                                      | 22 |
| 3.2.2.1 | Niveles . . . . .  | 23 |
| 3.2.2.2 | Repartición de caudales . . . . .                          | 23 |
| 3.2.3   | Pendientes de los cursos . . . . .                         | 25 |
| 3.3     | CRECIDA DE 1992 . . . . .                                  | 25 |
| 3.3.1   | Condiciones de borde . . . . .                             | 25 |
| 3.3.2   | Calibración . . . . .                                      | 26 |
| 3.3.2.1 | Niveles . . . . .  | 26 |
| 3.3.2.2 | Repartición de caudales . . . . .                          | 26 |
| 3.3.2.3 | Comparación de caudales medidos y modelados . . . . .      | 27 |
| 3.3.3   | Pendientes de los cursos . . . . .                         | 27 |
| 3.4     | IMPLEMENTACION DEL MODELO REDUCIDO . . . . .               | 27 |
| 3.4.1   | Determinación de la red de cálculo . . . . .               | 28 |
| 3.4.1.1 | Selección de los cursos . . . . .                          | 28 |
| 3.4.1.2 | Armado de la red . . . . .                                 | 28 |
| 3.4.2   | Condiciones de borde . . . . .                             | 28 |
| 3.4.3   | Parámetros numéricos y características de la corrida . . . | 28 |
| 3.4.4   | Comparaciones . . . . .                                    | 29 |

**CAPITULO 4: SENSIBILIDAD DEL REGIMEN HIDRODINAMICO A VARIACIONES GEOMORFOLOGICAS**

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 4.1 | ENSAYO 1: OBSTRUCCION DEL RIO PARANA MINI . . . . .    | 30 |
| 4.2 | ENSAYO 2: PROFUNDIZACION DEL RIO PARANA MINI . . . . . | 31 |
| 4.3 | ENSAYO 3: CANALIZACION DEL RIO CARABELAS GRANDE . . .  | 32 |

**CONCLUSIONES**

**REFERENCIAS**

**TABLAS**

**FIGURAS**

**VOLUMEN II**

**FIGURAS (Continuación)**

**ANEXO**

## LISTA DE FIGURAS

- 1.1 Niveles en la escala de Rosario. Máximas crecidas del siglo
- 1.2 Propagación del primer pico de crecida de 1982/1983
- 1.3 Aforos en Ruta 12. Distribución de caudales en puentes y alcantarillas
- 1.4 Repartición de caudales entre los ríos Paraná de las Palmas y Paraná Guazú
- 1.5 Ciudad de Concordia (1931-1993). Recurrencia de caudales máximos
- 1.6a Recurrencia de picos de crecidas ingresantes al embalse de Salto Grande
- 1.6b Recurrencia de caudales máximos aportados al embalse de Salto Grande
- 1.7 Curvas de permanencia de niveles (mareógrafo Paraná de las Palmas-Paraná Guazú)
- 1.8 Curvas de permanencia de niveles (mareógrafo Baradero)
- 1.9 Curvas de permanencia de niveles (mareógrafo Zárate)
  
- 2.1 Ceros de las escalas argentinas y uruguayas
- 2.2 Ceros locales
- 2.3a Series temporales de niveles en Nueva Palmira y Carmelo (año 1992)
- 2.3b Series temporales de niveles en Nueva Palmira y Colonia (año 1992)
- 2.3c Series temporales de niveles en Carmelo y Colonia (año 1992)
- 2.3d Series temporales de niveles en Carmelo y Nueva Palmira (año 1985)
- 2.4a Series temporales de niveles en Martín García y Carmelo (año 1985)
- 2.4b Series temporales de niveles en Martín García y Carmelo (año 1985)
- 2.5a Series temporales de niveles en Guazú-Guazucito y Carmelo (año 1992)
- 2.5b Series temporales de niveles en Carmelo y Guazú-Guazucito (año 1985)
- 2.5c Series temporales de niveles en Guazú-Guazucito y Carmelo (año 1992)
- 2.6a Series temporales de niveles en Concordia (año 1985)
- 2.6b Series temporales de niveles en Concordia (año 1992)
- 2.6c Series temporales de niveles en Baradero (año 1985)
- 2.6d Series temporales de niveles en Baradero (año 1992)
- 2.6e Series temporales de niveles en Ibicuy (año 1992)
- 2.6f Series temporales de niveles en Brazo Largo (año 1985)
- 2.7a Series temporales de niveles en Palermo y Olivos (año 1985)
- 2.7b Series temporales de niveles en Palermo y Olivos (año 1992)
- 2.8 Series temporales de niveles en Palermo y Colonia (año 1992)
- 2.9a Series temporales de niveles en las estaciones Zárate y Campana (1985)
- 2.9b Series temporales de niveles en las estaciones Zárate y Campana (1992)
- 2.10 Niveles medios en el Río de la Plata
- 2.11a Curva h-Q en Rosario (Motor Columbus)
- 2.11b Nivel en la estación Rosario para la crecida de 1983
- 2.12a Río Paraná de las Palmas. Progresiva 1.5
- 2.12b Río Paraná de las Palmas. Progresiva 20.8
- 2.12c Río Paraná de las Palmas. Progresiva 48.05
- 2.12d Río Paraná de las Palmas. Progresiva 55.8
- 2.12e Río Paraná de las Palmas. Progresiva 79.8
- 2.12f Río Paraná de las Palmas. Progresiva 111.8
- 2.13 Sección transversal tipo del Río Paraná de las Palmas en la zona de la vuelta de San Antonio
- 2.14 Río Paraná de las Palmas. Niveles mínimos del lecho
- 2.15 Río Paraná de las Palmas. Anchos en superficie
- 2.16 Río Paraná de las Palmas. Areas transversales
- 2.17 Río Paraná de las Palmas. Tirantes medios
- 2.18 Río Paraná de las Palmas. Conductancia
- 2.19a Río Paraná de las Palmas. Diferencias de conductancia
- 2.19b Río Paraná de las Palmas. Conductancia - Diferencia porcentual

- 3.8a y b Conductividad de las secciones - Paraná de las Palmas
- 3.8c Conductividad de las secciones - Paraná Guazú
- 3.8d Conductividad de las secciones - Paraná Miní
- 3.8e Conductividad de las secciones - Paraná Bravo
- 3.9 Series temporales de niveles en Puerto Ibicuy y Brazo Largo (año 1985)
- 3.10 Series temporales de niveles en San Pedro, Zárate y Baradero (año 1985)
- 3.11a Nivel en la estación Zárate - Escenario de calibración (1985)
- 3.11b Nivel en la estación Campana - Escenario de calibración (1985)
- 3.11c Nivel en la estación Paso Hervidero - Escenario de calibración (1985)
- 3.11d Nivel en la estación Nueva Escocia - Escenario de calibración (1985)
- 3.11e Nivel en la estación Fábrica Colón - Escenario de calibración (1985)
- 3.11f Nivel en la estación Colón - Escenario de calibración (1985)
- 3.11g Nivel en la estación Concepción del Uruguay - Escenario de calibración (1985)
- 3.11h Nivel en la estación Nueva Palmira - Escenario de calibración (1985)
- 3.11i Nivel en la estación Carmelo - Escenario de calibración (1985)
- 3.11j Nivel en la estación Brazo Largo - Escenario de calibración (1985)
- 3.11k Nivel en la estación Chaná-Miní - Escenario de calibración (1985)
- 3.12a Repartición porcentual de caudales - Valores medidos y modelados (año 1985)
- 3.12b Repartición porcentual para el caudal pico (año 1985)
- 3.12c Caudales ingresantes al modelo - Escenario de calibración (año 1985)
- 3.12d Porcentaje de caudales ingresantes al modelo - Escenario de calibración (año 1985)
- 3.12e Repartición media anual de caudales ingresantes (año 1985)
- 3.13a Repartición porcentual de caudales - Valores medidos y modelados (año 1985)
- 3.13b Repartición porcentual para el caudal pico de la crecida (año 1985)
- 3.13c Caudales salientes del modelo - Escenario de calibración (año 1985)
- 3.13d Porcentaje de caudales aguas abajo - Escenario de calibración (año 1985)
- 3.14a y b Nivel en el río Paraná de las Palmas. Escenario de calibración (año 1985)
- 3.14c y d Nivel en el río Paraná Guazú. Escenario de calibración (año 1985)
- 3.14e y f Nivel en el río Paraná Miní. Escenario de calibración (año 1985)
- 3.14g y h Nivel en el río Barca Grande. Escenario de calibración (año 1985)
- 3.14 i y j Nivel en el río Paraná Bravo. Escenario de calibración (año 1985)
- 3.15 Direcciones de escurrimiento de aguas de desborde. Crecida de 1983.
- 3.16a Nivel en la estación Zárate - Escenario de calibración (1992)
- 3.16b Nivel en la estación Colón - Escenario de calibración (1992)
- 3.16c Nivel en la estación Nueva Palmira - Escenario de calibración (1992)
- 3.16d Nivel en la estación Carmelo - Escenario de calibración (1992)
- 3.16e Nivel en la estación Brazo Largo - Escenario de calibración (1992)
- 3.16f Nivel en la estación Chaná-Miní - Escenario de calibración (1992)
- 3.17a Repartición porcentual de caudales - Valores medidos y modelados (año 1992)
- 3.17b Repartición porcentual para el caudal pico (año 1992)
- 3.17c Caudales ingresantes al modelo - Escenario de calibración (año 1992)
- 3.17d Porcentaje de caudales ingresantes - Escenario de calibración (año 1992)
- 3.17e Repartición media anual de caudales ingresantes al modelo (año 1992)
- 3.18a Repartición porcentual de caudales - Valores medidos y modelados (año 1992)
- 3.18b Repartición porcentual para el caudal pico (año 1992)
- 3.18c Caudales salientes del modelo - Escenario de calibración (año 1992)

- 3.1 Esquema de una sección transversal de un curso del Delta del Río Paraná
- 3.2 Esquematación del Delta del Río Paraná - Modelo Ampliado
- 3.3 Secciones empleadas en los modelos matemáticos del Delta del Río Paraná
- 3.4a Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 0.00
- 3.4b Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 20.80
- 3.4c Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 39.80
- 3.4d Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 59.80
- 3.4e Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 79.80
- 3.4f Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 99.80
- 3.4g Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 119.65
- 3.4h Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 128.00
- 3.4i Río Paraná Ibicuy. Sección progresiva Km 0.00
- 3.4j Río Paraná Guazú. Sección progresiva Km 10.65
- 3.4k Río Paraná Guazú. Sección progresiva Km 19.65
- 3.4l Río Paraná Guazú. Sección progresiva Km 39.50
- 3.4m Río Paraná Guazú. Sección progresiva Km 61.20
- 3.4n Río Paraná Guazú. Sección progresiva Km 82.00
- 3.4o Río Paraná Guazú. Sección progresiva Km 94.00
- 3.4p Río Paraná Mini. Sección progresiva Km 0.00
- 3.4q Río Paraná Mini. Sección progresiva Km 10.25
- 3.4r Río Paraná Mini. Sección progresiva Km 22.05
- 3.4s Río Paraná Mini. Sección progresiva Km 33.95
- 3.4t Río Paraná Bravo. Sección progresiva Km 0.00
- 3.4u Río Paraná Bravo. Sección progresiva Km 12.30
- 3.4v Río Paraná Bravo. Sección progresiva Km 19.80
- 3.4w Río Paraná Bravo. Sección progresiva Km 29.40
- 3.5a y b Conductividad de las secciones - Paraná de las Palmas
- 3.5c Conductividad de las secciones - Paraná Guazú
- 3.5d Conductividad de las secciones - Paraná Miní
- 3.5e Conductividad de las secciones - Paraná Bravo
- 3.6 Detalle de la digitalización del Delta del Río Paraná.
- 3.7a Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 0.00
- 3.7b Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 20.80
- 3.7c Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 39.80
- 3.7d Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 59.80
- 3.7e Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 79.80
- 3.7f Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 99.80
- 3.7g Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 119.65
- 3.7h Río Paraná de las Palmas. Sección progresiva Km 128.00
- 3.7i Río Paraná Ibicuy. Sección progresiva Km 0.00
- 3.7j Río Paraná Guazú. Sección progresiva Km 10.65
- 3.7k Río Paraná Guazú. Sección progresiva Km 19.65
- 3.7l Río Paraná Guazú. Sección progresiva Km 39.50
- 3.7m Río Paraná Guazú. Sección progresiva Km 61.20
- 3.7n Río Paraná Guazú. Sección progresiva Km 82.00
- 3.7o Río Paraná Guazú. Sección progresiva Km 94.00
- 3.7p Río Paraná Mini. Sección progresiva Km 0.00
- 3.7q Río Paraná Mini. Sección progresiva Km 10.25
- 3.7r Río Paraná Mini. Sección progresiva Km 22.05
- 3.7s Río Paraná Mini. Sección progresiva Km 33.95
- 3.7t Río Paraná Bravo. Sección progresiva Km 0.00
- 3.7u Río Paraná Bravo. Sección progresiva Km 12.30
- 3.7v Río Paraná Bravo. Sección progresiva Km 19.80
- 3.7w Río Paraná Bravo. Sección progresiva Km 29.40

- 3.18d Porcentaje de caudales aguas abajo - Escenario de calibración (año 1985)
- 3.19a y b Nivel en el río Paraná de las Palmas. Escenario de calibración (año 1992)
- 3.19c y d Nivel en el río Paraná Guazú. Escenario de calibración (año 1992)
- 3.19e y f Nivel en el río Paraná Miní. Escenario de calibración (año 1992)
- 3.19g y h Nivel en el río Barca Grande. Escenario de calibración (año 1992)
- 3.19 i y j Nivel en el río Paraná Bravo. Escenario de calibración (año 1992)
- 3.20 Esquema del Delta del Río Paraná. Modelo reducido.
- 3.21a Series temporales de niveles en Campana (año 1985)
- 3.21b Series temporales de niveles en Paso Hervidero (año 1985)
- 3.21c Series temporales de niveles en Nueva Escocia (año 1985)
- 3.21d Series temporales de niveles en Fábrica Colón (año 1985)
- 3.21e Series temporales de niveles en Colón (año 1985)
- 3.21f Series temporales de niveles en Concepción de Uruguay (año 1985)
- 3.21g Series temporales de niveles en Nueva Palmira (año 1985)
- 3.21h Series temporales de niveles en Carmelo (año 1985)
- 3.21i Series temporales de niveles en Chaná-Miní (año 1985)
- 3.21j Series temporales de niveles en la bifurcación de P.Guazú y P.Miní (1985)
  
- 4.1a Sección del río Paraná Miní. Progresiva km 26.05 - Ensayo 1
- 4.1b Sección del río Paraná Miní. Progresiva km 29.91 - Ensayo 1
- 4.1c Sección del río Paraná Miní. Progresiva km 33.95 - Ensayo 1
- 4.2a Nivel en la estación Zárate. Ensayo 1 (1985)
- 4.2b Nivel en la estación Brazo Largo. Ensayo 1 (1985)
- 4.2c Nivel en la estación Carmelo. Ensayo 1 (1985)
- 4.2d Nivel en la estación Nueva Palmira. Ensayo 1 (1985)
- 4.2e Nivel en la bifurcación Paraná Miní - Paraná Guazú. Ensayo 1 (año 1985)
- 4.3a Nivel en la Progresiva Km 10 del Paraná Miní - Ensayo 1 (año 1985)
- 4.3b Nivel en Estación Chaná-Miní Progresiva Km 24.95 - Ensayo 1 (año 1985)
- 4.3c Nivel en la Progresiva Km 30 del Paraná Miní - Ensayo 1 (año 1985)
- 4.4a Caudal en la bifurcación Paraná Miní - Paraná Guazú - Ensayo 1 (año 1985)
- 4.4b Velocidad en la bifurcación Paraná Miní - Paraná Guazú - Ensayo 1 (año 1985)
- 4.4c Velocidades medias en el P. Miní comparadas para T = 200 días
- 4.5a Sección del río Paraná Miní. Progresiva km 26.05 - Ensayo 2
- 4.5b Sección del río Paraná Miní. Progresiva km 29.91 - Ensayo 2
- 4.5c Sección del río Paraná Miní. Progresiva km 33.95 - Ensayo 2
- 4.6a Nivel en la estación Zárate. Ensayo 2 (1985)
- 4.6b Nivel en la estación Brazo Largo. Ensayo 2 (1985)
- 4.6c Nivel en la estación Carmelo. Ensayo 2 (1985)
- 4.6d Nivel en la estación Nueva Palmira. Ensayo 2 (1985)
- 4.7a Nivel en la Progresiva Km 10 del Paraná Miní - Ensayo 2 (año 1985)
- 4.7b Nivel en Estación Chaná-Miní Progresiva Km 24.95 - Ensayo 2 (año 1985)
- 4.7c Nivel en la Progresiva Km 30 del Paraná Miní - Ensayo 2 (año 1985)
- 4.7d Nivel en la bifurcación Paraná Miní - Paraná Guazú. Ensayo 2 (año 1985)
- 4.8a Caudal en la bifurcación Paraná Miní - Paraná Guazú - Ensayo 2 (año 1985)
- 4.8b Velocidad en la bifurcación Paraná Miní - Paraná Guazú - Ensayo 2 (año 1985)
- 4.8c Velocidades medias en el P. Miní comparadas para T = 200 días
- 4.9a Perfiles longitudinales del P. Miní comparados para T = 200 días
- 4.9b Velocidades medias en el río P. Miní comparadas para T = 200 días
- 4.10a Sección del río Carabelas Grande. Progresiva Km 4.00 - Ensayo 3
- 4.10b Sección del río Carabelas Grande. Progresiva Km 44.00 - Ensayo 3
- 4.10c Sección del río Carabelas Grande. Progresiva Km 53.30 - Ensayo 3

- 4.11a Nivel en la estación Zárate. Ensayo 3 (1985)
- 4.11b Nivel en la estación Brazo Largo. Ensayo 3 (1985)
- 4.11c Nivel en la estación Carmelo. Ensayo 3 (1985)
- 4.11d Nivel en la estación Nueva Palmira. Ensayo 3 (1985)
- 4.11e Nivel en la bifurcación Paraná Guazú - Carabelas Grande. Ensayo 3 (año 1985)
- 4.12a Nivel en la Progresiva Km 10 del Carabelas Grande - Ensayo 3 (año 1985)
- 4.12b Nivel en la Progresiva Km 30 del Carabelas Grande - Ensayo 3 (año 1985)
- 4.12c Nivel en la Progresiva Km 50 del Carabelas Grande - Ensayo 3 (año 1985)
- 4.13a Caudal en la Progresiva Km 10 del Carabelas Grande - Ensayo 3 (año 1985)
- 4.13b Caudal en la Progresiva Km 30 del Carabelas Grande - Ensayo 3 (año 1985)
- 4.13c Caudal en la Progresiva Km 50 del Carabelas Grande - Ensayo 3 (año 1985)
- 4.14a Perfiles longitudinales del Carabelas Grande comparados para  $T = 200$  días
- 4.14b Repartición de caudales aguas abajo del río Carabelas

## LISTA DE TABLAS

- 1.1 Aforos realizados para el pico de Enero de 1983.
  - 1.2 Aforos realizados en Abril de 1983.
  - 1.3 Aforos realizados para la crecida de 1992.
  - 1.4 Caudal, Velocidad Media y Sección en Puentes y Alcantarillas.
  - 1.5a Aforos realizados en Cinco Bocas para Febrero de 1990.
  - 1.5b Repartición de caudales en los nudos: comparación 1920-90.
  - 1.5c Repartición de caudales entre los ríos Paraná de las Palmas y Paraná Guazú
  - 1.6a y b Repartición de caudales en los cursos del Delta del río Paraná. Valores medidos
  - 1.7 Río Uruguay en Ciudad de Concordia. Recurrencia de caudales máximos anuales.
- 
- 2.1 Información de base. Estaciones con registro de niveles.
  - 2.2 Ceros hidrográficos e hidrométricos en la zona de Delta de Río Paraná.
  - 2.3 Tabla de ceros hidrométricos.
  - 2.4 Listado de cartas topográficas del IGM existentes en el INCYTH (LHA)
- 
- 3.1 Características de los filamentos del modelo ampliado del Delta del río Paraná
  - 3.2 Características de los filamentos de la red
  - 3.3 Rangos de cotas de la digitalización del Delta del río Paraná
  - 3.4 Coeficientes de rugosidad de Manning resultantes de la calibración
  - 3.5 Pendientes de la superficie libre de los principales cursos del Delta de río Paraná
  - 3.6 Crecida de 1992: comparación de caudales medidos y modelados
  - 3.7 Pendientes de la superficie libre de los principales cursos del Delta de río Paraná

## ABREVIATURAS

DNCPyVN: Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables

DPHER: Dirección Provincial de Hidráulica de Entre Ríos

PNA: Prefectura Naval Argentina

CZBL: Complejo Ferroviario Zárate-Brazo Largo

RN12: Ruta Nacional N° 12

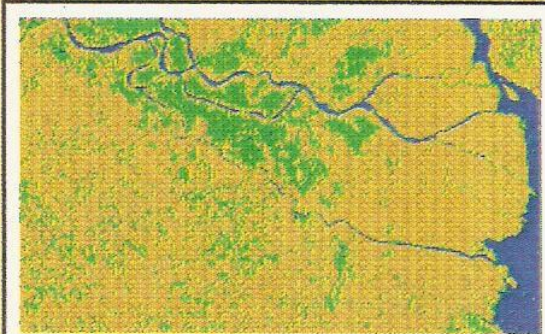
IGM: Instituto Geográfico Militar

MOP: Ministerio de Obras Públicas

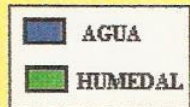
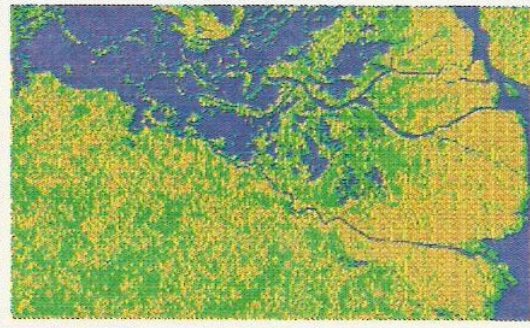


ANALISIS MULTITEMPORAL DE IMAGENES SATELITARIAS

MSS 225-084  
30-03-85



MSS 225-084  
03-10-83



INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNICA HIDRICAS

Lámina 2

## INTRODUCCION

El Consejo Intermunicipal del Delta (CONINDELTA) efectivizó un convenio con el INCYTH para que éste, a través de su Laboratorio de Hidráulica Aplicada (LHA), realizara un estudio hidrodinámico del Delta del río Paraná mediante modelación matemática, con los siguientes objetivos:

- a) disponer de un modelo hidrodinámico unidimensional del Delta bonaerense que permita predecir su comportamiento ante distintas situaciones naturales o producidas por la acción antrópica;
- b) en particular, determinar los efectos que producirían eventuales dragados o canalizaciones en diversos cursos.

El estudio ha sido estructurado de acuerdo a las siguientes tareas:

- 1) Recopilación de antecedentes (topobatimetrías, niveles líquidos, aforos, etc.).
- 2) Realización de campañas de mediciones a fin de complementar la información existente.
- 3) Implementación y calibración de un modelo matemático hidrodinámico unidimensional en base al sistema computacional EZEIZA V, desarrollado en el INCYTH.
- 4) Realización de ensayos numéricos con el modelo para estudiar el efecto de cambios morfológicos en algunos cursos.

En el Informe de Avance N° 1 [1] se presentaron resultados de la primera de las tareas, habiéndose incluido datos y análisis estadísticos relativos a los ríos Paraná, de la Plata y Uruguay. Asimismo, se presentaron los fundamentos y características del sistema computacional EZEIZA V, empleado en el estudio. También se mostraron algunas secciones transversales de los cursos del Delta del río Paraná utilizadas en el modelo y se brindaron detalles de una corrida preliminar.

Los resultados asociados a la tarea 2 fueron informados en [2].

En este Informe Final se presentan la implementación y la calibración del modelo matemático hidrodinámico del Delta del río Paraná, que corresponden a las tareas incluidas en el punto 3, algunos de cuyos aspectos ya fueron adelantados en el Informe de Avance N° 2 [3]. Asimismo, se presentan y analizan ensayos realizados para estudiar la respuesta del sistema frente a cambios morfológicos en distintos cursos (tareas del punto 4).

**CAPITULO 1****RECOPIACION Y ANALISIS DE ANTECEDENTES**

En el Informe de Avance N° 1 [1], se efectuó una caracterización hidrológica e hidrodinámica de los cursos que determinan el escurrimiento en el Delta: los ríos Paraná, de la Plata y Uruguay.

En el presente capítulo se completa esa caracterización, agregando un análisis de las crecidas más recientes que atravesaron el Delta, e información adicional de tipo estadística, en parte asociada a estaciones ubicadas en el interior del entramado fluvial.

**1.1 ANALISIS DE CRECIDAS**

El INCYTH, a través primordialmente de su Laboratorio de Hidráulica Aplicada (LHA) y en menor medida mediante otros centros, ha participado en estudios vinculados a las crecidas del Delta del río Paraná en diversas oportunidades, mediante la ejecución de aforos de cursos, análisis de situación y modelación matemática del escurrimiento. De estas participaciones ha resultado un banco de datos de importancia sobre las condiciones que se verificaron en la región durante esos eventos, a partir del cual resultan las consideraciones expuestas en esta sección.

En la Figura 1.1 se muestran los niveles en Rosario para tres crecidas relativamente recientes: 1983, 1992 y 1985. A pesar de sus características disímiles, tienen en común el hecho de haber sido bien registradas. Cada una de ellas se analiza en las secciones siguientes.

**1.1.1 Crecida de 1983**

La primera tuvo asociado un tiempo de permanencia muy largo: el nivel en Rosario superó 5,5 m en la escala local durante 2,5 meses [4]. Este evento, que produjera innumerables daños sobre la Ruta Nacional N° 12 (en adelante RN12), acarreado descalce de pilas de puentes, erosiones, etc., ha sido aforada y analizada por el INCYTH [4, 5, 6]. La magnitud del perjuicio económico causado por su paso por el Delta fue el resultado de la combinación de una crecida muy importante con una creciente ocupación del valle aluvial [4].

La onda de crecida presentó tres picos, de recurrencias del orden de los 100 años [4]:

1º) diciembre de 1982-enero de 1983

2º) marzo-abril de 1983

3º) junio-julio de 1983.

El primer pico fue cercano a 26900 m<sup>3</sup>/s, aforados a la altura de la RN12 (entre Zárate y Ceibas) por el INCYTH y la Dirección Provincial de Hidráulica de Entre Ríos (DPHER) entre el 18 y el 22 de enero de 1983. Este valor es muy atenuado respecto a una medición llevada a cabo el 15 de diciembre de 1982 por la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables (DNCPyVN) y la Dirección de Recursos Hídricos de Chaco en Corrientes, que arrojó un caudal de 42000 m<sup>3</sup>/s [4]. En Villa Constitución, la entonces Agua y Energía Eléctrica (AyEE) aforó el 13 de enero de 1983 un caudal de 32000 m<sup>3</sup>/s. En la Tabla 1.1 se resumen los aforos realizados en el Delta para este pico.

El segundo pico fue aforado en el cauce y estimado en las planicies de inundación por AyEE en el Puerto San Martín el 23 de marzo de 1983, habiéndose obtenido 45500 m<sup>3</sup>/s en total. Por su parte, el INCYTH y la DPHER aforaron en la RN12 (entre Zárate y Ceibas) determinando un caudal total de 44800 m<sup>3</sup>/s, entre los días 13 y 23 de abril de 1983. El caudal que atravesó el tramo Brazo Largo-Ceibas fue de 6100 m<sup>3</sup>/s [4]. El acuerdo de los valores de caudal pico en secciones distantes se debe a la poca atenuación que sufre una crecida de tamaño permanente. En la Tabla 1.2 se resumen todos los aforos realizados para este pico. Nótese un cambio de 1 m en el nivel en Zárate (compárese con Tabla 1.1) para una modificación en el caudal de 1700 m<sup>3</sup>/s en el río Paraná de las Palmas entre los dos picos.

Para el tercer pico no se llevaron a cabo aforos en la RN12. En Zárate y Brazo Largo los niveles fueron mayores en alrededor de 0,60 m a los del pico de abril. La DPHER efectuó aforos en el tramo del ferrocarril que une Puerto Ibicuy con la estación Médanos. En base a las mediciones de abril y al aforo de la DPHER, se estimó el caudal del pico de junio-julio de 1983 en 55000 m<sup>3</sup>/s [4] para el eje del Complejo Zárate-Brazo Largo (en adelante, CZBL). Cabe acotar que, para este pico, los aforos realizados por la DNCPyVN y la Dirección de Recursos Hídricos de Chaco en Corrientes arrojaron un caudal total de 58700 m<sup>3</sup>/s [4].

De acuerdo a [4], la crecida del año hidrológico 1982/83 puede caracterizarse en base a un estado pseudo-permanente: "...el tiempo de permanencia de estos niveles fue más del doble del tiempo necesario para que un pico de crecida recorra el sistema, desde Corrientes hasta la boca del Delta del Paraná. *Esto permite suponer la continuidad del caudal medio en el sistema*, ya que la capacidad de amortiguación de este fenómeno es prácticamente despreciable". Para ilustrar este hecho, se tiene que las alturas hidrométricas en Brazo Largo se mantuvieron en un rango de 0,40 m durante 78 días (2/6/83 a 18/8/83); en Zárate, el período correspondiente fue de 82 días (1/6/83 a 21/8/83), con lecturas variables en un rango de 0,60 m. Esta circunstancia hace que la onda de crecida pueda ser tratada como cuasi-cinemática y que pueda utilizarse una simulación en régimen permanente para evaluar sus características de propagación.

En la Figura 1.2 se muestra la propagación del pico de la onda de crecida de diciembre de 1982-enero de 1983 desde el puerto de San Martín hasta el Río de la

Plata [4], observándose que empleó 16 días en cubrir el tramo entre aquella localidad y el eje del CZBL.

Merece destacarse un aforo realizado por el INCYTH el 21 de abril de 1983 (época del segundo pico) en el que se relevaron todas las alcantarillas de la RN12 sobre la isla Talavera (limitada por los ríos Paraná de las Palmas y Paraná Guazú). Estas alcantarillas se disponen longitudinalmente a razón de una cada 1000 m, con una longitud transversal al camino de 80 m y 3 m de diámetro (se trata de alcantarillas de acero corrugado). Para diferencias de niveles entre aguas arriba y aguas abajo de las estructuras menores a 5 cm, se midieron en total 55 m<sup>3</sup>/s [6], lo cual se ubica dentro de los márgenes de error de las mediciones de caudales en los ríos principales.

### **1.1.2 Crecida de 1992**

La crecida de 1992 presentó un pico de una magnitud muy similar al tercer pico de la crecida de 1983, pero su duración fue muy reducida en términos relativos (inferior a un mes). Esta crecida no ocasionó daños severos en el Delta. El INCYTH realizó aforos en la parte inferior del Delta del río Paraná [7]. En efecto, se midieron caudales en los ríos Paraná Miní (aguas arriba del arroyo Diablo), Paraná de las Palmas (en la desembocadura y en Zárate), Barca Grande (antes de la bifurcación del arroyo La Barquita), Paraná Guazú (en la desembocadura y en el CZBL), Luján (desembocadura), y arroyo Felicaria (desembocadura). Los relevamientos fueron llevados a cabo entre el 9 y 20 de julio de 1992, mientras que el pico de la crecida data de fines de junio. Se aclara que los niveles en Zárate y Brazo Largo fueron similares a los del pico para los días de medición. Los aforos del CZBL fueron realizados por el CRL (Centro Regional Litoral) del INCYTH.

En la Tabla 1.3 se muestran los caudales determinados, así como también las velocidades medias asociadas. Se observa una inconsistencia de caudales en el río Paraná de las Palmas entre el CZBL y la desembocadura. No habiéndose encontrado justificación alguna para la diferencia de 2200 m<sup>3</sup>/s entre ambos valores, se adoptó como bueno el último de ellos, que acuerda con el calculado con el modelo hidrodinámico (ver capítulo 3).

### **1.1.3 Crecida de 1985**

La crecida de 1985 tuvo una permanencia mayor que la de 1992 para un pico claramente menor, de 23800 m<sup>3</sup>/s en Rosario (4,42 m en la escala local, [8]), que tiene asociada una recurrencia del orden de los 2,8 años [8]. El INCYTH realizó en esta oportunidad aforos en el tramo Brazo Largo-Ceibas de la RN12 (en una distancia de 47 km), entre el 10 y el 19 de julio de 1985, aproximadamente un mes después del paso del pico por el CZBL, tiempos en los que se sucedieron niveles semejantes a los del pico. El caudal total hallado fue de 353 m<sup>3</sup>/s. En la Tabla 1.4 se resumen los caudales medidos en las alcantarillas. En la Figura 1.3 se muestra la distribución acumulada de los caudales con la distancia a Brazo Largo (tomada de [8]). Se advierte que la principal conducción de agua en crecida está siendo realizada por el río Paranacito, que transporta el 51 % (181 m<sup>3</sup>/s).

#### 1.1.4 Otras crecidas

Durante la crecida de 1990, de menor intensidad, el INCYTH realizó aforos en los cursos cercanos a la bifurcación entre el Paraná de las Palmas y el Paraná Guazú. Se relevaron caudales en estos dos ríos, en el Pasaje Talavera y en la Zanja Mercadal [9], entre el 23 y el 27 de abril. En las Tablas 1.5a y 1.5b se muestran los caudales medidos y los porcentajes de repartición de caudal en la bifurcación de los ríos citados, comparándose los con los datos de 1920.

En la Tabla 1.5c se reproduce la repartición de caudales entre los ríos Paraná de las Palmas y Paraná Guazú. La misma había sido presentada como Tabla 1.2 en el Informe de Avance N° 1 [1]; en esta oportunidad se realizó la corrección del caudal de 1992 en base a los resultados del modelo, apuntada en el punto 1.1.2. En la Figura 1.4 se representa gráficamente esa repartición, expresada en porcentaje.

Cabe agregar que estos porcentajes fueron utilizados para confeccionar la Tabla 1.1 del Informe de Avance N° 1 [1]. Esta tabla fue complementada para el sector ubicado aguas abajo del CZBL en base a los porcentajes de la crecida de 1992 y se la presenta en este Informe desglosada como Tablas 1.6a y 1.6b.

## 1.2 INFORMACION ESTADISTICA

### 1.2.1 Río Uruguay

En la Figura 1.5 se muestra un análisis de caudales máximos anuales del río Uruguay en Concordia para el período 1931-1993, según la distribución de Gumbel. Se han introducido intervalos de confianza del 95 %, observándose que todos los valores caen dentro de esa banda. En la Tabla 1.7 se resume el ajuste mediante el detalle de algunos pares de valores caudal-recurrencia.

Un análisis alternativo fue realizado con motivo del estudio de evolución de márgenes aguas abajo de la presa de Salto Grande [10]. En aquella oportunidad se tomaron los caudales *aportados al embalse*, entre 1898 y 1991, *mayores que 9200 m<sup>3</sup>/s* (determinando eventos de superación) y se les aplicó la metodología de Gumbel a los picos de cada uno de los eventos. Estos eventos se reparten a razón de 4,25 por año, por lo cual aparecen recurrencias inferiores a un año. El resultado del procesamiento se muestra en la Figura 1.6a. Esta es la figura que se había presentado con un formato ligeramente distinto en el Informe de Avance N° 1 como 1.18. En la Figura 1.6b se aplicó la metodología de Gumbel a los *caudales máximos anuales* de la misma serie histórica. Se advierte que prácticamente no existe diferencia entre ambas metodologías para caudales elevados, notándose discrepancias para las descargas inferiores, en virtud de que se ha limitado el primer estudio a los caudales mayores de 9200 m<sup>3</sup>/s.

### 1.2.2 Delta

Para complementar la información estadística, se reproducen curvas de permanencia de niveles locales, en estaciones del interior del Delta, obtenidas de la Referencia [11]. Se presentan dos curvas: una para las pleamares y otra para las bajamares. Así, en la Figura 1.7 se muestran las estadísticas correspondientes al mareógrafo de la estación ubicada en la bifurcación de los ríos Paraná de las Palmas-Paraná Guazú para un período de registro de 24 años (1952-1975). Se observa que, con un 50% de frecuencia, las alturas locales superan 0,40 m en pleamar y 0,20 m en bajamar, aproximadamente.

Por su parte, en Baradero el período analizado fue de 36 años (1940-1975). Para un 50% de frecuencia las alturas de superación fueron de 0,10 m en pleamar y -0,25 m en bajamar (Figura 1.8).

En el caso de Zárate, se analizó un período de 40 años (1935-1974). Los valores obtenidos para un 50% de frecuencia de superación fueron 0,62 m en pleamar y 0,20 m en bajamar (Figura 1.9).

Debe mencionarse que estos registros corresponden a un período que prácticamente no incluye la etapa húmeda iniciada a principios de la década de 1970. En virtud de ello, para los niveles altos pueden esperarse recurrencias menores.

## CAPITULO 2

### DATOS DE BASE PARA LA MODELACION HIDRODINAMICA

#### 2.1 EXTENSION DEL MODELO

El modelo hidrodinámico, que incluye parcialmente a los ríos Paraná, Uruguay y de la Plata, se extiende:

a) Aguas arriba: para el río Paraná, desde la bifurcación entre los ríos Paraná de las Palmas y Paraná Guazú, y desde Puerto Ibicuy (sobre el río Paraná Ibicuy); para el río Uruguay, desde la localidad de Concordia.

b) Aguas abajo: para el río Paraná de las Palmas, hasta su desembocadura en el Río de la Plata; para el Río de la Plata, hasta la sección transversal a la altura de la isla Martín García.

De acuerdo con la zonificación realizada por Bonfils y citada en la Referencia [12], este modelo comprende el denominado "Bajo Delta". En la Lámina 1 se muestra una digitalización de la zona bajo estudio.

Adicionalmente, se implementó un "modelo reducido", cuyo límite de aguas arriba, sobre el río Paraná, arranca desde el CZBL (y su continuación a lo largo de la RN12), que fue utilizado para analizar la sensibilidad de la simulación respecto al paso de discretización.

#### 2.2 DATOS HIDROMETRICOS

##### 2.2.1 Eventos de calibración

Se utilizaron las crecidas correspondientes a los años 1985 y 1992 como eventos de calibración.

De acuerdo a lo manifestado en el capítulo 1, la primera fue una crecida ordinaria que, en consecuencia, se desarrolló esencialmente dentro de las márgenes de los cursos de agua. En cambio, la segunda fue una crecida extraordinaria que ocupó parte del valle de inundación.

En la Lámina 2 se muestra un procesamiento de imágenes satelitarias que dan cuenta de las áreas afectadas por las inundaciones de 1985 y 1983. Las imágenes comprenden una zona algo mayor que la abarcada por el modelo general. Nótese como en la primera de ellas el escurrimiento se circunscribe a los cursos principales (ríos Paraná de las Palmas, Paraná Guazú, Paraná Bravo, Paraná Ibicuy, zanja Mercadal), mientras que en la segunda se verificó una ocupación importante de las planicies cercanas a la bifurcación de los ríos Paraná de las Palmas-Paraná Guazú.

### 2.2.2 Registros disponibles

Los datos hidrodinámicos básicos para accionar y calibrar el modelo son los registros de niveles en toda la zona de estudio para esos dos años. La mayoría de ellos se encontraba disponible en el banco de datos del Programa de Alerta Hidrológico del INCYTH, que funciona en el Complejo de Investigaciones Hídricas de Ezeiza. También se obtuvieron registros de estaciones ubicadas del lado uruguayo del Río de la Plata Superior y Medio.

En la Tabla 2.1 se detalla la información utilizada, indicándose la frecuencia de medición y las características de las series en cuanto a su completitud.

Los registros de la zona argentina consisten en su gran mayoría en un relevamiento diario, a las 6 hs, principalmente, o a las 4 hs, eventualmente. Las estaciones uruguayas tienen tres relevamientos diarios, a las 7, 13 y 20 hs. Por su parte, en Palermo hay valores horarios.

Tanto los niveles registrados en las estaciones argentinas como los de las uruguayas se encuentran referidos a ceros locales. Para las estaciones uruguayas, se dispuso de las distancias de conversión al "cero Wharton", nivel de base de la República Oriental del Uruguay, ubicado a 0,17 m por debajo del cero MOP (Figura 2.1).

### 2.2.3 Análisis de consistencia de la información

Los datos provistos por el Programa de Alerta Hidrológico del INCYTH para la zona del Delta se nutren, en su mayor parte, de relevamientos efectuados por la Prefectura Naval Argentina (PNA). El objetivo original de los mismos es contribuir a la navegación en los tramos vecinos a las escalas. Por lo tanto, están referidos a ceros locales que no han sido vinculados de forma precisa con ningún cero de alcance provincial o nacional. Esta circunstancia trae aparejada cierta incertidumbre sobre los niveles medios.

Cabe aquí distinguir claramente la terminología utilizada en relación a los ceros locales. *Cero hidrométrico* es aquel al que están referidos los niveles de agua marcados en la escala, mientras que el *cero hidrográfico o local* es aquel al cual se refieren los relevamientos *batimétricos* (que determinan la posición del fondo del río) generalmente efectuados por la DNCPyVN. En la Figura 2.2 se muestra un esquema indicador de la diferencia entre ambas magnitudes, notándose con el numeral 1 a la distancia entre el cero hidrométrico y el cero MOP, y con el numeral 2 a la distancia entre el cero hidrográfico y el MOP. En la Tabla 2.2 se reprodujo la Tabla 3.2 del Informe de Avance N° 1. En ella, se encuentran valores para ambos ceros, de acuerdo al Departamento Distrito Río de la Plata de la DNCPyVN, referidos al cero MOP. Se incluyeron, además, valores de ceros hidrométricos correspondientes a estaciones en el río Uruguay y en el Río de la Plata. Se compararon los valores de esta tabla con los propuestos en la Referencia [13], que se basan en un relevamiento de precisión del agrimensor Spinelli. Esta comparación se muestra en la Tabla 2.3. En virtud de que las diferencias son menores que 15 cm (a excepción

de Bravo desembocadura con 42 cm), se consideró la información de la Tabla 2.2 como adecuada.

Para analizar la consistencia de las series recopiladas, se procedió a realizar comparaciones entre los registros de niveles en distintas estaciones.

### 2.2.3.1 Río de la Plata Superior y Medio

En las Figuras 2.3a a 2.3d se muestran comparaciones de los registros correspondientes a estaciones del Río de la Plata Superior, ya referidos al cero IGM, para las 7 u 8 hs, dependiendo de la estación. Las tres primeras corresponden al año 1992 y la última a 1985. Se nota claramente la caída de nivel de agua desde Nueva Palmira a Carmelo, especialmente significativo durante el pasaje de la crecida. También se observa que el efecto de la onda de crecida desaparece totalmente al penetrar en el Río de la Plata Medio (estación Colonia).

### 2.2.3.2 Isla Martín García

En la Figura 2.4a se presentan los niveles en Carmelo, referidos al cero IGM, y en Martín García, referenciados al cero hidrométrico local, para el año 1985 (para 1992, son muy pocos los registros de niveles en Martín García). Como no existe una vinculación del mareógrafo de la isla de Martín García con ningún cero nacional o provincial, se ha utilizado esta comparación para determinar aproximadamente el nivel absoluto de ese cero hidrométrico. Para ello se debió estimar una pendiente media para la superficie libre del Río de la Plata Superior, tarea difícil en virtud de las variaciones horarias de nivel en este último curso debidas a la marea (que lleva a menudo la inversión de las velocidades [14]). No obstante esta dificultad, se debía verificar el cumplimiento de ciertas relaciones entre los niveles medios de las series en Martín García, Carmelo y Buenos Aires (para la cual se tomó Palermo), a saber:

\* el nivel medio (expresado en m IGM) de la serie de Martín García debe ser mayor o igual que el nivel medio de los registros en Palermo (ubicado a 0,23 m IGM, de acuerdo a series históricas [14]);

\* el nivel medio de la serie de Martín García debe ser menor que el nivel medio del registro en Carmelo (ubicado en 1,05 m IGM según datos de 1985).

Luego, el nivel medio de la serie en Martín García debía ubicarse entre 0,23 y 1,05 m IGM. Como el nivel medio de los registros en Martín García *referidos al cero local* asciende a 0,74 m para 1985, se concluyó que el cero de la estación respecto al cero del IGM debía variar entre -0.51 y 0,31 m.

Realizando ensayos con el modelo matemático, se advirtió cierta insensibilidad de los niveles en Carmelo frente a variaciones de nivel en Martín García, en virtud de que el Río de la Plata Superior presenta concavidad hacia abajo en ese tramo. Al mismo tiempo, se contaba con una estimación del cero de Martín García, realizada en el INCYTH [15] utilizando una pendiente media del Río de la Plata de  $8 \cdot 10^{-9}$ , que lo ubica en -0,38 m.

Finalmente, se adoptó un valor de -0,50 m para el cero de Martín García, referido al cero IGM, lo cual implica un desnivel de 76 cm entre los niveles medios de esta estación y Carmelo. De este desnivel se desprende una pendiente para la superficie libre del Río de la Plata Superior de  $40 \cdot 10^{-6}$  que acuerda con las pendientes de los cursos más cercanos a la desembocadura del Delta, obtenidas mediante la modelación (ver capítulo 3). En la Figura 2.4b se muestran nuevamente las series de Carmelo y Martín García para 1985, relativas al cero IGM, luego de la conversión.

Para el año 1992, al carecerse de datos de niveles en la estación de Martín García, se la construyó a partir de la serie de Carmelo usando el cero estimado.

### **2.2.3.3 Guazú-Guazucito**

La estación Guazú-Guazucito se encuentra ubicada en la intersección del río Paraná Guazú y el arroyo Guazucito. En la Figura 2.5a se muestran los niveles en Carmelo (referidos al cero IGM) y Guazú-Guazucito (relativos al cero local) para el año 1992. Las mismas series, pero para el año 1985, se muestran en la Figura 2.5b. Nótese la ausencia de datos durante la mayor parte del año para la última escala. Dado que ambas series deben ser básicamente coincidentes, por su cercanía, la comparación sirve para verificar el nivel del cero de Guazú-Guazucito dado por el Distrito Río de la Plata de la DNCPyVN. Con el valor de -0,24 m, se obtiene el acuerdo mostrado en la Figura 2.5c. Se advierte que este nivel difiere del dado por la DNCPyVN, que asciende a 1,003 m. Se considera que la disponibilidad de la serie de Carmelo garantiza la validez del cero hallado en el presente trabajo.

### **2.2.3.4 Otras estaciones**

Algunas estaciones cuyas series son de interés para la calibración de los modelos se presentan en las Figuras 2.6a a 2.6f, referidas al cero IGM. Para llevar a cabo la referencia al cero IGM se utilizó la Tabla 2.2.

Con relación a las estaciones más cercanas a la desembocadura del río Paraná de las Palmas, se dispuso de los niveles en Olivos y Palermo. La comparación se realizó con el objeto de determinar la serie a incluir como condición de borde aguas abajo de los modelos en el Río de la Plata. Puesto que los datos en la primera estación son diarios y los de la segunda horarios, para Palermo se tomó el valor de las 6 hs de modo de poder efectuar la comparación. La comparación se muestra en la Figura 2.7a y 2.7b para 1985 y 1992, respectivamente, observándose la consistencia de ambas series. Se concluye que cualquiera de las dos series puede ser empleada como condición de borde de los modelos.

En la Figura 2.8 se muestran los niveles en Palermo y Colonia, referidos al cero IGM. Esta comparación tiene por objeto mostrar los niveles a ambos lados del Río de la Plata. Se observa una buena correlación entre ambos registros.

En la Figura 2.9a y 2.9b se representaron en forma conjunta los niveles en las estaciones de Zárate y Campana para 1985 y 1992, respectivamente. Se nota

la presencia de picos aislados en la primera estación que, dadas la proximidad entre ambas localidades y la batimetría del río, deberían observarse en ambas o directamente no observarse. Por lo tanto, no obstante estos picos fueron mantenidos en las series de calibración de los modelos, deben ser tomados con precaución. Además, la serie de Campana de 1992 presenta un desfasaje temporal en el pico, respecto a Zárate, que no puede justificarse; en consecuencia, el registro no fue tenido en cuenta.

### **2.2.3.5 Niveles medios**

A fin de verificar la consistencia global de las series, se calcularon los niveles medios anuales en varias estaciones para 1985 y 1992, resumiéndose los resultados en la Figura 2.10. En virtud de las características de las series (con un dato diario en la mayoría de los casos) la comparación de valores medios debe ser tomada con precaución.

## **2.3 BATIMETRIA**

En la Tabla 2.4 se reproduce un listado, ya incluido en el Informe de Avance Nº 1 [1], que resume los planos de la DNCPyVN que contienen información sobre el relieve del fondo del río Paraná en la zona de interés. La tabla detalla también las cartas del IGM referidas a distintas zonas del Delta.

Se puede advertir de la misma que existen relevamientos de tramos de ríos pertenecientes a distintas épocas. Surge entonces la idea de establecer la sensibilidad de la morfología del fondo del río respecto a la ocurrencia de grandes crecidas. Por ello, el INCYTH inició un proyecto interno tendiente a investigar esta circunstancia [16], cuyos principales conceptos se presentan a continuación.

### **2.3.1 Eventos y secciones de análisis**

Se efectuó un análisis comparativo entre secciones transversales al río Paraná de las Palmas correspondientes a los años 1974/76 y 1993. Asimismo, se realizaron cálculos de erosión generalizada para cuantificar los cambios morfológicos.

En el período considerado se pueden distinguir dos crecidas extraordinarias, en los años 1983 y 1992. Cada una de estas crecidas presenta, como se ha visto, características hidráulicas diferentes, en cuanto al gasto de pico y su permanencia. Dado que el objetivo de este análisis es evaluar cambios de tipo morfológico que pueda haber sufrido el cauce del río debido a la erosión generalizada (la que tiene lugar con motivo del arrastre de partículas de fondo y de las márgenes al aumentar la velocidad), *es necesario considerar no sólo gastos de magnitud relevante sino también permanencias importantes*, que generen nuevos estados de equilibrio para el cauce. Con esta consideraciones se puede interpretar que, en lo referente a erosiones generalizadas, sólo fue trascendente la crecida ocurrida en el año 1983.

Con el fin de poder estimar el gasto de cálculo para la crecida de 1983 para el río Paraná de las Palmas, se partió de la ley h-Q en Rosario (Figura 2.11a), realizada por la empresa Motor Columbus [17]. Rosario se puede considerar fuera de la influencia de las mareas; en particular, debido a la presencia de la crecida en 1983, la influencia de la marea fue aún menor en cuanto a su extensión, verificándose su atenuación total a la altura de Zárate. Aforos realizados con posterioridad al estudio de Motor Columbus permitieron comprobar que la ley en consideración subestima los gastos para lecturas en la escala local superiores a los 7 m. Por esta razón, en [16] se empleó, para estas alturas superiores, una interpolación lineal entre este punto y el gasto aforado de la crecida de 1992 de 56000 m<sup>3</sup>/s para una altura local en Rosario de 9 m (que se denominará en adelante ley h-Q corregida).

A partir de las alturas registradas en Rosario para 1983 (Figura 2.11b), se pueden diferenciar dos niveles representativos de la crecida: el promedio de los 24 meses que abarcó la misma (considerando como crecida a la superación del caudal de bancos llenos, que es el que corresponde a una recurrencia de 1,4 años), y el promedio de los 7 meses de mayor altura, o caudal de cuasi-pico. Mediante la ley h-Q corregida y adoptando el criterio de un 25 % del caudal del río Paraná en Rosario circulando por el río Paraná de las Palmas (tomado de la Tabla 1.6a), se obtuvieron los gastos correspondientes:

\* Gasto representativo del período de 24 meses:

Según ley h-Q corregida: 9194 m<sup>3</sup>/s  
 Adoptado: 9200 m<sup>3</sup>/s

\* Gasto representativo del período de 7 meses (cuasi-pico):

Según ley h-Q corregida: 12754 m<sup>3</sup>/s  
 Adoptado: 12800 m<sup>3</sup>/s

Para llevar a cabo la comparación, se seleccionaron veintiocho secciones representativas a la largo de tramo del Paraná de las Palmas comprendido entre la bifurcación con el Paraná Guazú y el Río de la Plata, procurando que no se tratara de secciones particulares donde se pudieran haber presentado fenómenos locales. Se graficaron estas secciones, relevadas de batimetrías actuales y anteriores. En las Figuras 2.12a a 2.12f se presentan las gráficas de algunas secciones elegidas. En general, no se observa ninguna tendencia uniforme, de validez para todas las secciones del río, en lo que respecta a los cambios morfológicos transversales, identificándose zonas de depositación y zonas de erosión en casi todas ellas.

### 2.3.2 Sedimentos

En términos generales, el río Paraná de las Palmas tiene en su fondo arenas, arenas y limos, y en sus laterales limos y arcillas. En base a relevamientos realizados por el INCYTH, en la zona de la vuelta de San Antonio [18] se puede esquematizar una sección tipo como se muestra en la Figura 2.13.

Con el fin de utilizar los valores que resulten más conservadores para evaluar las erosiones, se adoptó un diámetro medio de 100 micrones. Una vez realizados los cálculos de erosión, se verificó que la sensibilidad con respecto al diámetro representativo, dentro de un rango importante de valores del mismo, no es significativa.

### **2.3.3 Material en suspensión**

La concentración de material en suspensión es una variable muy importante para la estimación de la erosión generalizada. En efecto, el flujo medio del río invierte energía en conservar material en suspensión, la que no es utilizada para erosionar.

La concentración del material en suspensión en el río Paraná de las Palmas, es creciente desde aguas arriba hacia aguas abajo, encontrándose en término medio valores de 70 partes/millón a 350 partes/millón [19]. En función de ello, se ha adoptado para los cálculos una concentración media de 150 partes/millón.

Se ha verificado, a través de la implementación de distintas ecuaciones que representan el fenómeno de erosión generalizada, que el resultado obtenido es muy sensible al valor de concentración adoptado. El valor de concentración escogido se erige como conservador.

### **2.3.4 Procesamiento de la información**

A continuación se presentan los gráficos que comparan distintos parámetros de las secciones correspondientes a los años 1974/76 y de 1993. Las progresivas de las secciones consideradas tienen origen en la bifurcación de los ríos Paraná Guazú y Paraná de las Palmas.

#### **2.3.4.1 Niveles mínimos del lecho**

En la Figura 2.14 se observan los niveles mínimos del lecho para las progresivas longitudinales del río Paraná de las Palmas. En términos generales, si bien se advierten algunos cambios de significación localizados, las diferencias globales de niveles mínimos son del orden de los 5 m, que pueden atribuirse a las formas de fondo (originadas en el transporte de fondo) generadas por la crecida.

#### **2.3.4.2 Anchos en superficie**

En la Figura 2.15 se muestran los anchos superficiales para los dos años analizados en función de la progresiva de la sección. Esta magnitud corresponde al ancho del río para la condición de márgenes llenas.

Es de suponer que las variaciones del ancho durante la crecida no deben ser de consideración, en virtud de las características de las crecidas en el río Paraná. Esto parece confirmarse a través de la Figura 2.15, con excepción de un tramo de 30 km desde la bifurcación con el río Paraná Guazú.

#### **2.3.4.3 Áreas de márgenes llenas**

De acuerdo a la Figura 2.16, para ambos años, las áreas de márgenes llenas son claramente crecientes hacia aguas abajo. Se observa un incremento, en términos medios, de las mismas en el tiempo.

#### **2.3.4.4 Tirantes medios**

Se define como tirante medio al cociente entre el área de márgenes llenas y el ancho superficial. En la Figura 2.17 no se observa una tendencia contundente para la evolución del tirante medio en el tiempo.

#### **2.3.4.5 Conductancia hidráulica**

Se calculó la conductancia hidráulica como:

$$C = \Omega R^{2/3}$$

donde: C es la conductancia hidráulica,  $\Omega$  es el área transversal de la sección y R es el radio hidráulico; este último se aproximó mediante el tirante medio. Este parámetro es un indicador de la capacidad de conducción que presenta la sección considerada.

En la Figura 2.18 se graficó la conductancia en función de las progresivas del río Paraná de las Palmas para los dos años de interés, evaluada para la condición de márgenes llenas. Se ha graficado también (Figuras 2.19a y 2.19b) la diferencia de conductancia entre las dos épocas en valores absolutos y porcentuales.

De los gráficos surge claramente que, en términos globales, los cambios porcentuales en la conductancia no son significativos, siendo inferiores al 0,5 %.

#### **2.3.4.6 Cálculos de erosiones generalizadas**

Pese a la escasa diferencia de conductancias para ambos años, se decidió indagar sobre el comportamiento de las conocidas fórmulas de erosión generalizada para predecir los cambios observados. A los fines de obtener una representación global del curso, se seleccionaron tres secciones conspicuas: una próxima a la bifurcación con el Paraná Guazú (km 18,8), otra en el tramo medio del curso (61 km desde la bifurcación citada), y la tercera en el tramo de aguas abajo (km 115,8), cercana a la desembocadura.

Para el cálculo de las erosiones se han utilizado las fórmulas semiempíricas de Blench y Listchvan-Lebediev, de las escuelas norteamericana y rusa, respectivamente. Para la aplicación de las expresiones, se subdividieron las secciones de 1974 en fajas y se empleó, para la asignación de gastos a cada subsección, la fórmula de Chèzy-Manning. Luego, se comparó el resultado con las secciones de 1993.

Se puede concluir que, salvo secciones aisladas, las profundidades de equilibrio que brindan las ecuaciones utilizadas son mayores o del orden que las secciones relevadas en 1993.

### **2.3.5 Conclusiones**

Del primer análisis realizado sobre los datos de las batimetrías se concluye que los cambios ocurridos son de poca magnitud y no generales a todo el lecho.

La aplicación de las fórmulas de erosión generalizada demuestran que, a excepción de secciones particulares, las condiciones que impusieron las crecidas no fueron suficientes como para modificar el cauce del río, con lo cual se puede suponer que el perfil longitudinal del río es estable para crecidas de esta recurrencia y duración, y que probablemente se trate de un cauce que ha sido conformado en situaciones más extremas a las actuales.

Estas conclusiones avalan la utilización de las batimetrías de 1993 como representativas del río Paraná de las Palmas. Asimismo, dada la repartición de caudales entre los cursos del Delta, se asume que el comportamiento de los demás ríos no es sustancialmente diferente al del Paraná de las Palmas en cuanto respecta a los cambios de conductancia, por lo que resulta lícito el uso de batimetrías de épocas separadas en el tiempo.

## CAPITULO 3

### IMPLEMENTACION Y CALIBRACION DEL MODELO

#### 3.1 IMPLEMENTACION

##### 3.1.1 Determinación de la red de cálculo

###### 3.1.1.1 Selección de los cursos

De los cursos existentes en la región del Delta comprendida entre una línea imaginaria que une San Pedro con Puerto Ibicuy y el Río de la Plata, se tomaron los siguientes 15, que son los más representativos:

- \* río Paraná de las Palmas;
- \* río Paraná Guazú;
- \* río Paraná Ibicuy;
- \* pasaje Talavera;
- \* zanja Mercadal;
- \* canal Irigoyen;
- \* río Carabelas Grande;
- \* canal L. Comas;
- \* río Paraná Bravo;
- \* río Paraná Miní;
- \* río Barca Grande;
- \* río Sauce;
- \* canal Gobernador de la Serna;
- \* canal N° 4;
- \* canal Gobernador Arana.

Si bien no es objetivo de este estudio simular el comportamiento del río Uruguay, también se lo incluyó en el modelo de modo de liberar las condiciones de borde en el límite inferior del Delta. Se lo representó desde Concordia hasta su prolongación en el Río de la Plata Superior, desde Punta Gorda hasta la isla Martín García.

Se considera que esta selección de cursos es suficiente para representar correctamente el comportamiento hidrodinámico de la zona modelada. La inclusión de otros cursos menores no significaría mejorar los resultados.

###### 3.1.1.2 Planicies de inundación

Las planicies de inundación suelen estar separadas de los cursos principales por *albardones* de una altura considerable (Figura 3.1). Estas formaciones están constituidas por sedimentos que va depositando el río al bajar las aguas luego de las grandes crecidas. A medida que se produce el ascenso de nivel en los ríos por

sobre el albardón, comienza un trasvase de agua hacia las planicies.

Una vez transferidos los primeros volúmenes de agua, las planicies actúan inicialmente como zonas de almacenamiento hasta que se generan los gradientes longitudinales y transversales de nivel (respecto a la disposición del río) que permiten un escurrimiento en las mismas. Puede ocurrir que, si el albardón es alto, quede agua en la planicie que no retorna al cauce principal al bajar los niveles.

Los planteos usuales de representación del movimiento consisten en aproximaciones unidimensionales globales que incorporan a las planicies de inundación a través de la consideración de cauces de sección compuesta (cauce principal más zonas de expansión laterales en cada sección). Este enfoque fue el elegido para el presente estudio.

Otras aproximaciones, que apuntan a una discriminación de los caudales por cauce y por planicie, son las siguientes:

- a) Simulación unidimensional en la que se hace una discriminación explícita del escurrimiento de planicie, asumiendo la existencia de filamentos en correspondencia con ellas (se recuerda que, de acuerdo a lo dicho en el capítulo 2 del Informe de Avance N° 1, un filamento es un segmento de red en el que se realiza la integración numérica de las ecuaciones). En este enfoque, se vuelve crítica la estabilidad del modelo en virtud de la diferencia de conductancia de las planicies y los cauces principales.
- b) Simulación bidimensional para las planicies, en la que no se fuerza la división del flujo; en este caso, se emplea un modelo hidrodinámico bidimensional integrado en la vertical. La aplicación del modelo bidimensional puede limitarse a las planicies (y utilizarse un modelo unidimensional para los cursos principales) o extenderse a todo el recinto. Esta última alternativa fue la llevada adelante durante la simulación realizada en el INCYTH [20] del impacto hidráulico acarreado por la crecida de 1983, en la que se representaron los cursos principales mediante la técnica del "canal equivalente".
- c) Simulación bidimensional para las planicies, en la que se las representa a través de celdas de almacenamiento y transporte, comunicadas entre sí mediante "uniones" río (comunicación en el sentido longitudinal respecto al curso vecino) o vertedero (comunicación transversal) [21, 22].

En el Anexo se describen algoritmos de cálculo para las dos primeras esquematizaciones.

El escurrimiento sobre las planicies en el Bajo Delta tiene dos vertientes o zonas de transporte: la primera (que resulta la más considerable), tiene lugar al Norte del curso del río Paraná Guazú y la segunda se da entre éste y el río Paraná de las Palmas. Hacia el Sur, la barranca de la Provincia de Buenos Aires no hace posible el desborde. *El escurrimiento en la primera vertiente no es producto de los*

desbordes locales del río Paraná Guazú sino de los que acaecen aguas arriba (principalmente de los ríos Paraná Pavón y Paraná Ibicuy) y que son transportados hacia el río Uruguay. La planicie por donde escurren estos últimos desbordes no está incluida en la zona de simulación. Durante la crecida de 1985, estos caudales no fueron de significación (del orden de los 300 m<sup>3</sup>/s), pero en 1992 rondaron los 2000 m<sup>3</sup>/s.

### **3.1.1.3 Construcción de la red**

La red de cálculo se construyó en base a los cursos citados, disponiéndose en general filamentos en correspondencia con cada uno de ellos, los cuales incorporan las planicies vecinas. En la Figura 3.2 se muestra un esquema con los filamentos resultantes.

La Tabla 3.1 contiene un resumen de los filamentos incluidos en la red, la conectividad de los mismos y la cantidad de secciones.

### **3.1.2 Batimetría**

Una vez establecida la serie de filamentos a considerar, se caracterizó la batimetría de los cursos componentes. Para ello, se utilizaron los planos de la DNCPyVN mencionados con anterioridad.

La caracterización fue realizada a partir de la selección de secciones transversales a los cursos, de forma tal de representar adecuadamente los cambios geométricos que se van produciendo a lo largo de los tramos de los cursos bajo consideración. El espaciamiento medio entre secciones fue de alrededor de 3,6 km para todos los cursos con excepción del río Uruguay (que se representó con un espaciamiento medio de 13,7 km). Las secciones elegidas se especifican en la Figura 3.3.

Cada sección se representó en el modelo con un número variable de puntos transversales (para los que se especifica cota local y progresiva respecto a una de las márgenes), siendo como mínimo 10.

Para referenciar los valores altimétricos vinculados al modelo, se eligió el cero del IGM como plano de comparación general. El paso siguiente fue vincular a los ceros locales de cada sección escogida con este cero global. Para ello se utilizaron los valores del cero hidrográfico tomados de la Tabla 2.2. Se aclara que los planos batimétricos no indican en general el cero local, por lo que se ha considerado para las secciones con cero faltante el más próximo que aparece en la Tabla 2.2.

En las Figuras 3.4a a 3.4w se muestran algunas secciones transversales de los cursos del sistema, sin las planicies de inundación.

Con esta información, el programa de preprocesamiento GEOV (perteneciente al paquete de software que conforma el sistema computacional EZEIZA V) genera tablas con valores de área de sección, ancho superficial, radio hidráulico y

conductancia, para distintos valores de nivel.

En la Tabla 3.2 se presenta un detalle de las características de las secciones elegidas en cuanto compete a profundidades máximas locales y los ceros locales referidos al cero del IGM.

En las Figuras 3.5a a 3.5e se muestra la variación de las conductancia con el nivel de agua para algunas secciones del sistema en la porción que corresponde a cauce principal (sin las planicies de inundación).

### **3.1.3 Topografía**

Del listado de las Tablas 2.4, se emplearon las siguientes planchetas del IGM:

- \* en escala 1:100000: Campana, Isla Martín García y Campo de Mayo;
- \* en escala 1:50000: Puerto Baradero, Ibicuy, Establecimiento Isla Don Antonio, Villa Paranacito, Alsina, Central Nuclear Atucha, Brazo Largo, Río Alférez Nelson Page, Isla de la Paloma, Zárate, Campana, Campana Sur, Canal Gobernador Arias y San Fernando.

En términos generales, puede identificarse claramente un cambio brusco de las pendientes del terreno natural en la parte sur, representando por un lado la barranca de la Provincia de Buenos Aires (con cotas mayores a 2,5 m IGM) y, por el otro, la depresión del Delta del río Paraná.

A partir de las planchetas detalladas, se digitalizaron en coordenadas Gauss-Krüger las curvas de nivel existentes comprendidas entre 2,5 m IGM y 22,5 m IGM (pertenecientes a la barranca) con una equidistancia de 2,5 m. También se digitalizaron las cotas de los puntos aislados que aparecen en ellas. A estos puntos se agregaron datos de campañas de poligonalización existentes en el INCYTH, debidamente ubicados en las coordenadas Gauss-Krüger.

La digitalización así lograda se dividió en zonas. Aquellas regiones con cotas inferiores a 2,5 m IGM (que pertenecen a la depresión del Delta), fueron sucesivamente introducidas, mediante una conversión de formatos conveniente, en un programa comercial de generación de curvas de nivel. En la Tabla 3.3 se citan los rangos de las cotas de las distintas zonas. Una vez generadas las líneas de isonivel, se las superpuso a una digitalización general de la zona (que contiene cursos, rutas, ciudades, ferrocarriles, etc.), buscando minimizar el error de ensamble de las zonas. El resultado se muestra en la Lámina 1. En la Figura 3.6 se presenta un detalle. Se aprecia que se ha reconstruido satisfactoriamente la topografía del Bajo Delta, pese al déficit de datos de cotas de terreno natural existente.

Una vez definidas las curvas de nivel, se ubicaron las secciones transversales a los cursos en donde se había discretizado la batimetría. A partir de allí se dispusieron puntos en las prolongaciones de las mismas, completando la serie de pares cota-progresiva para cada sección transversal.

En las Figuras 3.7a a 3.7w se muestran las secciones con las planicies de inundación de los principales cursos del sistema. En las Figuras 3.8a a 3.8e se presenta la conductancia para las mismas secciones. De las últimas y de las Figuras 3.5 surgen los siguientes comentarios, que permiten caracterizar la capacidad conductiva de las secciones de los cursos del Delta:

\* Paraná de las Palmas (Figuras 3.5a, 3.5b, 3.8a y 3.8b): se trata de curvas monótonamente crecientes con concavidad hacia arriba. Se advierte que, salvo secciones particulares, la conductancia aumenta para un dado nivel con la progresiva de la sección desde la bifurcación entre los ríos Paraná de las Palmas y Paraná Guazú. Además, se observa que lo anterior se da para casi todos los niveles.

\* Paraná Guazú (Figuras 3.5c y 3.8c): dentro de un patrón más diverso, se observa que las secciones más cercanas a la bifurcación tienen conductancias mayores.

\* Paraná Miní (Figuras 3.5d y 3.8d): con curvas monótonamente crecientes con concavidad hacia arriba, el río presenta en general conductancias mayores hacia aguas abajo.

\* Paraná Bravo (Figuras 3.5e y 3.8e): las conductancias en este curso son más importantes hacia la bifurcación con el Paraná Guazú.

Cabe agregar que al definir las secciones transversales se incluyeron las singularidades existentes. Así, por caso, en correspondencia con los terraplenes del CZBL se interrumpieron las secciones que llegan hasta ellos y se introdujo un borde matemático.

### **3.1.4 Rugosidad**

Para cuantificar la resistencia hidráulica, se dispone del parámetro coeficiente de rugosidad de Manning. En función de la experiencia en la materia resumida en la bibliografía internacional, está claramente acotado su rango de variación. Cabe destacar que el coeficiente de rugosidad de Manning carga con la disipación de energía que se da por transferencia energética de las escalas resueltas a todas las escalas no resueltas por el análisis.

En virtud de la existencia de mayor vegetación y obstrucciones en las islas (asentamientos, muelles, etc.), la resistencia en la dirección de escurrimiento sobre ellas es mucho mayor que en los cauces principales.

Para los cursos principales se utilizó un valor inicial de 0,025, siendo luego modificado en la etapa de calibración. Para las planicies, el valor original fue de 0,200, luego ajustado en la etapa de calibración.

### **3.1.5 Condiciones iniciales**

Las condiciones iniciales para el arranque del modelo se establecieron calculando el régimen permanente asociado a los niveles correspondientes al primer

día de las series utilizadas como condiciones de borde. El cálculo se efectuó corriendo el mismo programa EZEIZA V [1, 23], pero utilizando el avance temporal como técnica de relajación.

### **3.1.6 Conceptos generales relativos a condiciones de borde**

Las condiciones de borde de un modelo de escurrimiento unidimensional pueden ser de los siguientes tipos:

- a) nivel aguas arriba y nivel aguas abajo (condiciones HH),
- b) nivel aguas arriba y caudal aguas abajo (condiciones HQ),
- c) caudal aguas arriba y nivel aguas abajo (condiciones QH) y
- d) caudal aguas arriba y caudal aguas abajo (condiciones QQ).

El uso de esquemas HH es absolutamente fiable en cuanto a la precisión que ofrecen, a pesar de que desde el punto de vista numérico no es lo más recomendable [24]. Esto obliga a tener más cuidado en virtud de que el modelo se vuelve menos robusto respecto a otros esquemas.

Así se ha procedido con los modelos del Delta del río Paraná.

### **3.1.7 Parámetros numéricos y características de las corridas**

El sistema EZEIZA V opera con un paso de discretización espacial uniforme particular para cada filamento, calculando los datos necesarios (las características geométricas en las secciones intermedias) mediante interpolación en base a los valores disponibles de las dos secciones más cercanas.

Se tomó un paso espacial de alrededor de 1,4 km (éste se reajusta automáticamente en cada filamento para determinar un paso uniforme) con lo cual se arribó a un total cercano a los 600 nodos.

El paso temporal de Courant (calculado a partir del número de Courant, consistente en la relación entre la celeridad de la "onda numérica" y la física) resulta de alrededor de 1,50 minutos (para una profundidad de 25 m). Los cálculos se efectuaron con  $\Delta t = 1,44$  minutos, o equivalentemente, 0,001 días.

Las corridas fueron llevadas a cabo en una computadora personal con procesador 80586 (Pentium) y 32 Mb de RAM. El tiempo de cada corrida fue próximo a las 15 horas, en el que se simula un año de escurrimiento. Esto arroja una tasa de 0,23 milisegundos por paso de cálculo y por sección.

### **3.2 CRECIDA DE 1985**

#### **3.2.1 Condiciones de borde**

En las fronteras de aguas arriba del modelo se especificaron niveles en la bifurcación Paraná de las Palmas-Paraná Guazú, en Puerto Ibicuy y en Concordia, mientras que aguas abajo se proveyeron niveles del Río de la Plata Superior (ver Figura 3.2 y Tabla 3.1).

Los registros de niveles en Puerto Ibicuy se encuentran incompletos para este año. La necesidad de contar con una serie temporal de niveles en esta localidad obligó a tomar una decisión sobre su generación. En la Figura 3.9 se representan los niveles de Brazo Largo (ubicada sobre el Paraná Guazú) y los datos existentes de Puerto Ibicuy respecto al cero del IGM. Se desplazó la serie de la primera estación hasta encontrar cierta consistencia con los valores de la segunda. Dado el buen acuerdo logrado, se decidió utilizar la serie de Brazo Largo desplazada como válida para Puerto Ibicuy.

Los niveles locales en Concordia, por su parte, estaban disponibles y se los refirió al cero del IGM mediante el valor de la Tabla 2.2.

En virtud de no contar con datos de niveles en la bifurcación Paraná de las Palmas-Paraná Guazú, se decidió inicialmente comparar los niveles en San Pedro, Baradero (ubicada sobre el río homónimo) y Zárate para el año 1985 (Figura 3.10). Se nota que, no obstante las diferentes características de los ríos Baradero y Paraná de las Palmas, la onda llega prácticamente inalterada desde San Pedro a Baradero, arribando con una atenuación significativa a Zárate. Esa condición abona la hipótesis según la cual los cambios en las características de las ondas se dieron a partir de la bifurcación Paraná de las Palmas-Paraná Guazú y que la serie en Baradero de 1985 es representativa de lo sucedido en la citada bifurcación ese año, por lo cual se la utilizó en reemplazo de esta última.

Aguas abajo se especificaron los niveles en Palermo y Martín García. La serie para la primera estación se utilizó como condición de borde inferior para el Paraná de las Palmas, mientras que la asociada a la segunda se usó en la desembocadura del filamento representativo del río Uruguay y como condición de borde del Paraná Miní.

No se tuvo en cuenta el aporte por desbordes de los ríos Paraná Pavón y Paraná Ibicuy que finaliza en el río Uruguay.

#### **3.2.2 Calibración**

La calibración del modelo se efectuó en base a la comparación de los niveles registrados y calculados en escalas intermedias y la repartición de caudales medida y calculada entre los distintos brazos.

El parámetro de ajuste fue el coeficiente de rugosidad de Manning. Los

valores finales se muestran en la Tabla 3.4.

### 3.2.2.1 Niveles

En las Figuras 3.11a a 3.11k se comparan los niveles medidos y calculados por el modelo para las estaciones de calibración, a saber:

- \* Zárate y Campana, sobre el río Paraná de las Palmas;
- \* Paso Hervidero, Nueva Escocia, Fábrica Colón, Colón, Concepción del Uruguay, Nueva Palmira y Carmelo, sobre el río Uruguay;
- \* Brazo Largo, sobre el Paraná Guazú y
- \* Chaná-Miní sobre el Paraná Miní.

Se aprecia que existe un acuerdo general satisfactorio para todas las estaciones. Las diferencias más notables aparecen en las estaciones Carmelo y Nueva Palmira, sobre el Río de la Plata, donde los niveles modelados caen algo por encima de los registrados, mostrando, además, una atenuación de las oscilaciones debidas a las mareas.

En la estación de Chaná-Miní se disponía de varios ceros, variables en un amplio rango, provenientes de distintas fuentes. En virtud de la similitud de aspectos de las series medidas y modeladas en esta estación, se decidió evaluar el cero a partir de desplazar la serie medida hasta obtener la coincidencia con la modelada. De lo anterior resulta un nivel para el cero de Chaná-Miní de -0,90 m respecto al cero del IGM.

### 3.2.2.2 Repartición de caudales

La verificación de la repartición de los caudales entre los diversos brazos del sistema es fundamental a fin de determinar la calidad de la simulación.

En la Figura 3.12a se muestra una comparación de la distribución de caudales medida y modelada entre los brazos del río Paraná en la región "de aguas arriba" del modelo. Los valores porcentuales son *medios anuales*, y los medidos fueron tomados de la Tabla 1.6a. El porcentaje está referido a la suma de los caudales de los cursos Paraná de las Palmas, Paraná Guazú y Paraná Ibicuy. Se han usado las siguientes nomenclaturas para los tramos de los distintos cursos:

- \* P. P. tr 1: río Paraná de las Palmas, entre la bifurcación con el Paraná Guazú y la Zanja Mercadal.
- \* P. P. tr 2: río Paraná de las Palmas, desde la Zanja Mercadal hasta el canal Irigoyen.
- \* P. I.: río Paraná Ibicuy.

\* P. G. tr 3: río Paraná Guazú desde la confluencia con el río Paraná Ibicuy hasta el Pasaje Talavera.

\* P. G. tr 1: río Paraná Guazú desde la bifurcación con el río Paraná de las Palmas hasta la Zanja Mercadal.

\* P. G. tr 2: río Paraná Guazú desde la Zanja Mercadal hasta la confluencia con el río Paraná Ibicuy.

\* P. T.: Pasaje Talavera, desde la bifurcación con el río Paraná Guazú hasta el canal Irigoyen.

\* Z. M.: la zanja Mercadal en todo su recorrido.

Se observa un acuerdo general satisfactorio.

En la Figura 3.12b se muestra la comparación anterior pero para los porcentajes medidos y los *correspondientes al instante de pico* de la crecida según la simulación. Se advierten diferencias importantes para tramos del río Paraná Guazú y del Paraná Ibicuy sugiriendo que la repartición de caudales sufre variaciones de cierta importancia durante los picos de crecida.

En la Figura 3.12c se graficaron los caudales simulados en función del tiempo para los ríos Paraná de las Palmas, Paraná Guazú, así como también el caudal suma de los tres cursos de ingreso (incluido el Paraná Ibicuy), que indica la magnitud de la crecida. Se percibe que el Paraná de las Palmas presenta una relativamente débil variación, y que la crecida ingresa básicamente al Bajo Delta a través del Paraná Guazú. Esto queda también reflejado en la Figura 3.12d, donde se ha representado la variación diaria de *los porcentajes de repartición de caudales*. En valores medios anuales, la repartición entre los tres cursos citados se resumió en la Figura 3.12e.

En la Figura 3.13a se muestra una comparación de repartición de caudales medida y modelada para los cursos del río Paraná "de aguas abajo" en valores medios anuales. Los porcentajes están referidos al caudal que circula por el río Paraná Guazú entre las bifurcaciones con los ríos Carabelas Grande y Paraná Bravo. Otra vez, se nota un acuerdo satisfactorio entre ambos.

En la Figura 3.13b se presenta la comparación de porcentajes de repartición de caudales, medidos y calculados, para la condición de máximo caudal circulante por el río Paraná Guazú. En esta oportunidad, sigue existiendo una marcada similitud entre los porcentajes.

En la Figura 3.13c se muestran los caudales de los cursos "de aguas abajo" en función del tiempo obtenidos del modelo, así como también el caudal que surca el río Paraná Guazú entre los ríos Carabelas Grande y Paraná Bravo. En la Figura 3.13d se presenta la variación diaria de los porcentajes de repartición de caudales aludidos, observándose que la distribución anual es prácticamente constante, pese a que la crecida tiende a volcarse ligeramente hacia los ríos Paraná Guazú y Paraná

Bravo.

En base a los resultados satisfactorios surgidos de los contrastes de niveles y de repartición de caudales, se concluye que *el modelo se encuentra calibrado para la crecida de 1985*.

### 3.2.3 Pendientes de los cursos

Una vez que el modelo ha sido calibrado, el mismo puede ser usado para extraer conclusiones sobre el comportamiento del sistema modelado. Así, en las Figuras 3.14a a 3.14j se muestran perfiles longitudinales de los principales cursos, válidos para distintos tiempos. Se advierte que mientras el río Paraná Guazú presenta una pendiente casi constante a lo largo de su longitud, los ríos Paraná de las Palmas, Paraná Miní, Paraná Bravo y Barca Grande muestran sectores con pendientes diferentes. En la Tabla 3.5 se indican las pendientes de los cursos más importantes, discriminándose pendientes mínimas, medias y máximas representativas, calculadas a partir del análisis de nueve tiempos de la simulación. Se observa que el rango de variación es entre 0,60 y 8,80 cm/km.

## 3.3 CRECIDA DE 1992

### 3.3.1 Condiciones de borde

Aguas arriba, se especificaron niveles en Puerto Ibicuy, estación en la que se disponía de series temporales para 1992, y en la bifurcación Paraná de las Palmas-Paraná Guazú. Respecto a esta segunda condición de borde, en virtud de no contar con niveles en la bifurcación, se emplearon los pertenecientes a Baradero, de acuerdo a conceptos vertidos con anterioridad. Sin embargo, para simular la crecida de 1992 se debieron introducir algunas modificaciones. En efecto, en la Figura 3.15 se muestran direcciones de escurrimiento de aguas de desborde de los ríos del Bajo Delta obtenidas mediante imágenes satelitarias [25]. En las vecindades de la bifurcación Paraná de las Palmas-Paraná Guazú se observa la llegada de una masa de agua desde el Noroeste. Al emplear los niveles en Baradero, se está subestimando el caudal ingresante, en virtud de que los registros en esa localidad no contemplan el ingreso de esta masa de agua. Por ello, en la condición de borde del Paraná Guazú, se decidió usar la serie de Baradero con un aumento en el pico de 0,7 m. Este incremento se adicionó en forma progresiva desde el día 150 hasta el pico (día 187) y desde el pico hasta el día 230.

De modo análogo, se restó 0,70 m a la serie de Baradero para la condición de borde del filamento del Paraná de las Palmas.

Para la condición de borde en Puerto Ibicuy, se realizó una elevación de los niveles entre los días 150 y 230 de forma progresiva hasta sobreelevar 0,45 m en el pico.

Aguas abajo se especificaron los niveles en Palermo y Martín García. La

primera de las series estaba disponible, pero la segunda no. En consecuencia, se usaron los datos de Carmelo, desplazados convenientemente de acuerdo al cero correspondiente, como condición de borde para Martín García.

### 3.3.2 Calibración

Tal como se hiciera para la crecida de 1985, la calibración del modelo se comprobó comparando niveles en estaciones testigo y verificando los porcentajes de repartición de caudales entre los cursos del Delta del río Paraná. Al mismo tiempo, la existencia de relevamientos de caudales en instantes cercanos al pico de la crecida permitió un control más preciso del mismo, cuestión que no fue posible para 1985.

#### 3.3.2.1 Niveles

En las Figuras 3.16a a 3.16f se comparan los niveles medidos y calculados por el modelo para las estaciones testigo ya usadas en oportunidad de la crecida de 1985: Zárate, Colón, Nueva Palmira, Carmelo, Brazo Largo y Chaná-Miní. La serie de valores medidos para Brazo Largo, dada la importancia para la calibración del modelo, fue generada a partir de la serie de Puerto Ibicuy, en base al conocimiento de la distancia que separa los niveles medios de ambos registros.

Se aprecia que existe, en términos generales, un acuerdo satisfactorio. Al igual que para el año 1985, las estaciones del Río de la Plata Superior (Nueva Palmira y Carmelo) muestran valores calculados algo mayores y una filtración de las oscilaciones de marea.

#### 3.3.2.2 Repartición de caudales

En la Figura 3.17a se muestra una comparación de la distribución de caudales entre los cursos del río Paraná en la región "de aguas arriba" del modelo, medida y modelada. Los valores porcentuales son medios anuales, y los medidos fueron tomados de la Tabla 1.6a. El porcentaje está referido a la suma de los cursos Paraná de las Palmas, Paraná Guazú y Paraná Ibicuy. En general, se observa un acuerdo satisfactorio.

En la Figura 3.17b se presenta la comparación anterior pero para la condición de máximo caudal entrante, observándose apartamientos respecto al valor medio.

En la Figura 3.17c se graficaron los caudales simulados en función del tiempo para los ríos Paraná de las Palmas, Paraná Guazú y Paraná Ibicuy, así como también el caudal suma de estos tres cursos, que indica la magnitud de la crecida. En términos porcentuales, esta gráfica se repitió en en la Figura 3.17d. Otra vez, se percibe que el río Paraná Guazú es el encargado de transportar la mayor parte del caudal de crecida. En valores medios anuales, la repartición entre los tres cursos citados se resumió en la Figura 3.17e.

En la Figura 3.18a se muestra una comparación de repartición de caudales

medida y modelada para los cursos "de aguas abajo" en valores medios anuales. Los porcentajes están referidos al caudal que circula por el río Paraná Guazú entre las confluencias de los ríos Carabelas Grande y Paraná Bravo. Nuevamente, se nota un acuerdo satisfactorio entre los porcentajes. En la Figura 3.18b se presenta la comparación de porcentajes medidos y calculados para la condición de máximo caudal circulante por el río Paraná Guazú. En la Figura 3.18c se muestran los caudales de los cursos "de aguas abajo" en función del tiempo obtenidos del modelo, así como también el caudal que surca el río Paraná Guazú entre los ríos Carabelas Grande y Paraná Bravo. Esta gráfica se repitió en términos porcentuales en la Figura 3.18d.

### **3.3.2.3 Comparación de caudales medidos y modelados**

En virtud de que la crecida de 1992 ha sido aforada en diversos cursos, resulta posible efectuar una comparación directa de caudales. En la Tabla 3.6 se muestran los caudales medidos y los resultantes del modelo, apreciándose un acuerdo satisfactorio.

En base a los resultados surgidos de los contrastes de niveles, de repartición de caudales y caudales medidos, se concluye que *el modelo se encuentra calibrado para la crecida de 1992.*

### **3.3.3 Pendientes de los cursos**

En las Figuras 3.19a a 3.19j se muestran perfiles longitudinales de los principales cursos, válidos para distintos tiempos. En el caso del Paraná Miní (Figuras 3.19e y 3.19f) se observa una variación relativamente abrupta del nivel para los días 184 y 220. Esto está relacionado con una transición entre una situación de desborde aguas arriba y encauzada aguas abajo. En la Tabla 3.7 se indican las pendientes de los principales cursos en distintos tramos, habiéndose realizado el mismo análisis que el efectuado para la simulación de la crecida del año 1985. Se observa una variación de las pendientes entre valores muy bajos y 11,4 cm/km. En general, las pendientes máximas del año 1992 son mayores que las correspondientes a 1985, siendo las pendientes medias relativamente cercanas.

## **3.4 IMPLEMENTACION DEL MODELO REDUCIDO**

La implementación y calibración de un modelo reducido (desde el CZBL hasta el Río de la Plata) fue utilizada como verificación de la confiabilidad del modelo general, ya que aquel está referido a una región más pequeña, tiene un paso de discretización menor y condiciones de borde bien establecidas.

Se realizó únicamente la simulación de la crecida de 1985.

### **3.4.1 Determinación de la red de cálculo**

#### **3.4.1.1 Selección de los cursos**

En virtud de que, como se dijera, el modelo reducido comienza en el CZBL, de los cursos empleados en el modelo general permanecen los siguientes, naturalmente con longitudes menores:

- \* río Paraná de las Palmas;
- \* río Paraná Guazú;
- \* río Carabelas Grande;
- \* canal L. Comas;
- \* río Paraná Bravo;
- \* río Paraná Miní;
- \* río Barca Grande;
- \* río Sauce;
- \* canal Gobernador de la Serna;
- \* canal N° 4;
- \* canal Gobernador Arana.

Se mantuvo asimismo en el modelo reducido el río Uruguay, de modo de liberar las condiciones de borde en el límite inferior del Delta, representándolo desde Concordia hasta su prolongación en el Río de la Plata Superior.

#### **3.4.1.2 Armado de la red**

Se utilizaron las mismas secciones de los cursos principales del modelo general y el mismo criterio para el tratamiento de las planicies de inundación. Por lo tanto, resultan de validez los conceptos expresados en cuanto a la batimetría y a la topografía en incisos previos. En la Figura 3.20 se muestra un esquema de la red resultante.

En la Tabla 3.8 se resumen las características de los filamentos de la red.

### **3.4.2 Condiciones de borde**

Las condiciones de borde de aguas arriba fueron impuestas a través de los niveles en las estaciones de Zárate, Brazo Largo y Concordia, sobre los filamentos que representan los ríos Paraná de las Palmas, Paraná Guazú y Uruguay, respectivamente.

Aguas abajo se incorporaron las condiciones de borde mediante las series en Palermo y Martín García, ambas disponibles para 1985.

### **3.4.3 Parámetros numéricos y características de la corrida**

Se tomó un paso espacial de 0,9 km con lo cual se arribó a un total cercano a los 760 nodos. Los cálculos se efectuaron con  $\Delta t = 1,44$  minutos, o

equivalentemente, 0,001 días.

La corrida fue llevada a cabo en una computadora personal con procesador 80586 (Pentium) y 32 Mb de RAM. El tiempo de la corrida fue próximo a las 15 horas, en el que se simuló un año de escurrimiento.

#### **3.4.4 Comparaciones**

Se compararon los niveles obtenidos con el modelo ampliado y los hallados con el modelo reducido en las estaciones testigo del Delta. Así, en las Figuras 3.21a a 3.21i se muestran ambos niveles para Campana, Paso Hervidero, Nueva Escocia, Fábrica Colón, Colón, Concepción del Uruguay, Nueva Palmira, Carmelo y Chaná-Miní. En la Figura 3.21j se graficaron los niveles en la bifurcación de los ríos Paraná Guazú y Paraná Miní, la cual no es una estación testigo. En todos los casos se observa que las diferencias entre las series obtenidas por los modelos general y reducido no son significativas.

Se concluye que la precisión del modelo general es comparable a la del modelo reducido. Esto justifica la utilización del modelo general en todos los casos de aplicación.

## CAPITULO 4

### SENSIBILIDAD DEL REGIMEN HIDRODINAMICO A VARIACIONES GEOMORFOLOGICAS

Se realizaron ensayos numéricos a fin de determinar la sensibilidad de la hidrodinámica del Delta a variaciones geomorfológicas, de modo de dar respuesta a los requerimientos planteados en los puntos 4 y 5 de la Introducción.

Se estudiaron situaciones de cambio morfológico de los cursos de porte mediano o pequeño del sistema fluvial, manteniéndose fijas las solicitaciones hidrodinámicas en los bordes del modelo. Se escogió la crecida de 1985 como evento hidrodinámico de análisis, en la búsqueda de la respuesta del entramado frente a crecidas ordinarias.

Se especificaron cambios de índole local y se analizaron tanto los efectos sobre los patrones generales de escurrimiento en el Bajo Delta como las afectaciones en las regiones donde se ubica la alteración.

#### 4.1 ENSAYO 1: OBSTRUCCION DEL RIO PARANA MINI

Este ensayo consistió en la elevación del fondo del río Paraná Miní, 4,5 m en promedio, sobre los últimos 11 km de su recorrido (su longitud total es de 33,95 km), lo que implica un volumen "sedimentado" del orden de 6500 m<sup>3</sup>. Estos cambios representan una obstrucción de las secciones del curso cercana al 65 %, respecto de las condiciones de márgenes llenas. Si bien esta situación es fuertemente improbable, se magnificó el cambio a fin de precisar mejor la sensibilidad del sistema. En las Figuras 4.1a a 4.1c se muestran comparaciones entre las secciones del río y las supuestas en el presente ensayo.

En las Figuras 4.2a a 4.2d se presentan las series temporales en estaciones testigo, ya empleadas para la calibración. Se muestran los niveles resultantes de la corrida de calibración y los obtenidos de este ensayo. Se observa que los niveles en Zárate, Nueva Palmira y Carmelo no se ven prácticamente afectados por el cambio introducido (diferencias máximas de 2,2 cm en Zárate, 1,2 cm en Nueva Palmira y 1,5 cm en Carmelo, tratándose en todos los casos de sobrelevaciones del pelo de agua), existiendo diferencias en el río Paraná Guazú (que se observan a través de la serie en Brazo Largo con un *descenso* máximo de 8,2 cm). En la Figura 4.2e se presentan los niveles en la bifurcación entre los ríos Paraná Guazú y Paraná Miní. Se advierte en esta estación un ascenso máximo de nivel de 5,4 cm.

En las Figuras 4.3a a 4.3c se muestran niveles para la situación natural y la de ensayo en distintas progresivas del río Paraná Miní, desde la bifurcación con el Paraná Guazú. Se observa que las sobrelevaciones máximas del nivel varían desde 36 cm para la progresiva km 10 (con una media de alrededor de 20 cm) hasta 77

cm para la progresiva km 24,95 (con una media cercana a 40 cm). Se aprecia asimismo que las amplitudes de oscilación de la onda de crecida se atenúan considerablemente en virtud de que, con esta configuración, el agua invade parte de las planicies de inundación (mayor inercia).

En la Figura 4.4a se compararon las distribuciones temporales de caudal para las condiciones natural y del Ensayo 1, en el río Paraná Miní. Se perciben reducciones de caudal en algunos casos importantes. La media de las reducciones de caudal ronda el 31 % del caudal natural. En la Figura 4.4b se comparan las distribuciones temporales de velocidad para ambas situaciones. Estas velocidades corresponden a las primeras secciones del río Paraná Miní. Se observan reducciones porcentuales muy similares a las del caudal (cercanas a 32 %), lo cual era esperable teniendo en cuenta que las áreas en los primeros tramos del río fueron conservadas con las condiciones naturales. En la Figura 4.4c se presenta la distribución de velocidades a lo largo del río Paraná Miní para la corrida de calibración y el Ensayo 1, correspondientes al día 200. Se nota un marcado descenso de las velocidades durante este último ensayo, de hasta el 50 % en algunas secciones, el cual es concomitante con el aumento de los niveles y cuya magnitud va decreciendo con la progresiva. Un aumento de velocidad tiene lugar recién en los últimos 2 km del río.

Se concluye que, para crecidas ordinarias, el cambio acarreado por una "sedimentación" en los últimos 11 km del río Paraná Miní tiene un efecto general prácticamente despreciable (con diferencias de nivel menores de 10 cm), pero ocasiona variaciones locales de nivel importantes (hasta 77 cm para una obstrucción del 65 %, con valores medios de alrededor de 40 cm) en toda la longitud del curso y disminuciones del caudal (del 31 %) y de la velocidad de la corriente en las primeras secciones (del 32 %). Finalmente, buscando adoptar tasas globales, se tiene que *por cada 1 % de obstrucción de la sección de márgenes llenas* se produce un aumento medio en el nivel del río Paraná Miní de 0,61 cm y una reducción media de caudal y de velocidad del 0,5 %.

#### 4.2 ENSAYO 2: PROFUNDIZACION DEL RIO PARANA MINI

Este ensayo consistió en una profundización del fondo del río Paraná Miní, 5 m en promedio, sobre los últimos 11 km de su recorrido.

En las Figuras 4.5a a 4.5c se muestran comparaciones entre las secciones naturales y las del presente ensayo. Respecto de las áreas de márgenes llenas, el cambio representa un aumento del 135 % (ésto es, el área media para el ensayo es 2,35 veces la natural), mediante la excavación de 16500 m<sup>3</sup>.

En las Figuras 4.6a a 4.6d se presentan las series temporales en las estaciones testigo del sistema. Se muestran los niveles resultantes de la corrida de calibración y los obtenidos de este ensayo. Se observa que los niveles en Zárate, Carmelo y Nueva Palmira no se ven prácticamente afectados por el cambio introducido, con descensos del nivel de 2,3, 0,9 y 0,8 cm, respectivamente. En

Brazo Largo, se advierten pequeñas diferencias, con valor máximo de 9,6 cm. En las Figuras 4.7a a 4.7c se muestran niveles para la situación natural y la de ensayo, en distintas progresivas del río Paraná Miní desde la bifurcación con el Paraná Guazú. Se aprecian depresiones del nivel con valores máximos desde 29 cm para el km 10 hasta 76 cm (con valor medio de 50 cm) para el km 24,95. Como en este ensayo los niveles no trascienden a las planicies de inundación, la onda de crecida tiene el mismo aspecto que en la situación de calibración. En la Figura 4.7d se presentan los niveles en la bifurcación Paraná Guazú-Paraná Miní. Se advierten en esta estación descensos máximos de nivel de 3,5 cm.

En la Figura 4.8a se compararon las distribuciones temporales de caudal para las condiciones natural y del Ensayo 2, en el río Paraná Miní. Se perciben aumentos de caudal, cuya media ronda el 19 % del caudal natural. En la Figura 4.8b se comparan las distribuciones temporales de velocidad para ambas situaciones. Estas velocidades corresponden a las primeras secciones del río Paraná Miní. Se observan ascensos porcentuales muy similares a los del caudal (cerca del 20 %). En la Figura 4.8c se comparan las velocidades obtenidas en la corrida de calibración y en el presente ensayo para el día 200. Se nota que, a diferencia de lo que ocurre con el primer ensayo, las velocidades se mantienen similares a las de calibración hasta la confluencia con el canal N° 4, siendo algo mayores hasta el km 23,5 aproximadamente y luego decreciendo en la zona de cambio morfológico.

Para dar una visión global, en la Figura 4.9a se presenta el perfil del río Paraná Miní para las tres situaciones: de calibración, Ensayo 1 y Ensayo 2, para el día 200. Obsérvese que el nivel de aguas abajo se encuentra fijo por la condición de borde, mientras que el de aguas arriba es libre, dependiendo de los niveles en el río Paraná Guazú. En la Figura 4.9b se presenta la correspondiente comparación de velocidades de calibración y de los dos ensayos.

Se concluye que el cambio acarreado por una profundización en los últimos 11 km del río Paraná Miní tiene un efecto global muy bajo, pero origina alteraciones de niveles significativas en toda la longitud del curso. En términos medios, *por cada 1 % de aumento de área de las secciones*, se origina una depresión media de 0,37 cm y ascensos de caudal y velocidad del 0,15 %.

#### 4.3 ENSAYO 3: CANALIZACION DEL RIO CARABELAS GRANDE

Este ensayo consistió en una canalización del río Carabelas Grande a lo largo de todo su recorrido, lo cual implica un aumento medio del área de las secciones transversales de 163 % y supone un volumen excavado de 21240 m<sup>3</sup>. En las Figuras 4.10a a 4.10c se muestran comparaciones entre algunas secciones naturales y las del presente ensayo.

En las Figuras 4.11a a 4.11d se presentan las series temporales en algunas estaciones testigo del sistema. Se muestran los niveles resultantes de la corrida de calibración y los obtenidos de este ensayo. Se observa que los niveles en Zárate, Brazo Largo, Carmelo y Nueva Palmira no se ven prácticamente afectados por el

cambio introducido, con diferencias máximas de 4,8, -2,1, -1,1 y -0,9 cm, respectivamente, donde el signo menos significa depresión. En la Figura 4.11e se presentan los niveles naturales y obtenidos en el Ensayo 3 en la bifurcación de los ríos Paraná Guazú y Carabelas Grande, apreciándose una diferencia máxima de 2,3 cm.

En las Figuras 4.12a a 4.12c se muestran niveles con y sin la afectación morfológica, para distintas progresivas del río Carabelas Grande desde su inicio en el río Paraná Guazú. Se observa que las diferencias máximas son: -57, -57 y 7 cm, con valores medios de -12, -4 y 3 cm, para las progresivas km 10, 30 y 50, respectivamente. En las Figuras 4.13a a 4.13c se presentan comparaciones de la distribución de los caudales con el tiempo para las dos condiciones estudiadas. Se advierten modificaciones importantes en los caudales, con aumentos del orden de 190 %, lo cual es posible en virtud del reducido caudal relativo del río Carabelas Grande.

Las variaciones de velocidad obtenidas en este ensayo se traducen en aumentos medios del 18 %.

En la Figura 4.14a se muestra una comparación de niveles en todo el río Carabelas Grande para el día 200. De ella surge que las diferencias medias son menores a 20 cm. En la Figura 4.14b se graficó la comparación de los porcentajes de repartición de caudales para la condición natural y con la profundización. Los porcentajes se hallan referidos al caudal del río Paraná Guazú entre el canal Irigoyen y el río Carabelas Grande. Se verifica escasa alteración en la red (aparece un poco más alto el caudal del río Paraná Bravo), pero una intensa influencia local.

Se concluye que una canalización del río Carabelas Grande produce una afectación despreciable en el Bajo Delta, pero cambios locales de consideración. En términos globales *por cada 1 % de aumento de área media de la sección transversal del río*, se tienen diferencias medias de nivel de 0,12 cm, un aumento de caudal de 1,16 % y aumentos medios de velocidad 0,11 %.

## CONCLUSIONES

Se ha implementado y calibrado un modelo matemático hidrodinámico del Delta del río Paraná que abarca el Bajo Delta bonaerense. En base a ensayos numéricos efectuados con el modelo, para distintas condiciones de interés, se extrajeron las siguientes conclusiones:

### A. Comportamiento del sistema:

a) El perfil líquido del río Paraná Guazú se caracteriza por poseer una pendiente cuasi-uniforme a lo largo del tramo modelado, con un valor medio de 1,6 cm/km y un rango de variación comprendido entre 0,40 y 3,90 cm/km. Por su parte, el río Paraná de las Palmas muestra pendientes variables a lo largo de su recorrido. El valor medio de las pendientes halladas es de 2 cm/km aproximadamente y su rango de variación va desde 0,3 hasta 4,8 cm/km.

b) Variaciones medias en la sección de hasta 135 % (en más o en menos) sobre los últimos 11 kilómetros del río Paraná Miní traerían aparejado cambios despreciables en los cursos mayores del Delta para crecidas ordinarias. En cambio, sí resultarían alteraciones locales importantes en los niveles, velocidades y caudales: por cada 1 % de obstrucción del área de la sección transversal, se verifican los siguientes cambios:

\* nivel: aumento medio de 0,6 cm,

\* caudal: reducción media del 0,5 %,

\* velocidad: reducción media de la velocidad en las primeras secciones del 0,5 %.

Del mismo modo, por cada 1 % de profundización, se verifican las siguientes modificaciones:

\* nivel: depresión media de 0,4 cm,

\* caudal: aumento medio del 0,15 %,

\* velocidad: incremento medio de la velocidad en las primeras secciones del 0,15 %.

c) Una canalización de 100 m de base de fondo del río Carabelas Grande (aumento medio de sección de 163 %) no ocasionaría prácticamente variaciones de las variables hidrodinámicas en los cursos principales del Delta; en cambio, sí se producirían modificaciones locales de significación en los caudales, con aumentos de hasta 190 %. Por su parte, los niveles tendrían variaciones máximas del orden de 55 cm. En términos relativos, por

cada 1 % de aumento medio de la sección, se acarrearía un descenso medio del nivel de 0,12 cm, un aumento de caudal del 1,16 % y aumentos medios de velocidad de 0,11 %.

d) La repartición de caudales en el sistema permanece relativamente invariable en el tiempo. Los porcentajes medios de repartición de caudales en los principales cursos, referidos a la suma de los caudales en los ríos Paraná Pavón y Paraná Inferior, son los siguientes:

- \* Paraná de las Palmas: 23 % (aguas abajo de la zanja Mercadal),
- \* Paraná Guazú: 47 % (aguas abajo de la confluencia con el río Paraná Ibicuy),
- \* Paraná Ibicuy: 20 %.

#### B. Aspectos operativos:

e) En base a los resultados del modelo se determinaron los ceros de estaciones en las que no existía vinculación alguna con planos de referencia o en las que se disponían de determinaciones imprecisas o muy disímiles, a saber:

| Estación        | Cero (m sobre ceño IGM) |
|-----------------|-------------------------|
| Chaná-Miní      | -0.90                   |
| Guazú-Guazucito | -0.24                   |
| Martín García   | -0.50 (aproximado)      |

f) Se verificó que los niveles en la localidad de Baradero son muy cercanos a los de la bifurcación de los ríos Paraná de las Palmas-Paraná Guazú para crecidas ordinarias, tales como la del año 1985, pese a las diferencias notorias entre las características geométricas del río Paraná y el Baradero. En cambio, los registros de Baradero resultan en subestimaciones para crecidas del tipo de la de 1992, seguramente en virtud de los volúmenes que aportan los desbordes de los cursos aguas arriba de la bifurcación de los ríos Paraná de las Palmas-Paraná Guazú.

g) Para los tramos inferior del río Uruguay y superior del Río de la Plata incluídos en el modelo, se observaron sobrestimaciones en los niveles calculados, en especial para el pico de la crecida de 1992. Este aspecto, de resultar una limitación, deberá ser analizado y corregido en el futuro.

#### C. Utilidad del modelo:

h) El modelo constituye una síntesis del conocimiento racional de los

mecanismos de escurrimiento en el Bajo Delta, articulados para determinar relaciones causa-efecto. Se convierte, de esta forma, en la manera más efectiva de hacer operativos esos conocimientos.

i) El modelo es una poderosa herramienta a efectos de evaluar impactos hidráulicos que puedan generar eventuales obras de infraestructura que se construyan sobre las planicies de inundación de los ríos del Delta (caminos, puentes, endicamientos, etc.), comparando situaciones con y sin obra.

j) Si bien el modelo en sí mismo no es una herramienta de pronóstico, dada su escasa extensión longitudinal, puede incorporarse dentro de un sistema de pronóstico más amplio.

k) La escala de resolución del modelo está limitada por la discretización espacial empleada, de 1,4 km de paso. La resolución de fenómenos de menor escala puede realizarse a partir de una densificación que tome como partida a los resultados del presente modelo.

l) El modelo elaborado es susceptible de ser mejorado y ampliado en la medida en que se incorpore información y se adquiera un conocimiento más profundo del escurrimiento en las planicies de inundación. No obstante, se ha mostrado que la herramienta es capaz de predecir con un relativamente alto grado de precisión, tanto la evolución del nivel como la repartición de caudales entre los cursos del sistema.

**REFERENCIAS**

- [1] BOMBARDELLI, F. A., MENENDEZ, A. N., BREA, J. D., MONTALVO, J. L., PORRO, G. O., "Estudio hidrodinámico del Delta del río Paraná mediante modelación matemática. Informe de Avance N° 1", Informe LHA-INCYTH 137-01-94, Ezeiza, noviembre de 1994.
- [2] BESIO, C. A., BREA, J. D., "Determinación de lugares de ubicación de escalas hidrométricas en el Delta del río Paraná", Informe LHA-INCYTH S3-43-94, Ezeiza, junio de 1994.
- [3] BOMBARDELLI, F. A., MENENDEZ, A. N., BREA, J. D., LAPETINA, M. R., "Estudio hidrodinámico del Delta del río Paraná mediante modelación matemática. Informe de Avance N° 2", Informe LHA-INCYTH 137-02-95, Ezeiza, julio de 1995.
- [4] HOPWOOD, H. J., QUINODOZ, H. J. M., "Consideraciones sobre aspectos hidráulicos de la crecida del río Paraná en el año 1982-1983", trabajo presentado al Seminario Latinoamericano de Recursos Hídricos, International Water Resources Association (IWRA), Buenos Aires, 1984.
- [5] BESIO, C., QUINODOZ, H., "Campaña de mediciones en el río Paraná. Enero de 1983", Informe LHA-INCYTH 054-02-83, Ezeiza, septiembre de 1983.
- [6] BESIO, C., QUINODOZ, H., GIRARDI, H., "Campaña de mediciones en Paraná de las Palmas y Paraná Guazú. Abril de 1983", Informe LHA-INCYTH 054-01-83, Ezeiza, abril de 1983.
- [7] BREA, J. D., BESIO, C. A., "Campaña de mediciones en el Delta del río Paraná, Provincia de Buenos Aires. Julio de 1992. Versión preliminar", Informe LHA-INCYTH S3-37-92, Ezeiza, agosto de 1992.
- [8] BREA, J. D., "Campaña de mediciones en puentes y alcantarillas de la Ruta Nacional N° 12 entre Brazo Largo y Ceibas. Julio de 1985", Informe LHA-INCYTH 054-05-85, Ezeiza, septiembre de 1985.
- [9] BESIO, C. A., MARAZZI, M., "Campaña de mediciones en la zona de Ibicuy. Abril de 1990", Informe LHA-INCYTH 15-05-90, Ezeiza, mayo de 1990.
- [10] BREA, J. D., MENENDEZ, A. N., YAÑEZ, M. N., BOMBARDELLI, F. A., MONTALVO, J. L., ARDUINO, G., DE LOS SANTOS, J., SANGUINETTI, J., PINTOS, M., DIAS, R., BIANCHI, G., CIELLI, P., "Estudio de evolución de márgenes aguas abajo de la presa de Salto Grande. Informe Final", diciembre de 1993.

- [11] HOPWOOD, H. J., MENENDEZ, A. N., CHIVIDINI, M. F., CAVALIERE, M. A., BREA, J. D., "Informe de diagnóstico sobre navegación en la ruta Rosario-océano", Informe LHA-INCYTH 114-01-91, Ezeiza, mayo de 1991.
- [12] NORSCINI, R., "Problemas hidráulicos del Delta del río Paraná", Informe LHA-INCYTH, Ezeiza, 1980.
- [13] HOPWOOD, H. J., MENENDEZ, A. N., ALBARRACIN, J., CAVALIERE, M. A., MARAZZI, M. L., "Informe de Avance sobre los modelos matemáticos de inundación del Delta del río Paraná", Informe LHA-INCYTH 054-09-89, Ezeiza, febrero de 1989.
- [14] BOMBARDELLI, F. A., MENENDEZ, A. N., LAPETINA, M. R., MONTALVO, J. L., "Estudio del impacto hidráulico del Puente Buenos Aires-Colonia. Informe N° 1", Informe LHA-INCYTH 141-01-95, Ezeiza, enero de 1995.
- [15] MARAZZI, M. L., MENENDEZ, A. N., "Estudio de las corrientes en los canales de navegación del Río de la Plata", Informe LHA-INCYTH 114-003-91, Ezeiza, septiembre de 1991.
- [16] BERECIARTUA, P. J., "Paraná de las Palmas. Influencia de la crecida 1983 en la batimetría del río", Informe LHA-INCYTH -95, Ezeiza, octubre de 1995.
- [17] MOTOR COLUMBUS Y ASOCIADOS-EBY, "Estudio de crecidas de los ríos Paraná y Paraguay. Modelo hidrodinámico", 1979.
- [18] LOPARDO, R. A., "Modelo de la Vuelta de San Antonio", Informe LNH 001-02-71, diciembre de 1971.
- [19] EIH, "Estudio hidrodinámico y sedimentológico del Paraná de las Palmas en la zona comprendida entre Zárate y la Zanja Mercadal".
- [20] MARAZZI, M. L., CAVALIERE, M. A., MENENDEZ, A. N., "Estudio del impacto de las obras de infraestructura en las inundaciones extraordinarias del Delta del río Paraná mediante un modelo matemático", Informe LHA-INCYTH 054-11-89, Ezeiza, septiembre de 1990.
- [21] CUNGE, J. A., HOLLY, F. M. (Jr.), VERVEY, A., "Practical Aspects of Computational River Hydraulics", Pitman, 1980.
- [22] BLADE, E., GOMEZ, M., DOLZ, J., "Modelación cuasi-2D de avenidas en cauce y llanura de inundación mediante células de almacenamiento", Memorias del XVI Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Vol. 6, pág. 13, Santiago, Chile, 7 al 11 de noviembre de 1994.
- [23] MENENDEZ, A. N., FUNAI, R., BEIRAK, E., CARERAS, P. E., Ezeiza IV: "Un sistema computacional para el cálculo de la traslación de ondas en ríos y canales", Informe LHA-INCYTH 67-001-87, Ezeiza, septiembre de 1987.

- [24] HOPWOOD, H. J., BREA, J. D., BUCETA, J. S., "Condiciones de borde aplicables en un modelo de Saint Venant en cálculos de propagación de ondas de marea", XII Congreso Latinoamericano de Hidráulica.
- [25] FUSCHINI MEJIA, M. C., MENENDEZ, A. N., "Estudio hidrológico e hidráulico para la ampliación de la ruta 12", Caminos del río Uruguay, octubre de 1993.

TABLAS

---

---

Tabla 1.1  
Aforos realizados para el pico de Enero de 1983

|                                | P. de las Palmas                           | P. Guazú                                | Canal Irigoyen | Paraná              | P. Ibicuy                     | Tramo B.Largo-Ceibas |
|--------------------------------|--|---|----------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|
| Fecha                          | 19/1/83                                    | 20/1/83                                 | 19/1/83        | 22/1/83             | 21/1/83                       |                      |
| Sección                        | Club náutico Zárate<br>a 1000m AA del CZBL | Línea de alta tensión<br>a 500m aa CZBL | -----          | Puerto de San Pedro | Altura del polder<br>Mazaruca | Ruta Nacional<br>12  |
| Caudal (m3/s)                  | 6100                                       | 19100 (deducido)                        | 300            | 17000               | 8500                          | 1700                 |
| Velocidad media                | 1.17                                       | -----                                   | -----          | 0.62                | 0.99                          | -----                |
| Nivel en escala<br>cercana (m) | Zárate                                     | -----                                   | -----          | -----               | -----                         | -----                |
| Organismo aforador             | Alrededor de 1.55                          | LHA-INCYTH                              | LHA-INCYTH     | LHA-INCYTH          | LHA-INCYTH                    | DPHER                |
| Fuente                         | [5]  | [5]                                     | [5]            | [5]                 | [5]                           | [4]                  |

NOTA: AA - Aguas arriba  
aa - Aguas abajo

Tabla 1.2  
Aforos realizados en Abril de 1983

|                             | P. de las Palmas                       | P. Guazú                               | Alcant. I. Talavera   | Tramo B. Largo-Ceibas             |
|-----------------------------|--|--|-----------------------|-----------------------------------|
| Fecha                       | 14/4/83                                | 13/4/83                                | 21/4/83               | 7 al 23 de abril de 1983          |
| Sección                     | Club náutico Zárate a 1000 AA del CZBL | Línea de alta tensión aguas abajo CZBL | Todas las alcant.     | Todas las estructuras de la RN 12 |
| Caudal (m3/s)               | 7800                                   | 30900                                  | 54.5                  | 6100                              |
| Velocidad media             | 1.45                                   | 1.79                                   | Variable (hasta 1.31) | -----                             |
| Nivel en escala cercana (m) | Zárate<br>2.55                         | Brazo Largo<br>3.05                    | -----                 | -----                             |
| Organismo aforador          | LHA-INCYTH                             | LHA-INCYTH                             | LHA-INCYTH            | DPH Entre Ríos                    |
| Fuente                      | [6]                                    | [6]                                    | [6]                   | [6]                               |

NOTA: AA - Aguas arriba  
aa - Aguas abajo

Tabla 1.3  
Aforos realizados para la crecida de 1992

|                                | P. de las Palmas                                | P. Guazú                                     | P. Mini   | Arroyo Felicitaria | Río Luján     |
|--------------------------------|---|--|---|--------------------|---------------|
| Fecha                          | 10/7/92   | 16/7/92                                      | 9/7/92  | 10/7/92            | 20/7/92       |
| Sección                        | Ex Recreo<br>(cercano a desemboc.)              | Casilla del mareógrafo<br>en Guazú-Guazucito | Muelle Víctor. M. der.<br>aguas arriba Ao. Diablo | Desembocadura      | Desembocadura |
| Caudal (m3/s)                  | 9100  | 9650   | 980   | 84                 | 400           |
| Velocidad media                | 1.49  | 1.49   | 0.86  | 0.41               | 0.6           |
| Nivel en escala<br>cercana (m) | Destacam. Prefect. de<br>P. Mini: 1.97 a 1.95 m | —  | Destacam. Prefect. de<br>Paraná Mini: 1.90 m      | —                  | —             |
| Organismo aforador             | LHA-INCYTH                                      | LHA-INCYTH                                   | LHA-INCYTH  | LHA-INCYTH         | LHA-INCYTH    |
| Fuente                         | [7]   | [7]  | [7]   | [7]                | [7]           |

|                                | P. de las Palmas                                | P. Guazú  | Río Barca Grande                               |
|--------------------------------|---|---|--|
| Fecha                          | 9/7/92  | 10/7/92   | 15/7/92  |
| Sección                        | 800 m aguas abajo del<br>CZBL                   | 700 m aguas abajo del<br>CZBL                   | Antes de la bifurcación<br>del Ao. La Barquita |
| Caudal (m3/s)                  | 6900  | 29300   | 2400   |
| Velocidad media                | 1.5   | 1.91  | 1.19   |
| Nivel en escala<br>cercana (m) | Destacam. Prefect. de<br>P. Mini: 2.08 a 2.10 m | Destacam. Prefect. de<br>P. Mini: 3.97 a 3.95 m | —  |
| Organismo aforador             | CRL-INCYTH                                      | CRL-INCYTH                                      | LHA-INCYTH                                     |
| Fuente                         | [7]   | [7]   | [7]  |

Tabla 1.4  
Caudal, Velocidad Media y Sección en Puentes y Alcantarillas.

| Nº | Lugar             | Fecha<br>1985 | Caudal    | Veloc.         | Seccion |
|----|-------------------|---------------|-----------|----------------|---------|
|    |                   |               | Q<br>m3/s | Media U<br>m/s | m2      |
| 1  | A. Brazo Largo    | 12/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 2  | 1 tubo            | 12/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 3  | 1 tubo            | 12/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 4  | 1 tubo            | 12/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 5  | 2 tubos           | 12/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 6  | 1 tubo            | 12/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 7  | A. Ibicuicito     | 12/7          | 22.57     | 0.21           | 107.24  |
| 8  | 1 tubo            | 12/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 9  | 2 tubos           | 12/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 10 | 2 tubos           | 12/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 11 | A. Ceibo Grande   | 12/7          | 0.00      | 0.00           | 75.29   |
| 12 | A. Ciego          | 12/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 13 | 1 tubo            | 12/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 14 | 1 tubo            | 12/7          | 0.60      | 0.23           | 2.59    |
| 15 | 2 tubos           | 12/7          | 0.94      | 0.13           | 3.59    |
| 16 | A. Alcazter       | 12/7          | 4.78      | 0.06           | 81.31   |
| 17 | A. Tabaré         | 15/7          | 17.88     | 0.06           | 289.70  |
| 18 | 1 tubo            | 15/7          | 0.23      | 0.06           | 4.25    |
| 19 | 1 tubo            | 15/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 20 | 3 tubos           | 15/7          | 0.54      | 0.05           | 3.92    |
| 21 | 2 tubos           | 15/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 22 | 2 tubos           | 15/7          | 1.28      | 0.10           | 6.69    |
| 23 | 1 tubo            | 15/7          | 0.52      | 0.21           | 2.46    |
| 24 | A. Cruz Sin Brazo | 15/7          | 3.11      | 0.02           | 148.12  |
| 25 | 3 tubos           | 15/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 26 | 3 tubos           | 15/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 27 | 3 tubos           | 15/7          | 0.30      | 0.02           | 4.46    |
| 28 | 2 tubos           | 15/7          | 0.86      | 0.08           | 5.30    |
| 29 | 2 tubos           | 15/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 30 | 2 tubos           | 15/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 31 | R. Paranacito     | 15/7          | 180.48    | 0.39           | 463.05  |
| 32 | 1 tubo            | 15/7          | 0.29      | 0.11           | 2.72    |
| 33 | 1 tubo            | 15/7          | 0.81      | 0.23           | 3.56    |
| 34 | 1 tubo            | 15/7          | 0.26      | 0.10           | 2.72    |
| 35 | 2 tubos           | 15/7          | 0.70      | 0.18           | 1.93    |
| 36 | 1 tubo            | 15/7          | 0.63      | 0.24           | 2.59    |
| 37 | A. Paso Ancho     | 16/7          | 0.96      | 0.01           | 67.00   |
| 38 | 2 tubos           | 17/7          | 0.64      | 0.11           | 2.92    |
| 39 | A. Malambo        | 11/7          | 7.83      | 0.12           | 63.95   |
| 40 | 2 tubos           | 19/7          | 3.35      | 0.46           | 3.66    |
| 41 | 2 tubos           | 19/7          | 1.02      | 0.19           | 2.65    |

Tabla 1.4 (cont.)  
Caudal, Velocidad Media y Sección en Puentes y Alcantarillas.

| N°   | Lugar          | Fecha<br>1985 | Caudal    | Veloc.         | Seccion |
|------|----------------|---------------|-----------|----------------|---------|
|      |                |               | Q<br>m3/s | Media U<br>m/s | m2      |
| 42   | 1 tubo         | 19/7          | 0.41      | 0.20           | 2.02    |
| 43   | 1 tubo         | 19/7          | 0.42      | 0.17           | 2.49    |
| 44   | A. Perico      | 19/7          | 14.37     | 0.20           | 70.70   |
| 45   | 1 tubo         | 19/7          | 0.94      | 0.32           | 2.98    |
| 46   | 1 tubo         | 19/7          | 0.71      | 0.24           | 2.92    |
| 47   | A. Ceibo       | 19/7          | 3.30      | 0.02           | 185.62  |
| 48   | 1 tubo         | 19/7          | 0.22      | 0.09           | 2.52    |
| 49   | 1 tubo         | 19/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 50   | 2 tubos        | 19/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 51   | 1 tubo         | 19/7          | 0.82      | 0.33           | 2.52    |
| 52   | A. Sagastume   | 16/7          | 7.88      | 0.25           | 32.05   |
| 53   | A. Pirané (*)  | 16/7          | 8.34      | 0.31           | 26.56   |
| 54   | A. El Chajá    | 18/7          | 0.00      | 0.00           | 93.15   |
| 55   | A. Salinas C.  | 16/7          | 8.80      | 0.38           | 23.12   |
| 56   | A. Salinas     | 18/7          | 6.46      | 0.02           | 405.45  |
| 57   | 1 tubo         | 19/7          | 2.24      | 0.51           | 4.36    |
| 58   | A. Sin Nombre  | 17/7          | 0.00      | 0.00           | 1470.00 |
| 59   | 1 tubo         | 19/7          | 1.00      | 0.22           | 4.50    |
| 60   | A. Grande      | 17/7          | 15.67     | 0.01           | 1206.23 |
| 61   | 2 tubos        | 19/7          | 3.62      | 0.29           | 6.16    |
| 62   | 2 tubos        | 19/7          | 4.34      | 0.36           | 5.99    |
| 63   | 2 tubos        | 19/7          | 4.48      | 0.35           | 6.37    |
| 64   | 2 tubos        | 19/7          | 7.23      | 0.47           | 7.69    |
| 65   | 2 tubos        | 19/7          | 0.00      | 0.00           | -       |
| 66   | 1 tubo         | 19/7          | 3.09      | 0.59           | 5.26    |
| 67   | A. Flenche (*) | 19/7          | 4.00      | 0.02           | 222.22  |
| 68   | 1 tubo         | 19/7          | 1.59      | 0.46           | 3.49    |
| 69   | 1 tubo         | 19/7          | 1.45      | 0.39           | 3.77    |
| 70   | 1 tubo         | 19/7          | 1.01      | 0.35           | 2.88    |
| Suma |                |               | 352.97    |                | 5152.69 |
| Um   |                |               |           | 0.07           |         |

(\*) ESTIMADO

Tabla 1.5 a  
Aforos realizados en Cinco Bocas para Febrero de 1990

|                             | Curso                       |                             |                             |                               |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                             | P. Guazú                    | Zanja Mercadal              | P. Guazú                    | P. de las Palmas              | P. Talavera                 | P. Ibicuy                   |
| Fecha                       | 24/2/90                     | 24/2/90                     | 25/2/90                     | 26/2/90                       | 26/2/90                     | 27/2/90                     |
| Sección                     | km 215                      | en la primera baliza        | km 227                      | aa de la Z.M. antiguo mareóg. | 1000 m aa del nacimiento    | -----                       |
| Caudal (m <sup>3</sup> /s)  | 5321                        | 343                         | 11366                       | 3965                          | 5629                        | 4385                        |
| Velocidad media             | 0.68                        | 0.54                        | 0.87                        | 0.57                          | 0.79                        | 0.82                        |
| Nivel en escala cercana (m) | mareógrafo Ibicuy<br>2.30 m | mareógrafo Ibicuy<br>2.30 m | mareógrafo Ibicuy<br>2.30 m | mareógrafo Ibicuy<br>2.30 m   | mareógrafo Ibicuy<br>2.30 m | mareógrafo Ibicuy<br>2.30 m |

NOTA: AA - Aguas arriba  
aa - Aguas abajo

Tabla 1.5 b  
 Repartición de caudales en los nudos: comparación 1920-90

| Nudo                            | Tipo de nudo | Curso                | Porcentaje |      |
|---------------------------------|--------------|----------------------|------------|------|
|                                 |              |                      | 1990       | 1920 |
| Paraná<br>P. Palmas<br>P. Guazú | Bifurcación  | Río Paraná           | 100        | 100  |
|                                 |              | Paraná de las Palmas | 74         | 67   |
|                                 |              | Paraná Guazú         | 26         | 33   |
| P. Guazú<br>Talavera            | Bifurcación  | P. Guazú (km 227)    | 100        | 100  |
|                                 |              | Talavera             | 52         | 52   |
|                                 |              | P. Guazú (km 215)    | 48         | 48   |
| P. Ibicuy<br>P. Guazú           | Confluencia  | P. Guazú (km 215)    | 58         | 51   |
|                                 |              | P. Ibicuy            | 42         | 49   |
|                                 |              | P. Guazú (km 210)    | 100        | 100  |
| P. Palmas<br>Z. Mercadal        | Confluencia  | Paraná de las Palmas | 92         | 83   |
|                                 |              | Z. Mercadal          | 8          | 17   |
|                                 |              | Paraná de las Palmas | 100        | 100  |

Tabla 1.5 c  
 Repartición de caudales entre los ríos Paraná de las Palmas  
 y Paraná Guazú

| Fecha      | Río Paraná Guazú              |            | Río Paraná de la Palmas       |            |
|------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|------------|
|            | Caudal<br>(m <sup>3</sup> /s) | Porcentaje | Caudal<br>(m <sup>3</sup> /s) | Porcentaje |
| marzo 1920 | 11865                         | 67         | 5732                          | 33         |
| julio 1965 | 18200                         | 76         | 5700                          | 24         |
| enero 1983 | 19000                         | 76         | 6100                          | 24         |
| julio 1992 | 29268                         | 76         | 9000                          | 24         |
| abril 1983 | 30847                         | 80         | 7791                          | 20         |

Tabla 1.6 a

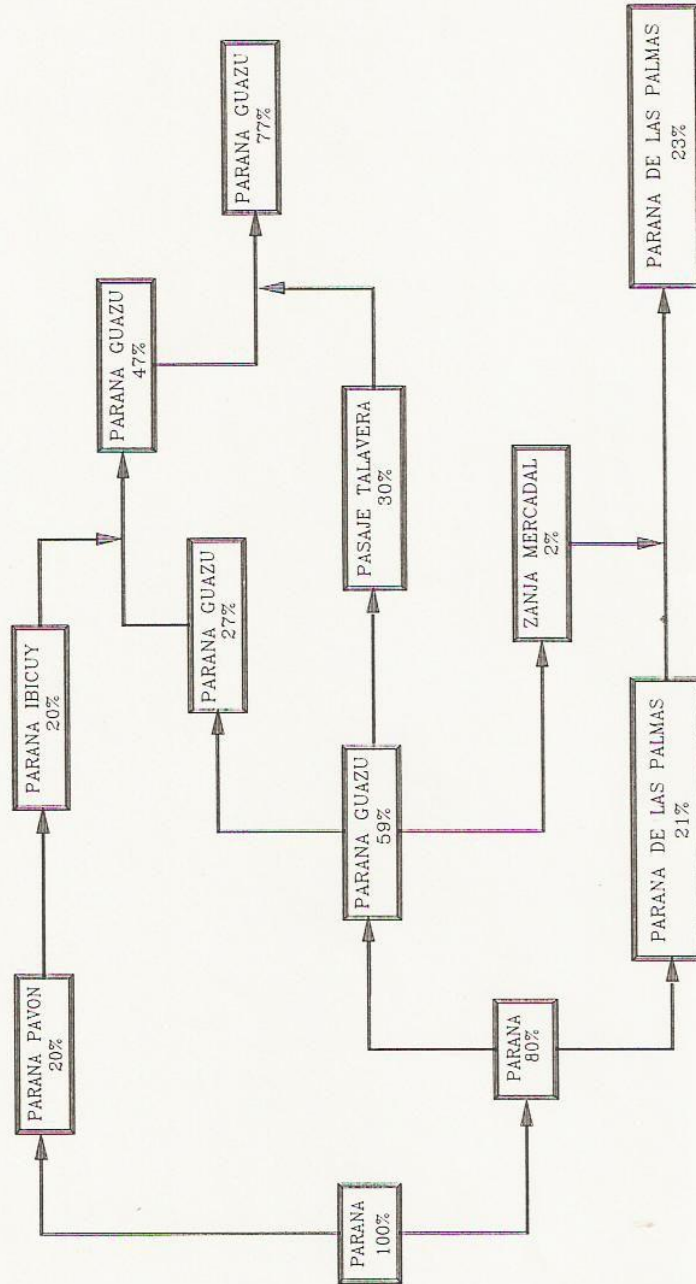


Tabla 1.6 b

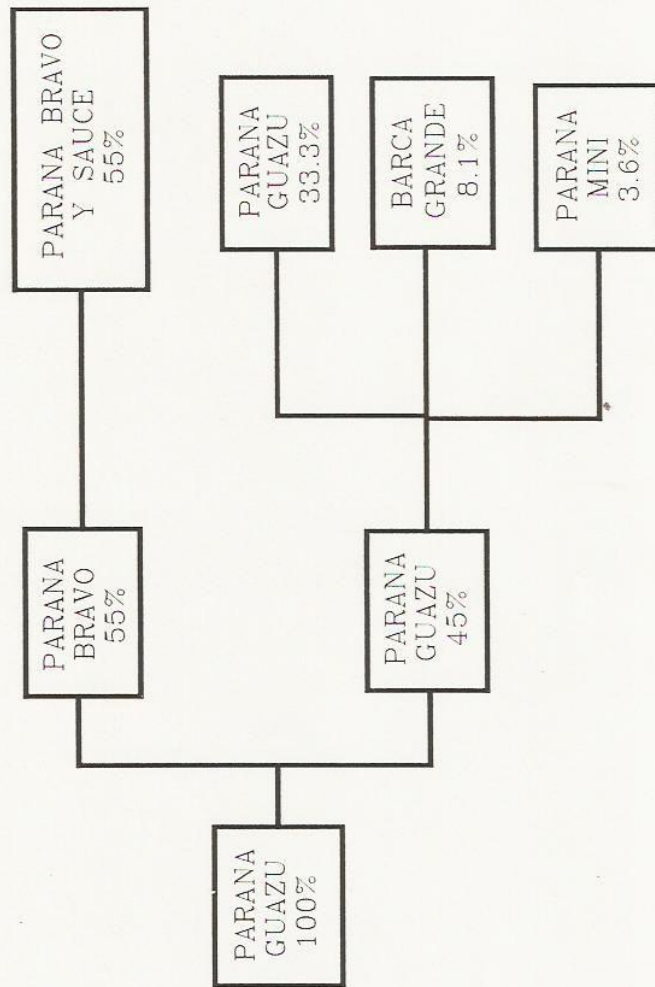


Tabla 1.7  
Río Uruguay en Ciudad de Concordia  
Recurrencia de caudales máximos  
anuales

| Período<br>recurr.<br>(años) | Probabilidad | Caudal<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|------------------------------|--------------|-------------------------------|
| 5                            | 0.200        | 22315                         |
| 10                           | 0.100        | 26070                         |
| 20                           | 0.050        | 29671                         |
| 50                           | 0.020        | 34332                         |
| 100                          | 0.010        | 37826                         |
| 200                          | 0.005        | 41306                         |
| 500                          | 0.002        | 45898                         |
| 1000                         | 0.001        | 49368                         |

Tabla 2.1 (Continúa)  
 Información de base.  
 Estaciones con registro de niveles

| AÑO                    | ESTACION               | FRECUENCIA    | OBSERVACIONES |
|------------------------|------------------------|---------------|---------------|
| 1985                   | BARADERO               | DIARIA        | COMPLETA      |
|                        | BOCA GUALEGUAY         | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | BRAZO LARGO            | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | CAMPANA                | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | CANAL NUEVO            | DIARIA        | POBRE         |
|                        | CANCHA SECA            | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | CARABELITAS            | DIARIA        | POBRE         |
|                        | CARMELO                | HORARIA       | BTE.COMPLETA  |
|                        | COLON                  | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | CONCEPCION DEL URUGUAY | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | CONCORDIA              | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | DIAMANTE               | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | DIQUE LUJAN            | DIARIA        | POBRE         |
|                        | FABRICA COLON          | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | GUALEGUAYCHU           | DIARIA        | COMPLETA      |
|                        | GUAZU GUAZUCITO        | DIARIA        | POBRE         |
|                        | HERVIDERO              | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | IBICUY                 | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | JUANICO                | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | MARTIN GARCIA          | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | NUEVA ESCOCIA          | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | OLIVOS                 | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | PALERMO                | HORARIA       | COMPLETA      |
|                        | PALMIRA                | DIARIA        | COMPLETA      |
|                        | PARANA                 | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | PARANACITO             | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | PEDRO VIRTUANI         | DIARIA        | POBRE         |
|                        | RAMALLO                | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | ROSARIO                | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
|                        | SAN CARLOS             | DIARIA        | COMPLETA      |
|                        | SAN FERNANDO           | DIARIA        | POBRE         |
|                        | SAN MARTIN             | DIARIA        | BTE. COMPLETA |
| SAN NICOLAS            | DIARIA                 | BTE. COMPLETA |               |
| SAN PEDRO              | DIARIA                 | BTE. COMPLETA |               |
| SANTA FE               | DIARIA                 | BTE. COMPLETA |               |
| STO.GRANDE,AGUAS ABAJO | DIARIA                 | COMPLETA      |               |
| TIGRE                  | DIARIA                 | POBRE         |               |
| VILLA CONSTITUCION     | DIARIA                 | BTE. COMPLETA |               |
| ZARATE                 | DIARIA                 | BTE. COMPLETA |               |

Tabla 2.1 (Continuación)  
 Información de base.  
 Estaciones con registro de niveles

| AÑO  | ESTACION               | FRECUENCIA | OBSERVACIONES |
|------|------------------------|------------|---------------|
| 1992 | BARADERO               | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | BRAZO LARGO            | DIARIA     | MUY POBRE     |
|      | BOCA GUALEGUAY         | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | CAMPANA                | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | CANAL NUEVO            | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | CANCHA SECA            | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | CARABELITAS            | DIARIA     | MUY POBRE     |
|      | CARMELO                | HORARIA    | COMPLETA      |
|      | COLON                  | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | COLONIA                | HORARIA    | COMPLETA      |
|      | CONCEPCION DEL URUGUAY | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | CONCORDIA              | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | DIAMANTE               | DIARIA     | COMPLETA      |
|      | DIQUE LUJAN            | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | FABRICA COLON          | DIARIA     | MUY POBRE     |
|      | GUALEGUAYCHU           | DIARIA     | COMPLETA      |
|      | GUAZU GUAZUCITO        | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | HERVIDERO              | DIARIA     | POBRE         |
|      | IBICUY                 | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | OLIVOS                 | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | PALDAO                 | HORARIA    | COMPLETA      |
|      | PALERMO                | HORARIA    | COMPLETA      |
|      | PALMIRA                | HORARIA    | COMPLETA      |
|      | PARANA                 | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | PARANACITO             | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | PEDRO VIRTUANI         | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | RAMALLO                | DIARIA     | COMPLETA      |
|      | ROSARIO                | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | SAN CARLOS             | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | SAN FERNANDO           | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | SAN MARTIN             | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | SAN NICOLAS            | DIARIA     | COMPLETA      |
|      | SAN PEDRO              | DIARIA     | COMPLETA      |
|      | SANTA FE               | DIARIA     | COMPLETA      |
|      | STO.GRANDE,AGUAS ABAJO | DIARIA     | COMPLETA      |
|      | TIGRE                  | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|      | VILLA CONSTITUCION     | DIARIA     | COMPLETA      |
|      | ZARATE                 | DIARIA     | BTE. COMPLETA |

Tabla 2.1 (Continuación)  
 Información de base.  
 Estaciones con registro de niveles

| AÑO                | ESTACION      | FRECUENCIA | OBSERVACIONES |
|--------------------|---------------|------------|---------------|
| 1959               | CANCHA SECA   | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|                    | CONCORDIA     | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|                    | DIAMANTE      | DIARIA     | COMPLETA      |
|                    | FABRICA COLON | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|                    | GUALEGUAY     | DIARIA     | COMPLETA      |
|                    | NUEVA ESCOCIA | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|                    | PALMIRA       | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|                    | PARANA        | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|                    | RAMALLO       | DIARIA     | COMPLETA      |
|                    | ROSARIO       | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|                    | SALTO CHICO   | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
|                    | SAN CARLOS    | DIARIA     | COMPLETA      |
|                    | SAN MARTIN    | DIARIA     | COMPLETA      |
|                    | SAN NICOLAS   | DIARIA     | COMPLETA      |
|                    | SAN PEDRO     | DIARIA     | BTE. COMPLETA |
| SANTA FE           | DIARIA        | COMPLETA   |               |
| VILLA CONSTITUCION | DIARIA        | * COMPLETA |               |

COMPLETA: Cuando se poseen 363 o más días del año.

BTE. COMPLETA (BASTANTE): Más del 70% de los días.

POBRE: Menos del 70% y más del 30% de los días.

MUY POBRE: Menos del 30% de los días.

Las series útiles son las completas o bastante completas.

Tabla 2.2 (Continúa)  
Ceros hidrográficos e hidrométricos en la zona del  
Delta del Río Paraná

| N° | Ubicación      |  | Nivelación (referida al<br>cero del MOP)     |                     | Cero hidrográfico |                     |
|----|----------------|--|--|---------------------|-------------------|---------------------|
|    | Curso de agua  | km   | Lugar  | Cero del hidrómetro | Fecha             | Cota referida a MOP |
| 1  | Canal Del Este | 37.80  | C. del Este-Urión - Mareógrafo               | 0.450               | 18-8-71           | 0.321               |
| 2  | Río Capitán    | 54.60  | R. Capitán-P. de las Palmas-Pilote           | 0.380               | 5-11-59           | 0.380               |
| 3  |                | 54.60  | R. Capitán-P. de las Palmas-Pilote           | 0.380               | 1-10-69           | 0.380               |
| 4  |                | 53.90  | y R. Capitán - Mareógrafo                    | 0.656               | 2-9-71            | 0.380               |
| 5  | Río            | 62.10  | y C. Gob. de La Serna - Pilote               | 0.467               | 23-5-72           | 0.479               |
| 6  |                | 62.10  | y C. Gob. de La Serna - Pilote               | 0.479               | 22-7-60           | 0.479               |
| 7  |                | 76.30  | y Arroyo Las Rosas - Mareógrafo              | 0.372               | 28-9-71           | 0.587               |
| 8  | Paraná         | 84.20  | Vuelta del Tordillo - M. Agricultura Nac.    | 0.590               | 19-5-59           | 0.642               |
| 9  | de             | 95.70  | Campana - Muelle Fiscal (N° 1, bajo muelle)  | 0.890               | 25-4-56           | 0.724               |
| 10 |                | 95.70  | Campana - Muelle Fiscal (N° 2, sobre muelle) | 0.909               | 3-10-63           | 0.724               |
| 11 |                | 105.70   | Zárate - Atracadero Ferrobarcos              | 0.299               | 10-10-60          | 0.788               |
| 12 | las            | 106.70   | Zárate - Mareógrafo                          | 0.878               | 21-3-73           | 0.795               |
| 13 | Palmas         | 107.00   | Zárate - Atracadero de Balsas                | 0.944               | 7-6-71            | 0.800               |
| 14 |                | 122.60   | Muelle Heinonen                              | 1.075               | 11-5-71           | 1.081               |
| 15 |                | 140.00   | y R. Baradero - Mareógrafo                   | 1.698               | 24-9-71           | 1.392               |
| 16 | 157.00         | 500 m abajo de Zanja Mercadal<br>y Zanja Mercadal - Pilote |  | 1.639               | 3-9-75            | 1.637               |
| 17 |                |  |  | 1.639               | 14-5-70           | 1.637               |

Tabla 2.2 (Continuación)  
Ceros hidrográficos e hidrométricos en la zona del  
Delta del Río Paraná

| N° | Ubicación     |        | Nivelación (referida al<br>cero del MOP) | Cero hidrográfico |                     |
|----|---------------|--------|--|-------------------|---------------------|
|    | Curso de agua | km     |  | Fecha             | Cota referida a MOP |
| 18 |               | 131.80 | 0.883                                    | 18-9-68           | 0.995               |
| 19 |               | 124.70 | 1.003                                    | 18-9-68           | 0.995               |
| 20 |               | 144.70 | 0.679                                    | 20-7-60           | 0.695               |
| 21 | Río           | 165.40 | 0.500                                    | 24-11-71          | 0.744               |
| 22 |               | 165.70 | 0.752                                    | 13-5-72           | 0.748               |
| 23 |               | 172.00 | 0.750                                    | 21-1-60           | 0.808               |
| 24 | Paraná        | 182.00 | 1.280                                    | 12-6-57           | 0.947               |
| 25 |               | 183.00 | 1.275                                    | 11-9-75           | 0.947               |
| 26 |               | 197.00 | 1.177                                    | 25-8-59           | 1.193               |
| 27 | Guazú         | 220.30 | 1.531                                    | 8-12-59           | 1.594               |
| 28 |               | 217.50 | 0.982                                    | 18-7-58           | 1.594               |
| 29 |               | 237.00 | 1.980                                    | 10-12-71          | 1.940               |
| 30 |               | 231.00 | 1.917                                    | 3-7-68            |                     |
| 31 | Río Paraná    | 142.00 | 1.020                                    | 23-5-72           | 1.073               |
| 32 | Bravo         | 140.00 | 1.020                                    | 23-9-65           | 1.073               |
| 33 |               | 218.50 | 0.857                                    | 17-9-75           | 1.571               |
| 34 | Río Ibicuy    | 218.70 | 0.960                                    | 17-9-75           | 1.574               |
| 35 |               | 219.00 | 1.647                                    | 1-6-72            | 1.575               |

Tabla 2.2 (Continuación)  
Ceros hidrográficos e hidrométricos en la zona del  
Delta del Río Paraná

| N° | Ubicación      |       | Nivelación (referida al<br>cero del MOP)     |                     | Cero hidrográfico |                     |
|----|----------------|-------|--|---------------------|-------------------|---------------------|
|    | Curso de agua  | km    | Lugar  | Cero del hidrómetro | Fecha             | Cota referida a MOP |
| 36 |                | 0.05  | Club Pescadores Campana - 1ra Sección        | 0.734               | 25-8-60           | 0.724               |
| 37 | Canal L. N.    | 20.30 | Hidrómetro Pilote - 2da Sección              | 0.876               | 25-10-60          | 0.966               |
| 38 | Alem           | 15.48 | Escuela Nro 18 - Muelle 1ra Sección          | 1.045               | 18-10-60          | 1.075               |
| 39 |                | 32.00 | Alem - Guazú Hidrómetro - 2da Sección        | 0.756               | 15-9-60           | 1.096               |
| 40 | Canal Gdor.    | 11.30 | y Canal Nro. 5 - Las Cuatro Bocas            | 0.222               | 27-1-70           | 0.480               |
| 41 | de La Serna    | 0.65  | Recreo "La Navarra"                          | 0.467               | 23-5-72           | 0.480               |
| 42 | Canal Arias    | 0.10  | Muelle Sr. Ramella - a 100 m P.las Palmas    | 0.480               | 18-11-59          | 0.479               |
| 43 |                | 0.10  | Boca Arroyo Los Nogales                      | -0.490              | 19-11-59          | 0.479               |
| 44 |                | 72.25 | 1200 m agua arriba del Canal N° 4            | 0.480               | 6-4-72            | 0.480               |
| 45 | Río            | 66.00 | y Arroyo Chaná - Subprefectura               | 0.270               | 26-11-71          | 0.270               |
| 46 | Paraná         | 19.30 | MOP Provincia de Buenos Aires - Muelle       | -0.284              | 21-6-56           | 0.485               |
| 47 | Miní           | 80.00 | MOP Provincia de Buenos Aires - Mareógrafo   | -0.278              | 21-6-56           | 0.485               |
| 48 |                | 80.00 | MOP Provincia de Buenos Aires - Varadero     | -0.300              | 17-9-59           | 0.485               |
| 49 |                | 0.45  | 450 m del Río Paraná Guazú                   | 0.697               | 27-9-68           | 0.695               |
| 50 | Río Barca      | 60.50 | Barca Grande - Desembocadura - Mareógrafo    | 0.733               | 30-5-72           | 0.841               |
| 51 | Grande         | 72.70 | y Arroyo Laguna Grande - Ex Mareógrafo       | 0.883               | 21-7-60           | 0.865               |
| 52 | Canal Irigoyen | 15.50 | Atracadero Balsas - Estancia Cagnoni         | 1.130               | 19-1-61           |                     |
| 53 | Río Sauce      |       | Río Sauce - Desembocadura - Destacam. P.N    | 1.020               | 23-9-65           |                     |
| 54 | Canal Nro. 4   |       | Canal Nro.4 y Paraná Mini - Pilote Km 73.300 | 0.245               | 22-9-53           |                     |

Tabla 2.2 (Continuación)  
Ceros hidrográficos e hidrométricos en la zona del  
Delta del Río Paraná

| N° | Ubicación       |                        | Nivelación<br>(referida a cero del MOP) |
|----|-----------------|------------------------|---|
|    | Curso de agua   | Lugar                  |   |
| 1  |                 | Concepción del Uruguay | 0.477                                   |
| 2  |                 | Colón                  | 0.450                                   |
| 3  | Río Uruguay     | Corralito              | 1.460                                   |
| 4  |                 | Fábrica Colón          | 0.490                                   |
| 5  |                 | Concordia              | 1.810                                   |
| 6  | Río de la Plata | Nueva Palmira          | 0.550                                   |
| 7  | Superior        | Carmelo                | 0.518                                   |
| 8  | Río de la Plata | Olivos                 | 0.000                                   |
| 9  | Medio           | Colonia                | 0.200                                   |
| 10 | Baradero        | Baradero               | 0.610                                   |

Tabla 2.3  
Tabla de ceros hidrométricos

| Estación                            | Cero escala referido al cero MOP |           |
|-------------------------------------|----------------------------------|-----------|
|                                     | Spinelli                         | Tabla 2.2 |
| Mareógrafo P. Guazú y B. Largo      | 1.252                            | 1.275     |
| Mareógrafo P. Guazú y Carabelitas   | 0.8464                           | 0.752     |
| Mareógrafo P. Palmas y A. Las Rosas | 0.445                            | 0.372     |
| Mareógrafo P. Bravo desembocadura   | 0.6125                           | 1.02      |

Tabla 2.4 (Continúa)  
Listado de cartas topográficas del IGM existentes en el INCYTH (LHA)

| Carta topográfica                                  | Años de levantamiento     |
|--|---------------------------|
| Aldea Asunción (Entre Ríos)                        | 1963                      |
| Aldea valle María (Entre Ríos-Santa Fé)            | 1910/19/20/62             |
| Altamirano (Entre Ríos)                            | 1934                      |
| Arroyo Barrancoso (Entre Ríos)                     | 1963                      |
| Arroyo El Tala (Entre Ríos)                        | 1928/29/36                |
| Arroyo Martillo (Entre Ríos)                       | 1963                      |
| Arroyo Martinez (Entre Ríos)                       | 1970                      |
| Boca Río Gualeguay (Entre Ríos)                    | 1970                      |
| Boca Río Victoria (Entre Ríos)                     | 1964                      |
| Bovril (Entre Ríos)                                | 1943                      |
| Brazo Largo (Buenos Aires-Entre Ríos)              | 1970                      |
| Buenos Aires-Distrito Federal (Bs. As.-Entre Ríos) | 1960                      |
| Caleta Olivia (Santa Cruz)                         | 1966                      |
| Campana (Buenos Aires)                             | 1978                      |
| Campana Sur (Buenos Aires)                         | 1978                      |
| Campo de Mayo (Buenos Aires)                       | 1906/7/8/9/10/12/13/39/45 |
| Caseros (Entre Ríos)                               | 1928/29/30                |
| Ceibas (Entre Ríos)                                | 1970                      |
| Ceibas (Entre Ríos)                                | 1969/70                   |
| Ciudad de Buenos Aires.Distrito Federal (Bs. As.)  | 1909/10/45                |
| Colón (Entre Ríos)                                 | 1928                      |
| Colón (Entre Ríos)                                 | 1928/29/30                |
| Colonia Elía (Entre Ríos)                          | 1928/30                   |
| Colonia El Potrero (Entre Ríos)                    | 1971                      |
| Colonia Las Hermanas (Entre Ríos)                  | 1928                      |
| Concepción del Uruguay (Entre Ríos)                | 1928/29                   |
| Concepción del Uruguay (Entre Ríos)                | 1928/29/30                |
| Concepción del Uruguay (Entre Ríos)                | 1952/53                   |
| Concordia (Entre Ríos-Corrientes)                  | 1951                      |
| Corte Careaga (Entre Ríos-Santa Fé)                | 1923/64                   |
| Cuatro Manos (Entre Ríos)                          | 1969                      |
| Cupalén (Entre Ríos)                               | 1928/30                   |
| Diamante (Entre Ríos-Santa Fé)                     | 1918/19/82                |
| Diamante (Entre Ríos-Santa Fé)                     | 1918/19/23/26             |
| Diamante Sur (Entre Ríos-Santa Fé)                 | 1918/19/26/49             |
| Dos cerros (Entre Ríos)                            | 1969/70                   |
| El Sauce (Entre Ríos)                              | 1933/34                   |
| Embarcadero Berisso (Entre Ríos)                   | 1969                      |
| Embarcadero km 261 (Entre Ríos)                    | 1970                      |
| Establecimiento isla Don Antonio (Entre Ríos)      | 1964                      |
| Estancia El Potrero (Entre Ríos)                   | 1928/30                   |

Tabla 2.4 (Continuación)  
Listado de cartas topográficas del IGM existentes en el INCYTH (LHA)

| Carta topográfica                                    | Años de levantamiento  |
|--|------------------------|
| Estancia El Retiro (Entre Ríos)                      | 1969                   |
| Fábrica Liebig (Entre Ríos)                          | 1928                   |
| Galarza (Entre Ríos)                                 | 1933/36/37             |
| General Racedo (Entre Ríos)                          | 1921/22/23/24/25/43    |
| Gobernador Castro (Entre Ríos)                       | 1962/72                |
| Gualeguay (Entre Ríos)                               | 1969                   |
| Gualeguaychú (Entre Ríos)                            | 1969                   |
| Ibicuy (Entre Ríos)                                  | 1969                   |
| Ibicuy (Buenos Aires-Entre Ríos)                     | 1963/69/70/72          |
| Isla Cambacué (Entre Ríos)                           | 1928                   |
| Isla de la Paloma (Entre Ríos)                       | 1971                   |
| Isla del paraguayo (Entre Ríos-Santa Fé)             | 1927/64                |
| Isla Martín García                                   | 1915                   |
| Laguna el salto (Entre Ríos-Santa Fé)                | 1963                   |
| Larroque (Entre Ríos)                                | 1969                   |
| Larroque Oeste (Entre Ríos)                          | 1969                   |
| La Tapa de la Caldera (Entre Ríos)                   | 1972                   |
| Mazaruca (Entre Ríos-Buenos Aires)                   | 1970                   |
| Médanos (Entre Ríos-Buenos Aires)                    | 1970                   |
| Paraná (Entre Ríos-Santa Fé)                         | 1920/23/24/26          |
| Paraná (Entre Ríos-Santa Fé)                         | 1920/23/25/52          |
| Pasaje La Tacuara (Entre Ríos)                       | 1963/64                |
| Planta General Savio (Buenos Aires-Entre Ríos)       | 1936/58/64             |
| Posta de San Martín (Santa Fé-Entre Ríos)            | 1920/22/26/27/28/36/37 |
| Puerto Baradero (Buenos Aires-Entre Ríos)            | 1970                   |
| Puerto Ruiz (Entre Ríos)                             | 1969                   |
| Puerto Unzué (Entre Ríos)                            | 1930                   |
| Punta caballos (Entre Ríos)                          | 1969                   |
| Punta del Monte (Entre Ríos)                         | 1964/59/70             |
| Punta del Monte (Entre Ríos)                         | 1969                   |
| Rincón del Doll (Entre Ríos)                         | 1963                   |
| Rincón de Nogoyá (Entre Ríos)                        | 1958/59/70             |
| Rincón de Nogoyá Sur (Entre Ríos)                    | 1970                   |
| Río Alféres Nestor Page (Entre Ríos-Buenos Aires)    | 1970                   |
| Rosario (Santa Fé-Entre Ríos)                        | 1919/20/21/22/23       |
| Rosario Tala (Entre Ríos)                            | 1934                   |
| Rosario Tala Sur (Entre Ríos)                        | 1933/34                |
| San Nicolás de los arroyos (Bs. As.-Sta. Fé-E. Ríos) | 1927/37                |
| San Nicolás de los arroyos (Bs. As.-Sta. Fé-E. Ríos) | 1937/64                |
| Santa Fé (Entre Ríos)                                | 1963                   |
| Talitas (Entre Ríos)                                 | 1933                   |
| Tres Bocas (Entre Ríos)                              | 1964                   |
| Urdinaraín (Entre Ríos)                              | 1928/29/30/33          |

Tabla 2.4 (Continuación)  
Listado de cartas topográficas del IGM existentes en el INCYTH (LHA)

| Carta topográfica                               | Años de levantamiento |
|---|-----------------------|
| Victoria (Entre Ríos)                           | 1963                  |
| Villa Constitución(Bs. As.-Sta. Fé-E. Ríos)     | 1927/37               |
| Villaguay (Entre Ríos)                          | 1934                  |
| Villaguay (Entre Ríos)                          | 1934/35/43            |
| Villa Paranacito (isla del Ibicuy) (Entre Ríos) | 1970                  |
| Zárate (Buenos Aires)                           | 1961/72               |

Tabla 2.4 (continuación): Listado de planos de la DNCPyVN existentes en el INCYTH

| Curso                          | Lámina | Comienzo (km)    | Final (km)        | Escala   | Fecha de relevamiento |
|--------------------------------|--------|------------------|-------------------|----------|-----------------------|
| Río Paraná de las Palmas       | 1      | 48.80            | 56.20             | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 2      | 56.40            | 63.80             | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 3      | 63.40            | 70.80             | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 4      | 70.40            | 78.00             | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 5      | 78.00            | 85.40             | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 6      | 84.20            | 93.00             | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 7      | 92.60            | 102.20            | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 8      | 101.80           | 109.80            | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 9      | 109.40           | 118.20            | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 10     | 117.20           | 125.40            | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 11     | 125.20           | 134.80            | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 12     | 134.60           | 143.80            | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 13     | 143.60           | 152.20            | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 14     | 152.00           | 161.20            | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 15     | 161.20           | 168.20            | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 16     | 168.00           | 175.20            | 1:5000   | 1993                  |
|                                | 17     | 174.20           | 177.30            | 1:5000   | 1993                  |
| Río Paraná de las Palmas       | 1      | 52.00            | 62.10             | 1:5000   | 1976                  |
|                                | 2      | 61.00            | 76.40             | 1:5000   | 1980                  |
|                                | 3      | 62.00            | 68.00             | 1:5000   | 1976                  |
|                                | 4      | 68.00            | 76.00             | 1:5000   | 1976                  |
|                                | 5      | 75.00            | 85.00             | 1:5000   | 1976                  |
|                                | 6      | 84.00            | 97.00             | 1:5000   | 1974                  |
|                                | 7      | 117.00           | 122.00            | 1:5000   | 1974                  |
|                                | 8      | 121.00           | 129.00            | 1:5000   | 1985                  |
|                                | 9      | 129.00           | 140.00            | 1:5000   | 1974                  |
|                                | 10     | 140.00           | 147.40            | 1:5000   | 1974                  |
|                                | 11     | 147.40           | 157.50            | 1:5000   | 1974                  |
|                                | 12     | 157.50           | 167.50            | 1:5000   | 1974                  |
|                                | 13     | 167.50           | 177.50            | 1:5000   | 1974                  |
| Río Paraná Guazú               | 1      | 161.00           | 143.00            | 1:10000  | 1958                  |
|                                | 2      | 185.00           | 161.00            | 1:10000  | 1958                  |
|                                | 3      | 203.00           | 179.00            | 1:10000  | 1958                  |
| Pasaje Talavera                | 1      | 183.00           | 190.00            | 1:5000   | 1981                  |
|                                | 2      | 190.00           | 196.00            | 1:5000   | 1981                  |
|                                | 3      | 196.00           | 203.00            | 1:5000   | 1981                  |
|                                | 4      | 203.00           | 211.00            | 1:5000*  | 1981                  |
|                                | 5      | 211.00           | 218.00            | 1:5000   | 1981                  |
| Zanja Mercadal                 | 1      |                  |                   | 1:2000   | 1976                  |
| Canal M. Irigoyen              | 1      | P. Palmas        | 8.00              | 1:2000   | 1954                  |
|                                | 2      | 8.00             | 16.00             | 1:2000   | 1954                  |
|                                | 3      | 16.00            | Pas. Talavera     | 1:2000   | 1954                  |
| Canal Gdor. Serna              | 1      |                  |                   | 1:2000   | 1985                  |
| Canal N°4                      | 1      | A° Paycarabí     | 12.35             | 1:2000   | 1986                  |
| Río Paraná Mini                | 1      | 52.00            | 60.00             | 1:5000   | 1983                  |
|                                | 2      | 59.60            | 71.00             | 1:5000   | 1983                  |
|                                | 3      | 71.00            | 77.00             | 1:5000   | 1983                  |
|                                | 4      | 76.70            | 85.00             | 1:5000   | 1983                  |
| Río Barca Grande               | 1      | 60.00            | 68.00             | 1:5000   | 1982                  |
|                                | 2      | 68.00            | 76.40             | 1:5000   | 1982                  |
|                                | 3      | 76.40            | 85.00             | 1:5000   | 1982                  |
| Canal Gdor. Arana              | 1      |                  |                   | 1:10000  | 1970                  |
| Canal N°6 (Comas)              | 1      |                  |                   | 1:2000   | 1961                  |
| Río Carabelas Grande           | 1      | P. Palmas        | canal A. Seoane   | 1:2000   | 1959                  |
|                                | 2      | P. Palmas        | P. Guazú          | 1:100000 | 1932                  |
| A° Boca Falsa y A° La Barquita | 1      | Confluencias     | Desembocadura     | 1:5000   | 1982                  |
| A° La Barquita                 | 1      | Río Barca Grande | A° Boca Falsa     | 1:5000   | 1982                  |
| Puerto Ibicuy                  | 1      |                  |                   | 1:1000   |                       |
| Canal Honda                    | 1      | 41.50            | 42.30             | 1:2000   | 1977                  |
| Pozos del Barca Grande         | 1      |                  |                   | 1:20000  | 1987                  |
| Río Urión                      | 1      | A° Malvinas      | Canal vinculación | 1:2000   | 1975                  |
|                                | 2      | can. este-Honda  | A° Malvinas       | 1:2000   | 1975                  |
| Canal de vinculación           | 1      |                  |                   | 1:2000   | 1985                  |

Tabla 3.1: Características de los filamentos del modelo ampliado del Delta del río Paraná

| Filamento Nº | Curso                | Longitud | Cant. de secciones relevadas | Filamento de inicio | Progresiva de inicio | Filamento de finalizac. | Progresiva de finalizac. | Condición de borde aguas arriba | Condición de borde aguas abajo |
|--------------|----------------------|----------|------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1            | Paraná de las Palmas | 128.00   | 32                           | ----                | ----                 | ----                    | ----                     | H                               | H                              |
| 2            | Río Uruguay          | 370.00   | 28                           | ----                | ----                 | ----                    | ----                     | H                               | H                              |
| 3            | Paraná Guazú         | 94.00    | 26                           | ----                | ----                 | 2                       | 346.00                   | H                               | ----                           |
| 4            | P. Guazú superior    | 18.37    | 10                           | ----                | ----                 | 3                       | 6.50                     | H                               | ----                           |
| 5            | Pasaje Talavera      | 35.00    | 11                           | 4                   | 15.52                | 3                       | 35.40                    | ----                            | ----                           |
| 6            | Canal Irigoyen       | 19.20    | 6                            | 1                   | 70.30                | 5                       | 29.00                    | ----                            | ----                           |
| 7            | Carabelas Grande     | 53.30    | 15                           | 3                   | 45.25                | 1                       | 108.10                   | ----                            | ----                           |
| 8            | Canal Comas          | 9.28     | 4                            | 1                   | 92.30                | 4                       | 35.50                    | ----                            | ----                           |
| 9            | Paraná Miní          | 33.95    | 10                           | 3                   | 73.65                | ----                    | ----                     | ----                            | H                              |
| 10           | Barca Grande         | 24.89    | 8                            | 3                   | 75.25                | 2                       | 363.50                   | ----                            | ----                           |
| 11           | Paraná Bravo         | 29.40    | 9                            | 3                   | 52.25*               | 2                       | 330.00                   | ----                            | ----                           |
| 12           | Sauce                | 12.80    | 4                            | 11                  | 19.90                | 2                       | 336.50                   | ----                            | ----                           |
| 13           | de la Serna Canal 4  | 12.38    | 7                            | 1                   | 115.30               | 9                       | 13.15                    | ----                            | ----                           |
| 14           | Gob. Arana           | 8.00     | 3                            | 9                   | 17.25                | 10                      | 11.89                    | ----                            | ----                           |
| 15           | Zanja Mercadal       | 6.50     | 3                            | 1                   | 18.30                | 4                       | 13.72                    | ----                            | ----                           |

TABLA 3.2  
Características de los filamentos de la red

| Filamento N°.<br>Denominación           | N° de<br>sección | Progresiva<br>[km] | Cant. de<br>cotas | Cota mínima<br>local del lecho<br>[m] | Cota IGM de<br>cero local<br>[m] |
|---|------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1<br><br>RIO PARANA<br>DE LAS<br>PALMAS | 1                | 0.00               | 17                | -12.00                                | 1.384                            |
|   | 2                | 4.90               | 13                | -30.00                                | 1.384                            |
|   | 3                | 10.55              | 15                | -10.00                                | 1.081                            |
|   | 4                | 14.50              | 19                | -15.00                                | 1.081                            |
|   | 5                | 16.80              | 15                | -15.00                                | 1.081                            |
|   | 6                | 20.80              | 17                | -15.00                                | 1.081                            |
|   | 7                | 27.80              | 12                | -15.00                                | 1.081                            |
|   | 8                | 31.80              | 17                | -18.00                                | 0.836                            |
|   | 9                | 36.00              | 20                | -15.00                                | 0.836                            |
|   | 10               | 39.80              | 14                | -18.00                                | 0.836                            |
|   | 11               | 43.80              | 14                | -18.00                                | 0.836                            |
|   | 12               | 48.05              | 26                | -20.00                                | 0.525                            |
|   | 13               | 51.80              | 21                | -21.00                                | 0.525                            |
|   | 14               | 55.80              | 24                | -21.00                                | 0.525                            |
|   | 15               | 59.80              | 17                | -21.00                                | 0.525                            |
|   | 16               | 63.80              | 15                | -30.00                                | 0.244                            |
|   | 17               | 67.80              | 11                | -16.00                                | 0.244                            |
|   | 18               | 71.80              | 15                | -30.00                                | 0.244                            |
|   | 19               | 75.80              | 18                | -30.00                                | 0.239                            |
|   | 20               | 79.80              | 17                | -30.00                                | 0.239                            |
|   | 21               | 83.80              | 15                | -15.00                                | 0.168                            |
|   | 22               | 87.80              | 26                | -19.00                                | 0.168                            |
|   | 23               | 91.80              | 24                | -30.00                                | 0.086                            |
|   | 24               | 95.95              | 23                | -15.00                                | 0.031                            |
|   | 25               | 99.80              | 31                | -16.00                                | 0.031                            |
|   | 26               | 103.80             | 22                | -18.00                                | 0.031                            |
|   | 27               | 107.90             | 23                | -20.00                                | -0.077                           |
|   | 28               | 111.80             | 18                | -13.00                                | -0.077                           |
|   | 29               | 115.80             | 14                | -11.00                                | -0.077                           |
|   | 30               | 119.65             | 16                | -11.00                                | -0.077                           |
|   | 31               | 123.22             | 18                | -11.00                                | -0.176                           |
|   | 32               | 128.00             | 20                | -11.00                                | -0.176                           |

TABLA 3.2 (Continuación)  
Características de los filamentos de la red

| Filamento N°.<br>Denominación | N° de<br>sección | Progresiva<br>[km] | Cant. de<br>cotas | Cota mínima<br>local del lecho<br>[m] | Cota IGM de<br>cero local<br>[m] |
|-------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 2<br><br>RIO URUGUAY          | 1                | 0.00               | 87                | -3.60                                 | -0.560                           |
|                               | 2                | 6.40               | 73                | -3.60                                 | -0.560                           |
|                               | 3                | 10.60              | 149               | -3.20                                 | -0.560                           |
|                               | 4                | 20.60              | 126               | -9.90                                 | -0.560                           |
|                               | 5                | 28.00              | 88                | -6.00                                 | -0.560                           |
|                               | 6                | 41.20              | 105               | -3.05                                 | -0.560                           |
|                               | 7                | 58.10              | 103               | -6.80                                 | -0.560                           |
|                               | 8                | 80.40              | 134               | -5.80                                 | -0.560                           |
|                               | 9                | 107.00             | 235               | -5.90                                 | -0.560                           |
|                               | 10               | 121.20             | 121               | -11.75                                | -0.560                           |
|                               | 11               | 146.00             | 221               | -7.45                                 | -0.560                           |
|                               | 12               | 205.00             | 102               | -12.00                                | -0.560                           |
|                               | 13               | 210.00             | 48                | -12.00                                | -0.560                           |
|                               | 14               | 230.40             | 131               | -18.90                                | -0.560                           |
|                               | 15               | 247.20             | 20                | -7.60                                 | -0.180                           |
|                               | 16               | 262.10             | 24                | -7.60                                 | -0.180                           |
|                               | 17               | 300.70             | 43                | -7.00                                 | -0.180                           |
|                               | 18               | 317.50             | 17                | -15.00                                | -0.126                           |
|                               | 19               | 328.15             | 13                | -10.00                                | -0.126                           |
|                               | 20               | 332.35             | 12                | -18.00                                | -0.126                           |
|                               | 21               | 334.60             | 13                | -20.00                                | -0.126                           |
|                               | 22               | 336.80             | 14                | -20.00                                | -0.126                           |
|                               | 23               | 341.65             | 14                | -14.00                                | -0.126                           |
|                               | 24               | 347.20             | 14                | -10.00                                | -0.126                           |
|                               | 25               | 349.60             | 16                | -19.00                                | -0.126                           |
|                               | 26               | 358.60             | 18                | -10.00                                | -0.126                           |
|                               | 27               | 366.00             | 29                | -10.00                                | -0.126                           |
|                               | 28               | 370.00             | 42                | -12.00                                | -0.126                           |

TABLA 3.2 (Continuación)  
Características de los filamentos de la red

| Filamento N°.<br>Denominación                          | N° de<br>sección | Progresiva<br>[km] | Cant. de<br>cotas | Cota mínima<br>local del lecho<br>[m] | Cota IGM de<br>cero local<br>[m] |
|--|------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 3<br><br>RIO PARANA<br>IBICUY -<br>RIO PARANA<br>GUAZU | 1                | 0.00               | 27                | -19.30                                | 1.015                            |
|  | 2                | 10.65              | 30                | -16.76                                | 1.038                            |
|  | 3                | 12.30              | 31                | -16.46                                | 0.635                            |
|  | 4                | 16.30              | 22                | -23.77                                | 0.635                            |
|  | 5                | 19.65              | 34                | -30.48                                | 0.635                            |
|  | 6                | 22.00              | 22                | -30.48                                | 0.635                            |
|  | 7                | 23.00              | 21                | -30.48                                | 0.635                            |
|  | 8                | 30.50              | 25                | -18.90                                | 0.635                            |
|  | 9                | 34.50              | 29                | -22.87                                | 0.635                            |
|  | 10               | 39.50              | 41                | -30.48                                | 0.391                            |
|  | 11               | 44.20              | 40                | -17.37                                | 0.252                            |
|  | 12               | 47.50              | 27                | -30.48                                | 0.252                            |
|  | 13               | 50.80              | 38                | -23.77                                | 0.252                            |
|  | 14               | 54.30              | 37                | -7.92                                 | 0.192                            |
|  | 15               | 55.50              | 64                | -8.53                                 | 0.192                            |
|  | 16               | 56.90              | 58                | -30.48                                | 0.192                            |
|  | 17               | 61.20              | 30                | -10.97                                | 0.188                            |
|  | 18               | 66.40              | 31                | -16.46                                | 0.139                            |
|  | 19               | 69.20              | 38                | -14.32                                | 0.139                            |
|  | 20               | 73.40              | 29                | -17.98                                | 0.139                            |
|  | 21               | 75.80              | 23                | -13.72                                | 0.139                            |
|  | 22               | 78.00              | 23                | -19.50                                | 0.139                            |
|  | 23               | 82.00              | 26                | -11.58                                | 0.439                            |
|  | 24               | 86.00              | 30                | -11.58                                | 0.439                            |
|  | 25               | 90.10              | 25                | -20.12                                | 0.439                            |
|  | 26               | 94.00              | 33                | -8.84                                 | 0.439                            |
| 4<br><br>RIO PARANA<br>GUAZU (hasta<br>Pto. Ibicuy)    | 1                | 0.00               | 38                | -12.80                                | 1.384                            |
|  | 2                | 3.50               | 26                | -30.48                                | 1.384                            |
|  | 3                | 5.60               | 24                | -24.38                                | 1.038                            |
|  | 4                | 8.15               | 63                | -10.36                                | 1.038                            |
|  | 5                | 9.85               | 73                | -30.48                                | 1.038                            |
|  | 6                | 12.65              | 59                | -29.20                                | 1.038                            |
|  | 7                | 13.72              | 48                | -15.85                                | 1.038                            |
|  | 8                | 14.67              | 43                | -9.45                                 | 1.038                            |
|  | 9                | 16.37              | 47                | -15.85                                | 1.038                            |
|  | 10               | 18.37              | 22                | -18.29                                | 1.038                            |

TABLA 3.2 (Continuación)  
Características de los filamentos de la red

| Filamento N°.<br>Denominación       | N° de<br>sección | Progresiva<br>[km] | Cant. de<br>cotas | Cota mínima<br>local del lecho<br>[m] | Cota IGM de<br>cero local<br>[m] |
|-------------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 5<br><br>PASAJE<br>TALAVERA         | 1                | 0.00               | 21                | -15.00                                | 1.038                            |
|                                     | 2                | 3.47               | 32                | -17.00                                | 1.038                            |
|                                     | 3                | 6.80               | 37                | -17.00                                | 1.038                            |
|                                     | 4                | 9.80               | 29                | -18.00                                | 1.038                            |
|                                     | 5                | 14.70              | 28                | -16.00                                | 1.038                            |
|                                     | 6                | 18.55              | 31                | -16.00                                | 0.391                            |
|                                     | 7                | 22.30              | 33                | -15.00                                | 0.391                            |
|                                     | 8                | 25.15              | 31                | -19.00                                | 0.391                            |
|                                     | 9                | 28.00              | 31                | -16.00                                | 0.391                            |
|                                     | 10               | 31.75              | 29                | -16.00                                | 0.391                            |
|                                     | 11               | 35.00              | 37                | -18.00                                | 0.391                            |
| 6<br><br>CANAL<br>IRIGOYEN          | 1                | 0                  | 14                | -4.57                                 | 0.244                            |
|                                     | 2                | 3.75               | 19                | -2.44                                 | 0.244                            |
|                                     | 3                | 8                  | 20                | -2.44                                 | 0.244                            |
|                                     | 4                | 12                 | 18                | -2.13                                 | 0.391                            |
|                                     | 5                | 16                 | 18                | -3.65                                 | 0.391                            |
|                                     | 6                | 19.2               | 17                | -2.74                                 | 0.391                            |
| 7<br><br>RIO<br>CARABELAS<br>GRANDE | 1                | 0.00               | 13                | -5.60                                 | 0.252                            |
|                                     | 2                | 4.00               | 12                | -5.10                                 | 0.252                            |
|                                     | 3                | 8.00               | 15                | -4.60                                 | 0.252                            |
|                                     | 4                | 12.00              | 16                | -2.60                                 | 0.252                            |
|                                     | 5                | 16.00              | 19                | -3.60                                 | 0.252                            |
|                                     | 6                | 20.00              | 14                | -3.00                                 | 0.252                            |
|                                     | 7                | 24.00              | 14                | -2.20                                 | 0.252                            |
|                                     | 8                | 28.00              | 13                | -3.30                                 | -0.077                           |
|                                     | 9                | 32.00              | 15                | -3.00                                 | -0.077                           |
|                                     | 10               | 36.00              | 16                | -3.40                                 | -0.077                           |
|                                     | 11               | 40.00              | 11                | -4.00                                 | -0.077                           |
|                                     | 12               | 44.00              | 25                | -5.80                                 | -0.077                           |
|                                     | 13               | 47.30              | 22                | -6.10                                 | -0.077                           |
|                                     | 14               | 51.45              | 29                | -7.90                                 | -0.077                           |
|                                     | 15               | 53.30              | 28                | -6.70                                 | -0.077                           |

TABLA 3.2 (Continuación)  
Características de los filamentos de la red

| Filamento N°.<br>Denominación | N° de<br>sección | Progresiva<br>[km] | Cant. de<br>cotas | Cota mínima<br>local del lecho<br>[m] | Cota IGM de<br>cero local<br>[m] |
|-------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 8<br>CANAL<br>COMAS           | 1                | 0.00               | 15                | -5.57                                 | 0.086                            |
|                               | 2                | 3.95               | 11                | -2.10                                 | 0.086                            |
|                               | 3                | 7.96               | 13                | -2.80                                 | -0.021                           |
|                               | 4                | 9.28               | 11                | -2.53                                 | -0.021                           |
| 9<br>RIO PARANA<br>MINI       | 1                | 0.00               | 15                | -5.00                                 | 0.139                            |
|                               | 2                | 2.35               | 23                | -10.00                                | -0.071                           |
|                               | 3                | 6.35               | 19                | -7.00                                 | -0.071                           |
|                               | 4                | 10.25              | 21                | -8.00                                 | -0.076                           |
|                               | 5                | 14.10              | 23                | -10.00                                | -0.076                           |
|                               | 6                | 18.00              | 22                | -9.00                                 | -0.286                           |
|                               | 7                | 22.05              | 21                | -7.00                                 | -0.286                           |
|                               | 8                | 26.05              | 22                | -7.00                                 | -0.286                           |
|                               | 9                | 29.91              | 16                | -6.00                                 | -0.286                           |
|                               | 10               | 33.95              | 20                | -5.00                                 | -0.286                           |
| 10<br>RIO<br>BARCA<br>GRANDE  | 1                | 0.00               | 25                | -10.00                                | 0.139                            |
|                               | 2                | 3.10               | 20                | -9.00                                 | 0.139                            |
|                               | 3                | 6.15               | 26                | -9.00                                 | 0.309                            |
|                               | 4                | 8.74               | 21                | -8.00                                 | 0.309                            |
|                               | 5                | 11.87              | 19                | -8.00                                 | 0.309                            |
|                               | 6                | 16.88              | 16                | -7.00                                 | 0.309                            |
|                               | 7                | 20.95              | 17                | -7.00                                 | 0.285                            |
|                               | 8                | 24.89              | 24                | -9.00                                 | 0.285                            |
| 11<br>RIO PARANA<br>BRAVO     | 1                | 0.00               | 33                | -19.81                                | 0.192                            |
|                               | 2                | 4.10               | 48                | -18.28                                | 0.192                            |
|                               | 3                | 6.90               | 39                | -27.12                                | 0.192                            |
|                               | 4                | 12.30              | 27                | -12.19                                | 0.192                            |
|                               | 5                | 16.10              | 34                | -25.90                                | 0.517                            |
|                               | 6                | 19.80              | 31                | -21.34                                | 0.517                            |
|                               | 7                | 23.80              | 28                | -16.76                                | 0.517                            |
|                               | 8                | 28.30              | 30                | -15.24                                | 0.517                            |
|                               | 9                | 29.40              | 32                | -17.98                                | 0.517                            |

TABLA 3.2 (Continuación)  
Características de los filamentos de la red

| Filamento N°. Denominación              | N° de sección | Progresiva [km] | Cant. de cotas | Cota mínima local del lecho [m] | Cota IGM de cero local [m] |
|---|---------------|-----------------|----------------|---------------------------------|----------------------------|
| 12<br>RIO<br>SAUCE                      | 1             | 0.00            | 14             | -15.24                          | 0.517                      |
|   | 2             | 4.00            | 21             | -16.76                          | 0.517                      |
|   | 3             | 8.00            | 21             | -16.46                          | 0.517                      |
|   | 4             | 12.80           | 22             | -9.14                           | 0.517                      |
| 13<br>CANAL DE LA<br>SERNA -<br>CANAL 4 | 1             | 0.00            | 28             | -6.50                           | -0.076                     |
|   | 2             | 1.63            | 22             | -4.20                           | -0.076                     |
|   | 3             | 4.00            | 18             | -2.50                           | -0.076                     |
|   | 4             | 6.90            | 25             | -3.20                           | -0.076                     |
|   | 5             | 9.30            | 22             | -2.50                           | -0.076                     |
|   | 6             | 11.00           | 24             | -3.80                           | -0.076                     |
|   | 7             | 12.38           | 22             | -3.00                           | -0.076                     |
| 14<br>GOBERNADOR<br>ARANA               | 1             | 0               | 11             | -2.74                           | -0.286                     |
|   | 2             | 3.8             | 11             | -1.83                           | 0.040                      |
|   | 3             | 8               | 11             | -3.35                           | 0.309                      |
| 15<br>ZANJA<br>MERCADAL                 | 1             | 0.00            | 30             | -5.79                           | 1.081                      |
|   | 2             | 2.03            | 22             | -3.65                           | 1.081                      |
|   | 3             | 6.50            | 33             | -5.79                           | 1.038                      |

Tabla 3.3: Rangos de cotas de la digitalización del Delta del río Paraná

| Zona                           | Rango (m IGM)                |
|--------------------------------|------------------------------|
| Cercana a Zárate               | 2 a 4.5                      |
| Cercana a Puerto Ibicuy        | 1.6 a 2.5                    |
| Entre Campana e Ing. Maschwitz | 2.2 a 1.8<br>Aisladas, < 1.8 |
| Desembocadura río Barca Grande | 1.4 a 2                      |
| Desembocadura P. de las Palmas | 1.8 a 2.2                    |

Tabla 3.4: Coeficientes de rugosidad de Manning resultantes de la calibración

| Curso                            | Tramo             | n de Manning |
|----------------------------------|-------------------|--------------|
| P. de las Palmas                 | Hasta z. Mercadal | 0.030        |
|                                  | Resto             | 0.025        |
| Uruguay                          | Hasta P. Guazú    | 0.025        |
|                                  | Resto             | 0.030        |
| P. Ibicuy-<br>P. Guazú           | P. Ibicuy         | 0.030        |
|                                  | Resto             | 0.025        |
| P. Guazú<br>superior             | Hasta z. Mercadal | 0.020        |
|                                  | Resto             | 0.025        |
| Pasaje Talavera                  | -----             | 0.025        |
| Canal Irigoyen                   | -----             | 0.025        |
| Carabelas Grande                 | -----             | 0.025        |
| Canal Comas                      | -----             | 0.025        |
| Paraná Miní                      | -----             | 0.030        |
| Barca Grande                     | -----             | 0.030        |
| Paraná Bravo                     | -----             | 0.020        |
| Sauce                            | -----             | 0.020        |
| C. De la Serna-<br>Canal N° 4    | -----             | 0.020        |
| Canal Arana                      | -----             | 0.025        |
| Zanja Mercadal                   | -----             | 0.030        |
| Planicies de todos<br>los cursos | -----             | 0.400        |

Tabla 3.5: Pendientes de la superficie libre de los principales cursos del Delta del río Paraná

| Río                  | Tramo                     | Pendiente mínima (cm/km) | Pendiente media (cm/km) | Pendiente máxima (cm/km) |
|----------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Paraná de las Palmas | Hasta km 46.1             | 2.20                     | 2.80                    | 3.50                     |
|                      | Desde km 46.1 hasta km 80 | 0.60                     | 0.90                    | 1.40                     |
|                      | Desde km 80 hasta desemb. | 1.10                     | 1.93                    | 3.60                     |
| Paraná Guazú         | ----                      | 1.20                     | 1.50                    | 1.90                     |
| Paraná Miní          | Hasta km 12.5             | 2.80                     | 4.20                    | 6.70                     |
|                      | Desde km 12.5 hasta km 24 | 1.20                     | 2.50                    | 3.60                     |
|                      | Desde km 24 hasta desemb. | 2.10                     | 4.70                    | 8.50                     |
| Paraná Bravo         | Hasta km 11               | 1.40                     | 2.00                    | 3.40                     |
|                      | Desde km 11 hasta desemb. | 3.60                     | 6.00                    | 8.80                     |
| Barca Grande         | Hasta km 15               | 1.20                     | 1.50                    | 2.00                     |
|                      | Desde km 15 hasta desemb. | 1.40                     | 2.30                    | 3.60                     |

Tabla 3.6  
 Crecida de 1992: Comparación de caudales medidos  
 y modelados

| Curso                | Lugar                      | Caudal (m3/s) |          |
|----------------------|----------------------------|---------------|----------|
|                      |                            | Medido        | Modelado |
| Paraná de las Palmas | Desembocadura              | 9100          | 8600     |
|                      | aa CZBL                    | 6900          | 8350     |
| Paraná Guazú         | Desembocadura              | 9650          | 9250     |
|                      | aa CZBL                    | 29300         | 27750    |
| Paraná Mini          | Desembocadura              | 980           | 900      |
| Barca Grande         | Bifurcación Ao.La Barquita | 2400          | 2170     |

Nota: AA aguas arriba  
 aa aguas abajo

\* El valor medido se considera erróneo

Tabla 3.7: Pendientes de la superficie libre de los principales cursos del Delta del río Paraná

| Río                  | Tramo                     | Pendiente mínima (cm/km) | Pendiente media (cm/km) | Pendiente máxima (cm/km) |
|----------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Paraná de las Palmas | Hasta km 46.1             | 1.30                     | 2.80                    | 3.40                     |
|                      | Desde km 46.1 hasta km 80 | 0.30                     | 0.95                    | 1.80                     |
|                      | Desde km 80 hasta desemb. | 0.60                     | 2.30                    | 4.80                     |
| Paraná Guazú         | ----                      | 0.40                     | 1.70                    | 3.90                     |
| Paraná Miní          | Hasta km 12.5             | 2.80                     | 4.60                    | 9.00                     |
|                      | Desde km 12.5 hasta km 24 | 1.60                     | 2.90                    | 5.60                     |
|                      | Desde km 24 hasta desemb. | 2.40                     | 4.70                    | 7.40                     |
| Paraná Bravo         | Hasta km 11               | 1.20                     | 1.60                    | 2.40                     |
|                      | Desde km 11 hasta desemb. | 4.80                     | 7.50                    | 11.40                    |
| Barca Grande         | Hasta km 15               | 0.30                     | 1.40                    | 2.70                     |
|                      | Desde km 15 hasta desemb. | 0.01                     | 2.60                    | 8.20                     |

**FIGURAS**

---

---

# NIVELES EN LA ESCALA DE ROSARIO MAXIMAS CRECIDAS DEL SIGLO

Fuente: INCYTH

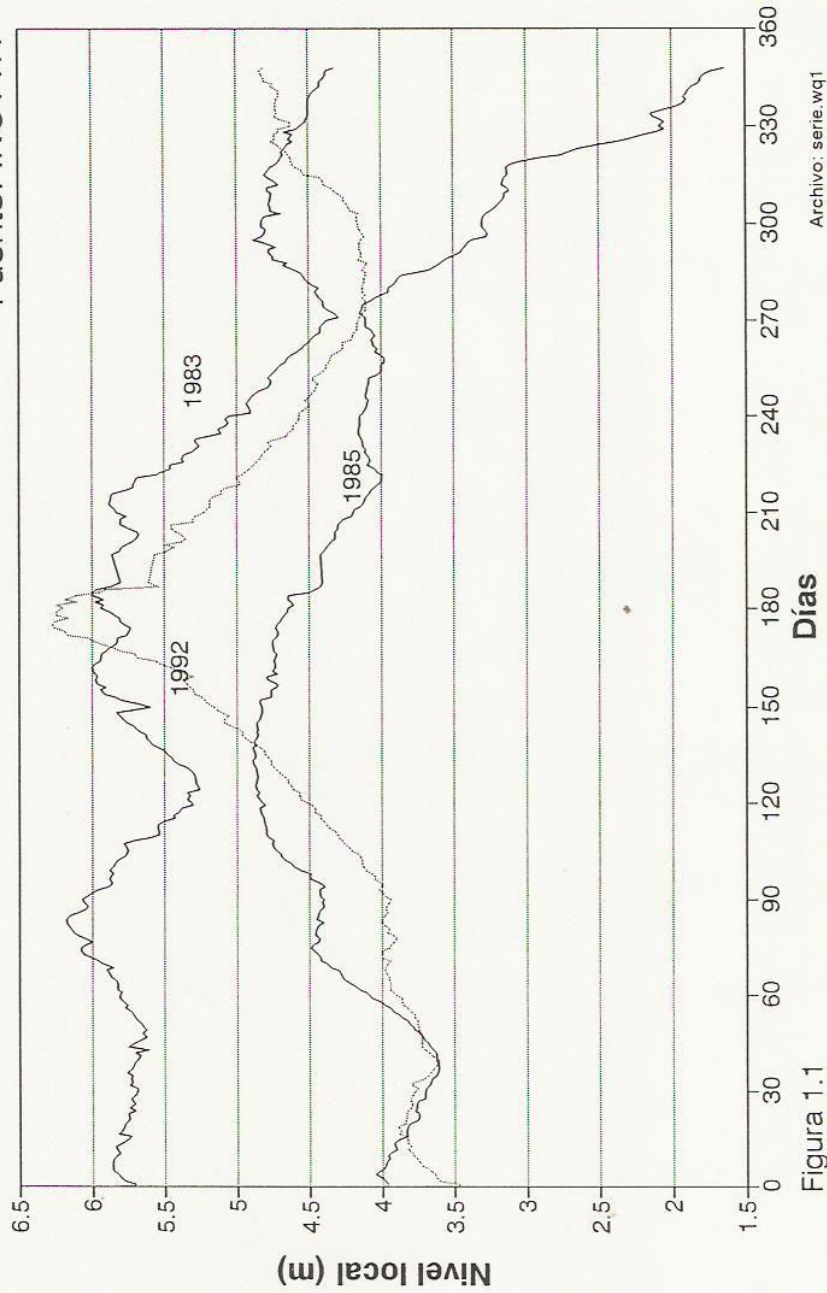
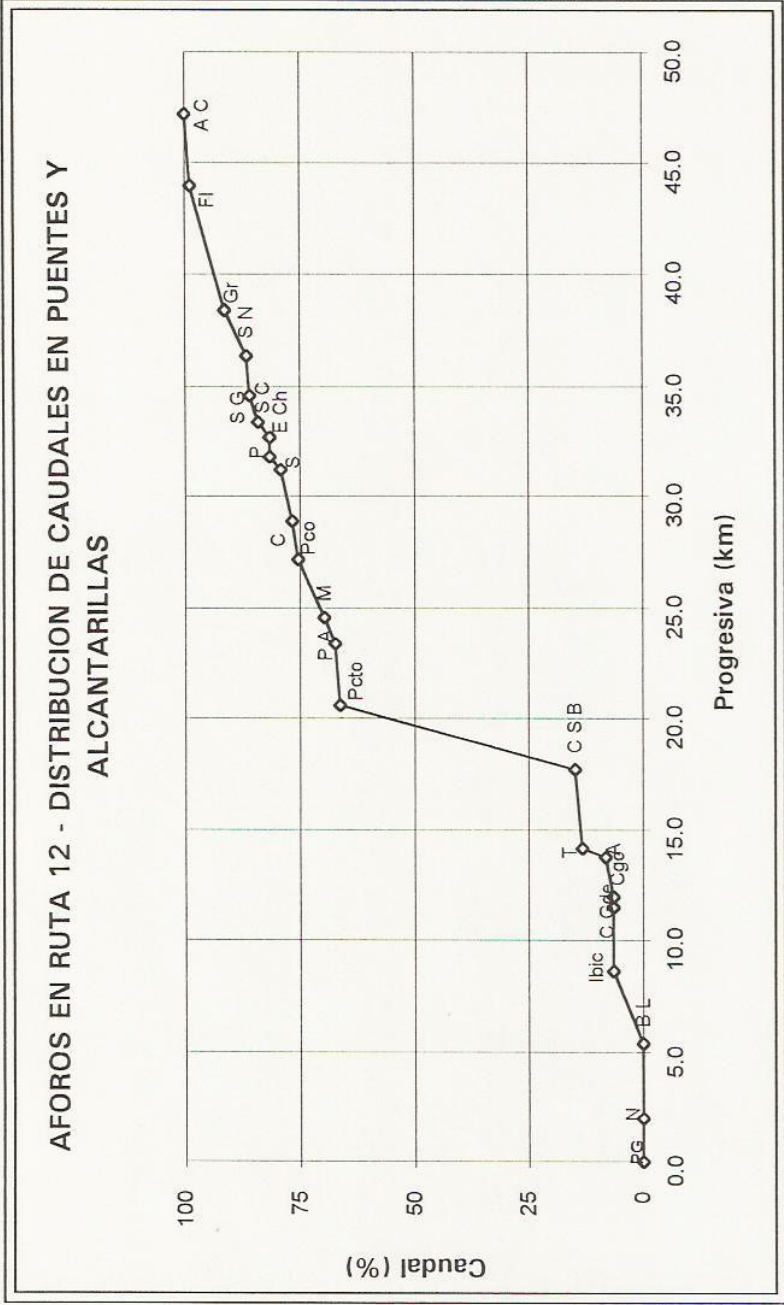


Figura 1.1

Archivo: serie.wq1





|      |                |
|------|----------------|
| E Ch | El Chajá       |
| S C  | Salinas Chico  |
| S G  | Salinas Grande |
| S N  | Sin Nombre     |
| Gr   | Grande         |
| FI   | Flenche        |
| A C  | Alc. Ceibas    |

|       |                |
|-------|----------------|
| C S B | Cruz Sin Brazo |
| Pcto  | Paranacito     |
| P A   | Paso Ancho     |
| M     | Malambo        |
| Pco   | Perico         |
| C     | Ceibo          |
| S     | Sagastume      |
| P     | Pirané         |

|       |              |
|-------|--------------|
| P G   | Paraná Guazú |
| N     | Negro        |
| B L   | Brazo Largo  |
| Ibic  | Ibicuy       |
| C Gde | Ceibo Grande |
| Cgo   | Ciego        |
| A     | Alcazter     |
| T     | Tabaré       |

Figura 1.3

# REPARTICION DE CAUDALES ENTRE LOS RIOS PARANA DE LAS PALMAS Y PARANA GUAZU

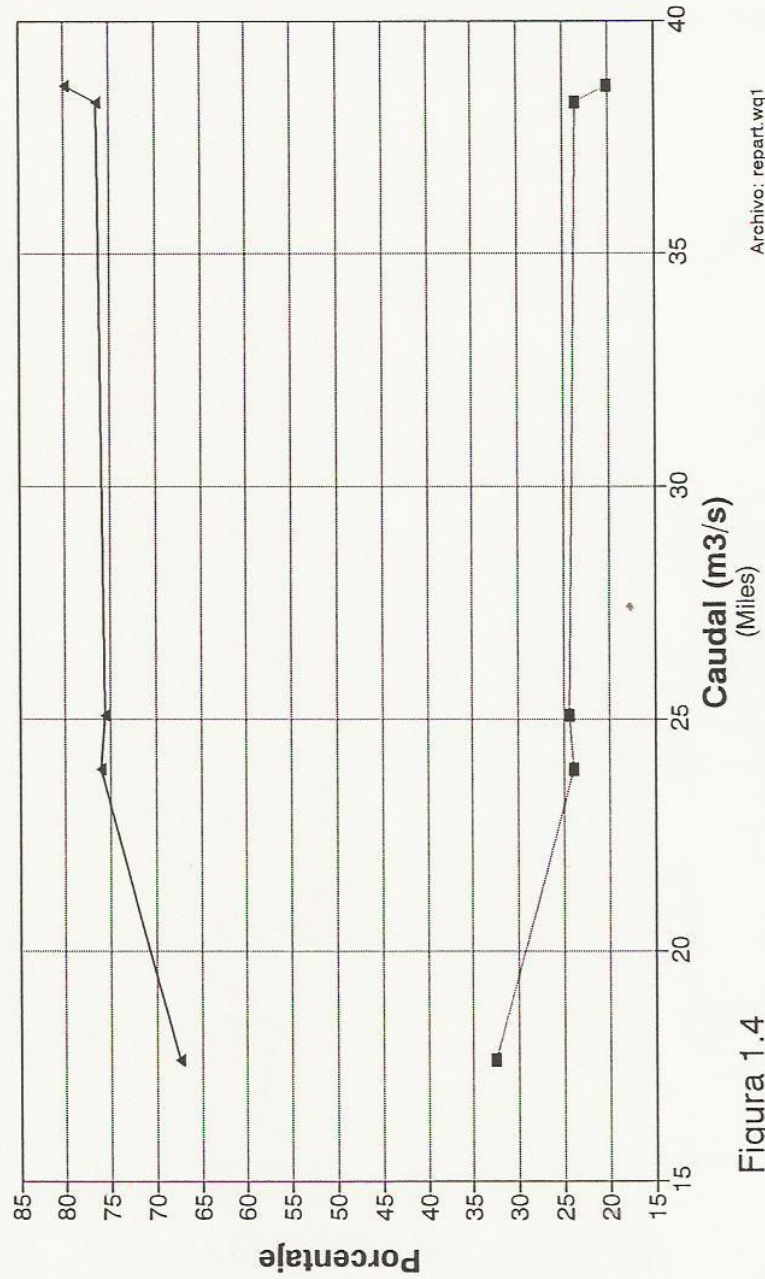


Figura 1.4

Archivo: repart.wq1

■ P. de las Palmas ▲ Paraná Guazú

# CIUDAD DE CONCORDIA (1931-1993) RECURRENCIA DE CAUDALES MAXIMOS

Fuente: INCYTH

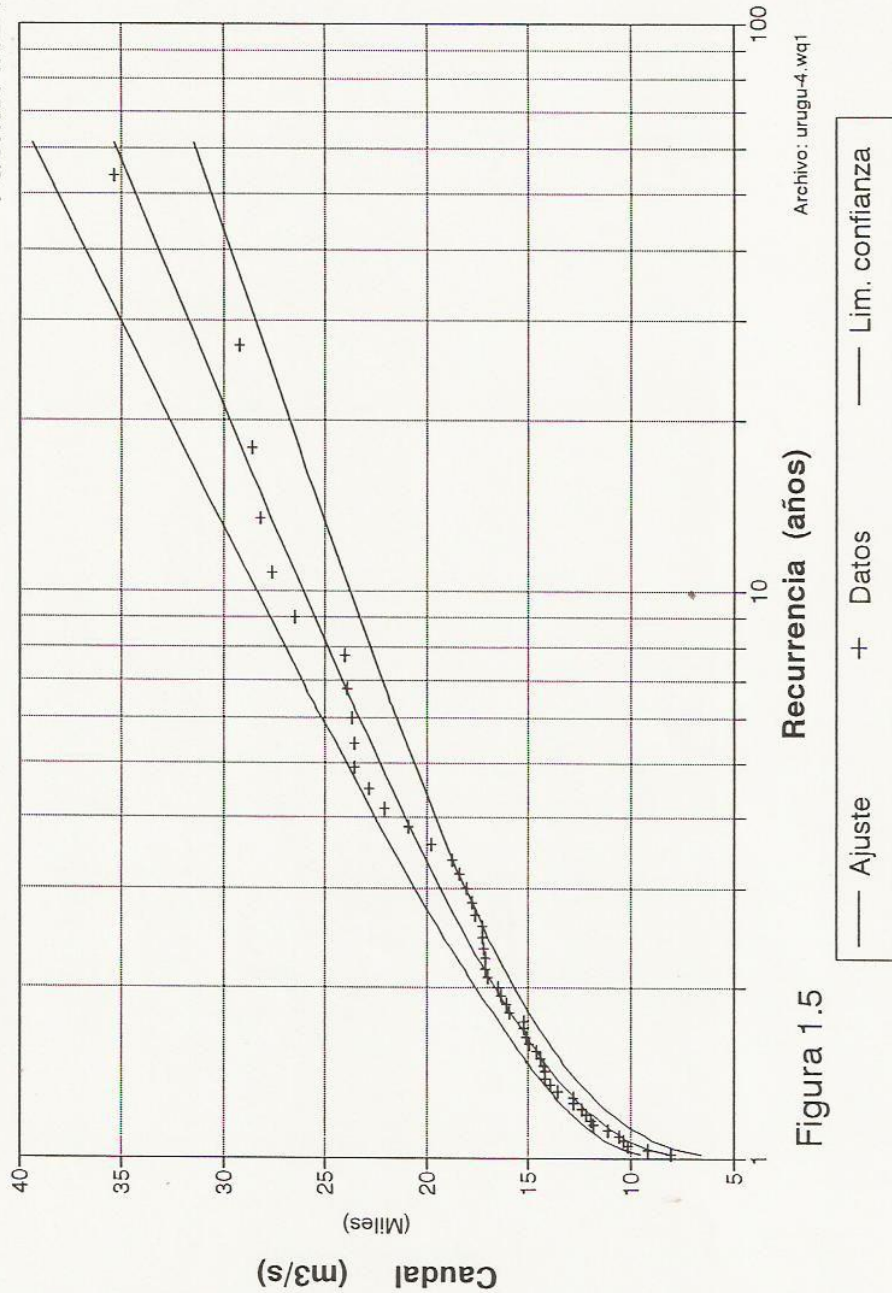
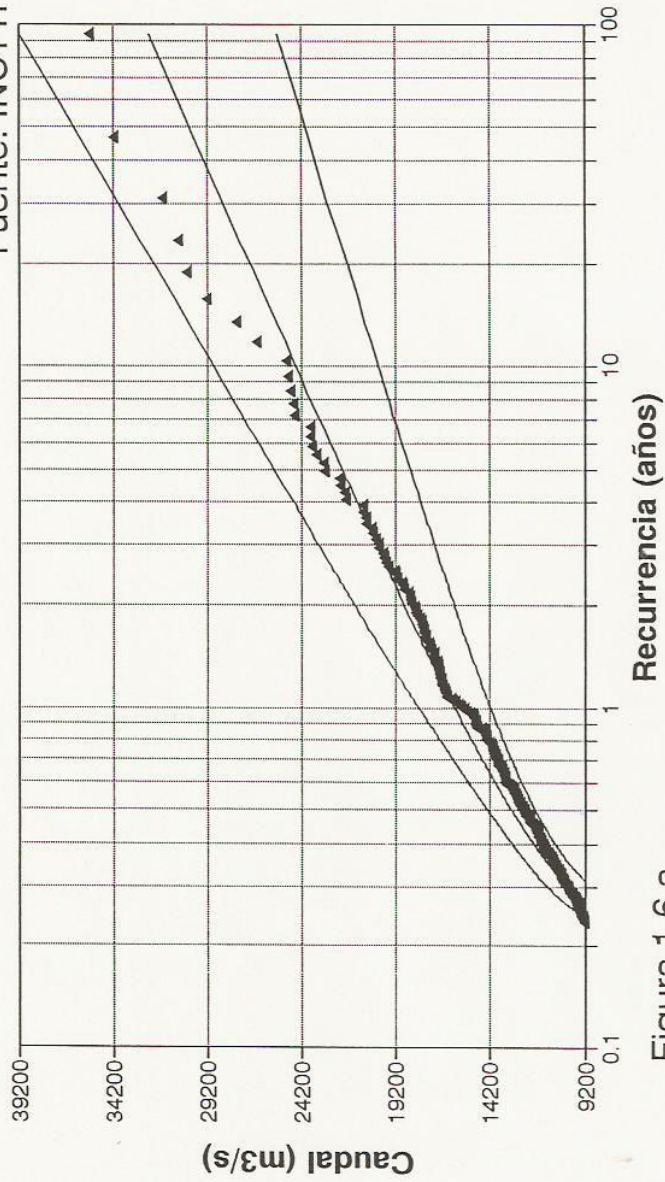


Figura 1.5

# RECURRENCIA DE PICOS DE CRECIDAS INGRESANTES AL EMBALSE DE SALTO GRANDE

Fuente: INCYTH



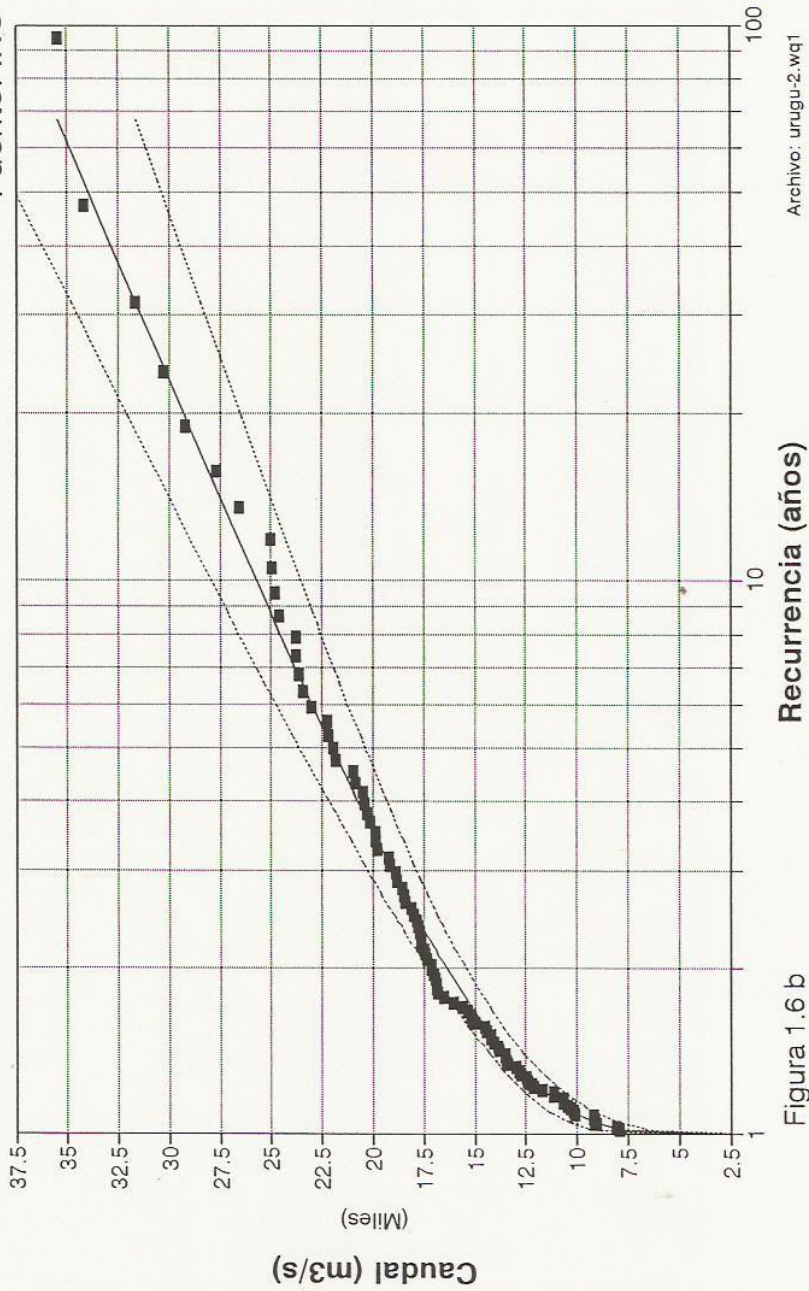
Archivo: picosgum.wq1

Figura 1.6 a



# RECURRENCIA DE CAUDALES MAXIMOS APORTADOS AL EMBALSE DE SALTO GRANDE

Fuente: INCYTH



Archivo: urugu-2.wq1

Figura 1.6 b

- Datos
- Ajuste
- ..... Lim. confianza

Figura 2.1

CEROS DE LAS ESCALAS ARGENTINAS  
Y URUGUAYAS

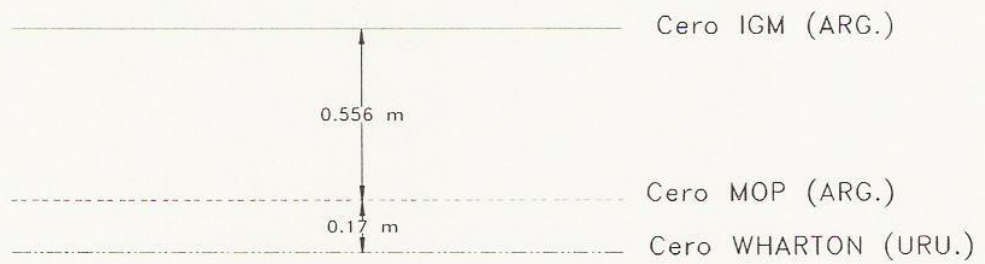
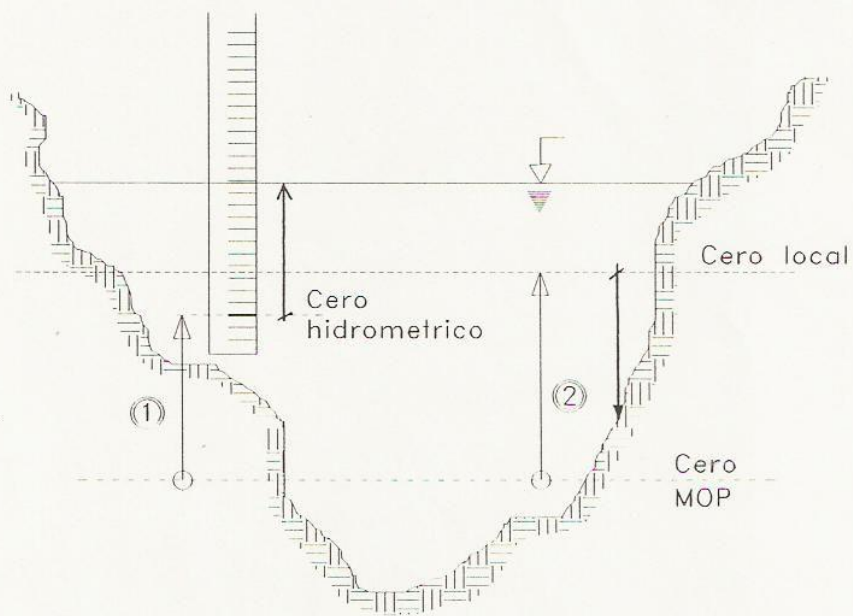
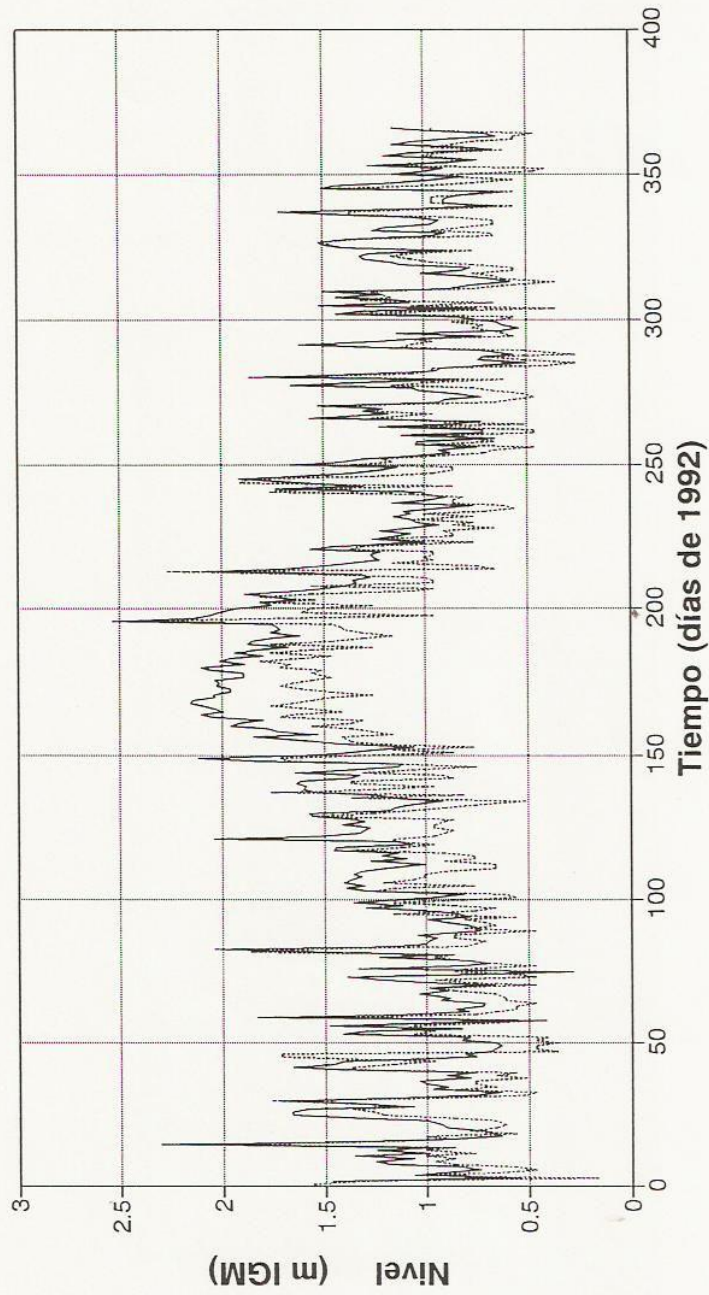


Figura 2.2  
CEROS LOCALES



# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN NUEVA PALMIRA Y CARMELO (AÑO 1992)

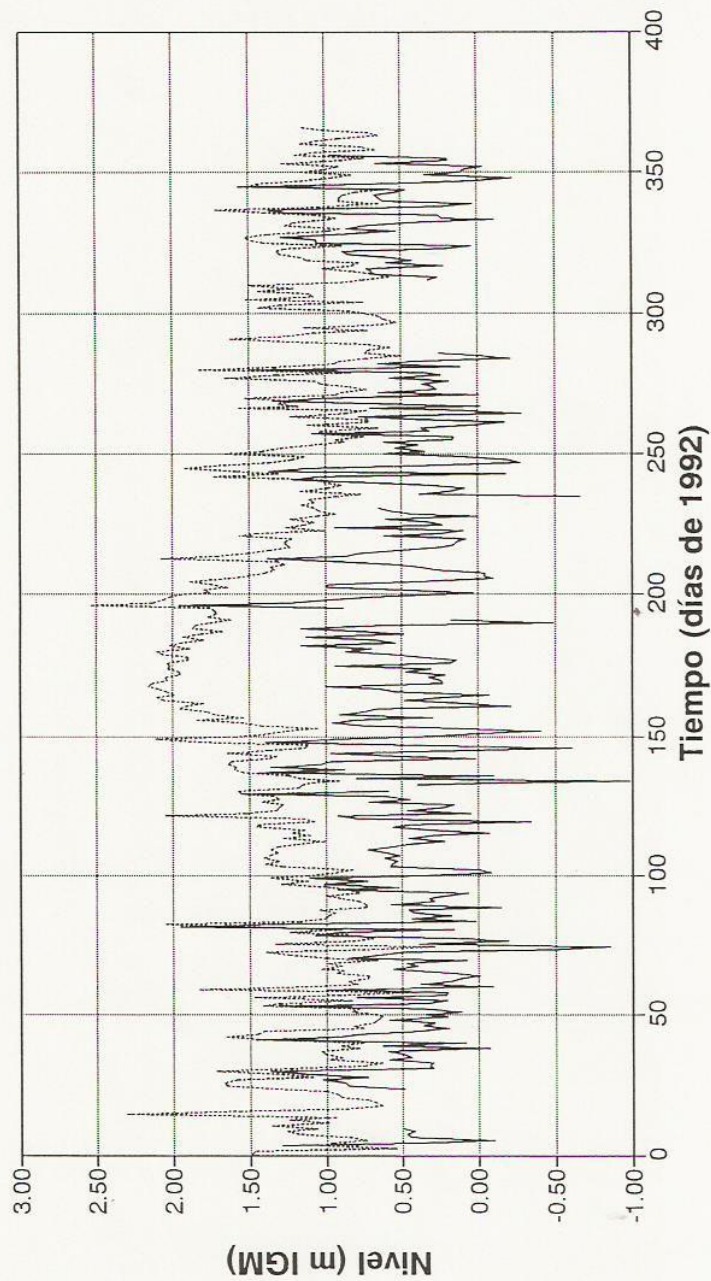


Archivo: cmpacac.wq1

Figura 2.3a

— Nueva Palmira ..... Carmelo

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN NUEVA PALMIRA Y COLONIA (AÑO 1992)



Archivo: cmcolnvp.wq1

— Colonia      ..... Nueva Palmira

Figura 2.3b

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN CARMELO Y COLONIA (AÑO 1992)

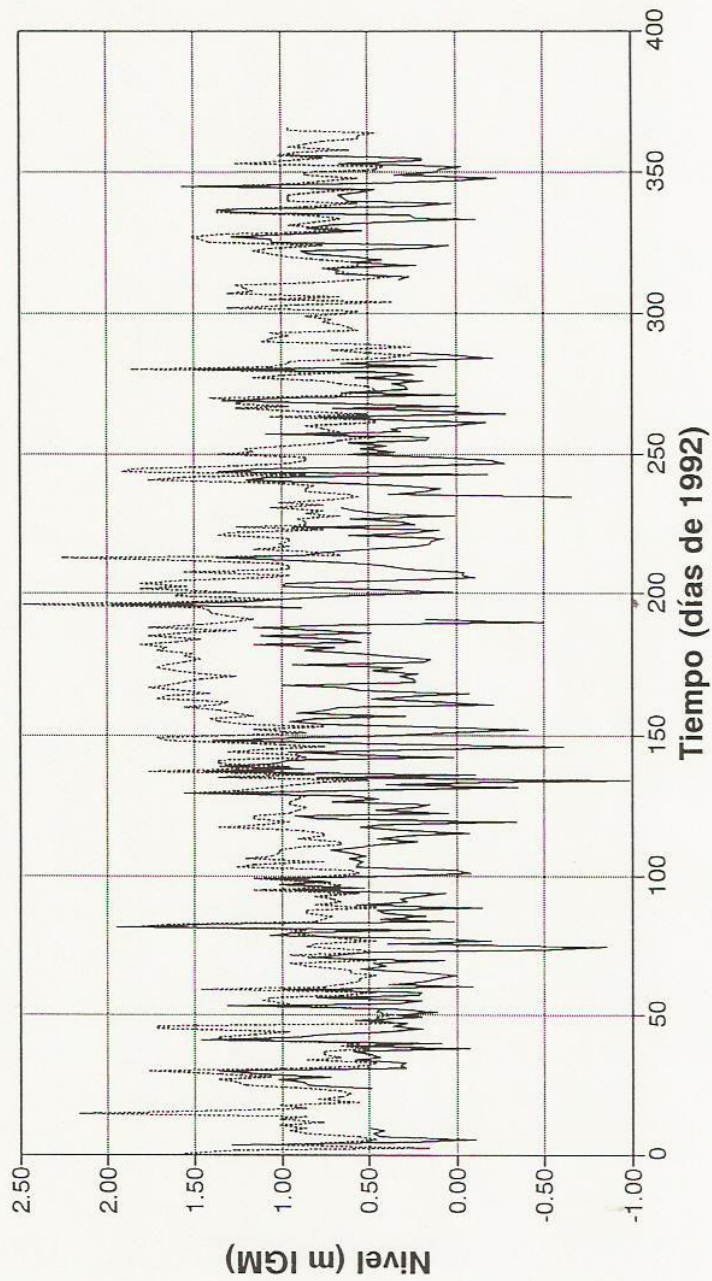


Figura 2.3 c

Archivo: cmcolcar.wq1

— Colonia ..... Carmelo

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN CARMELO Y NUEVA PALMIRA (AÑO 1985)

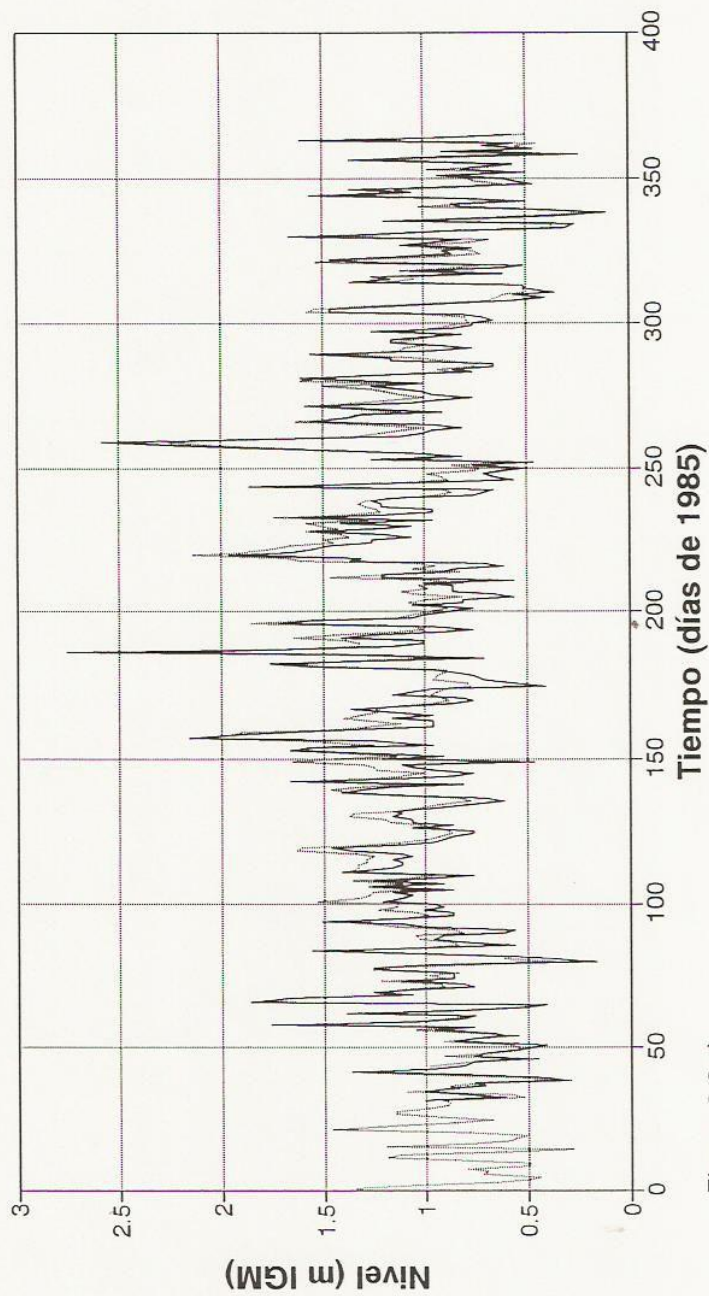


Figura 2.3 d

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN MARTÍN GARCÍA Y CARMELO (AÑO 1985)

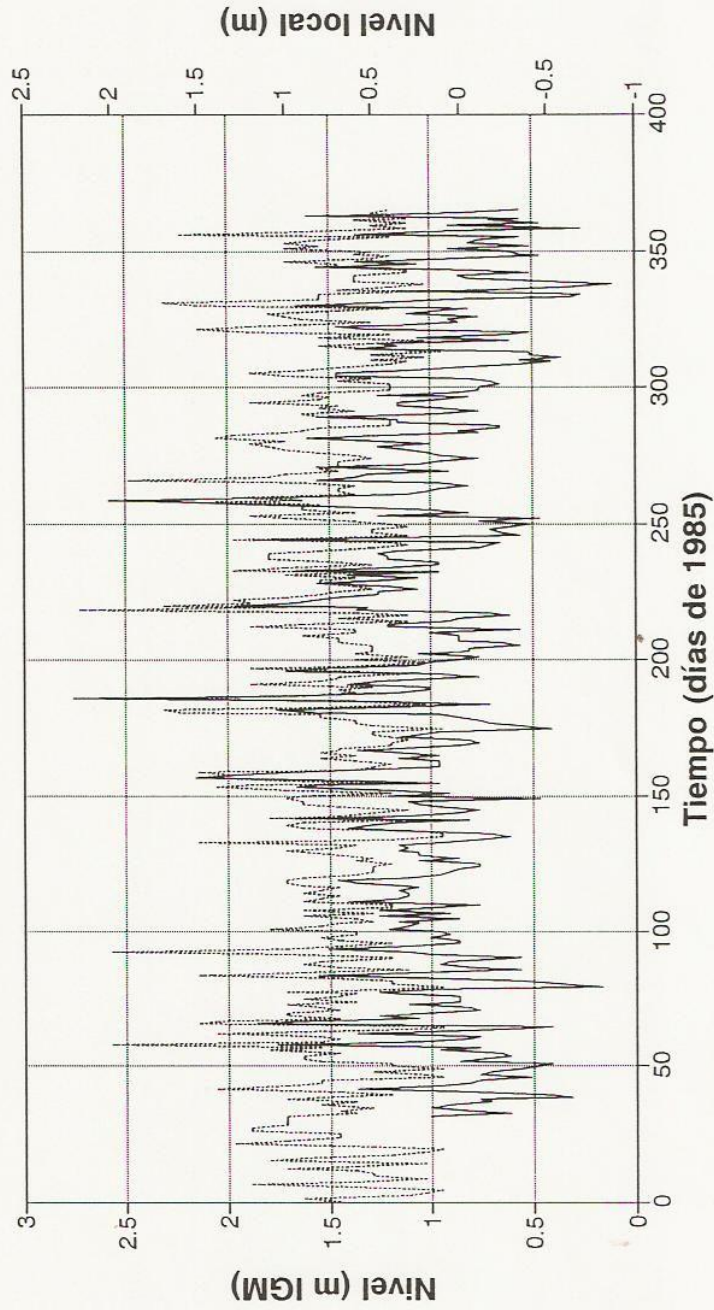
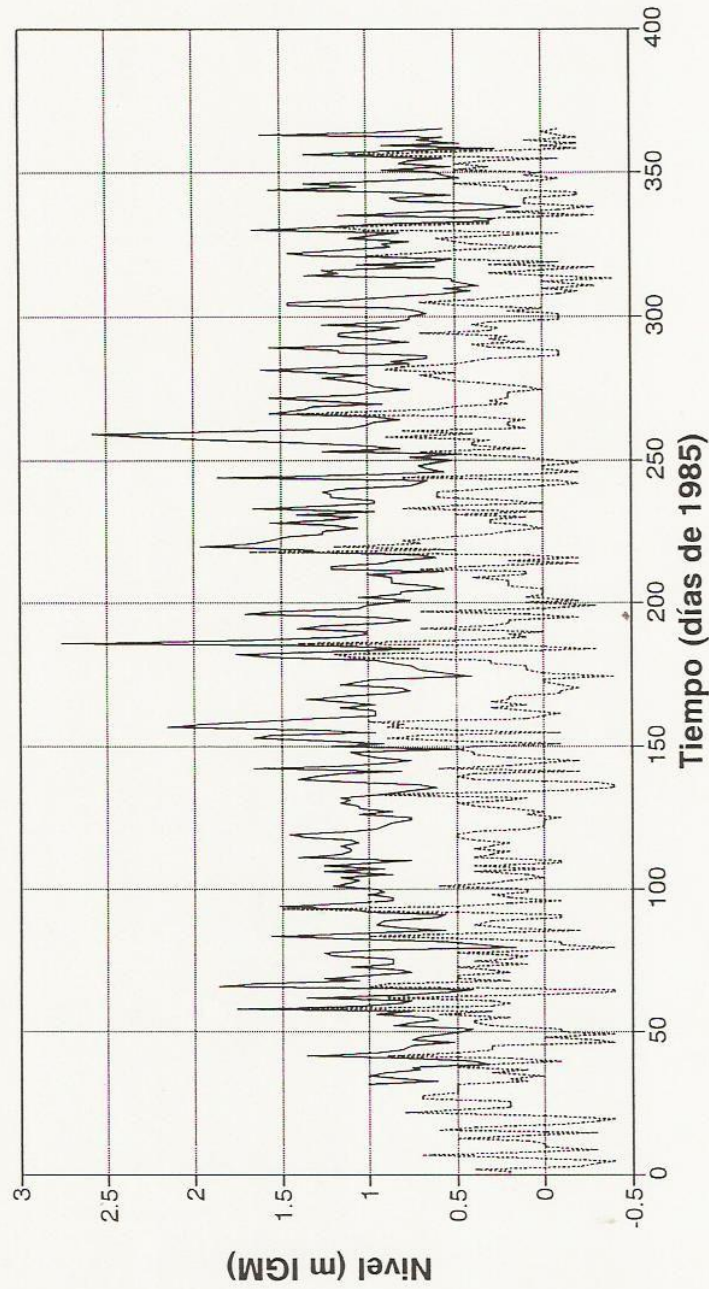


Figura 2.4 a

Archivo: emcarmga.wqt

— Carmelo      ..... Martín García

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN MARTIN GARCIA Y CARMELO (AÑO 1985)



Archivo: cmcarmga.wq1

— Carmelo      ..... Martín García

Figura 2.4 b

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES GUAZU-GUAZUCITO Y CARMELO (AÑO 1992)

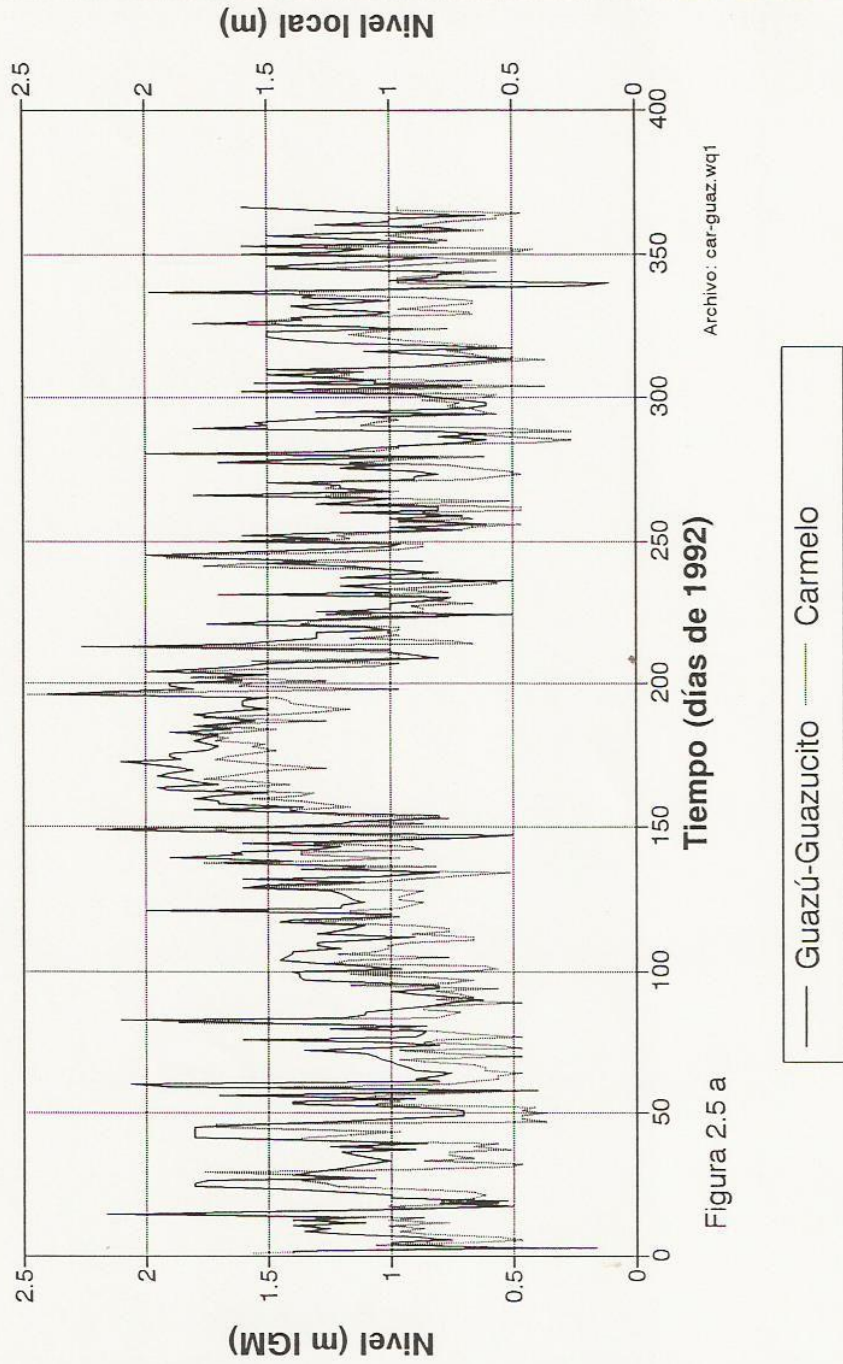


Figura 2.5 a

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN CARMELO Y GUAZU-GUAZUCITO (AÑO 1985)

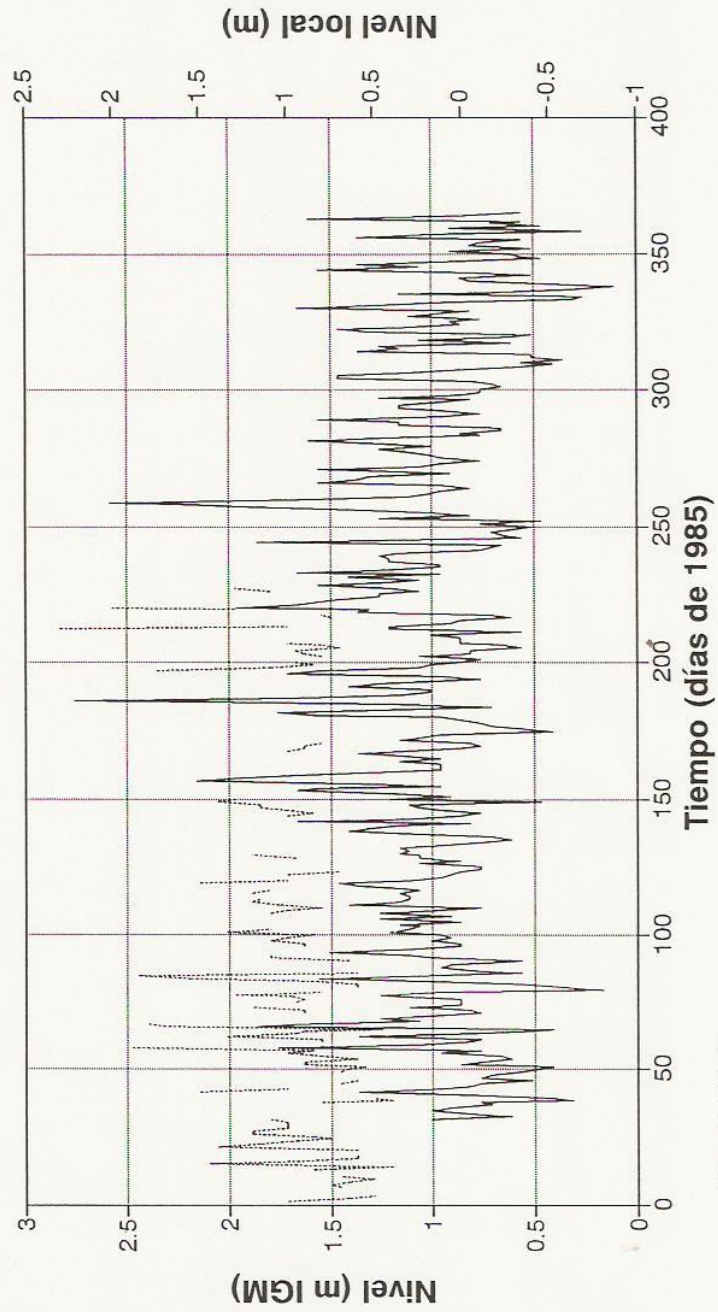


Figura 2.5 b

Archivo: cargua85.wq1

— Carmelo      ..... Guazu-Guazucito

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES GUAZU-GUAZUCITO Y CARMELO (AÑO 1992)

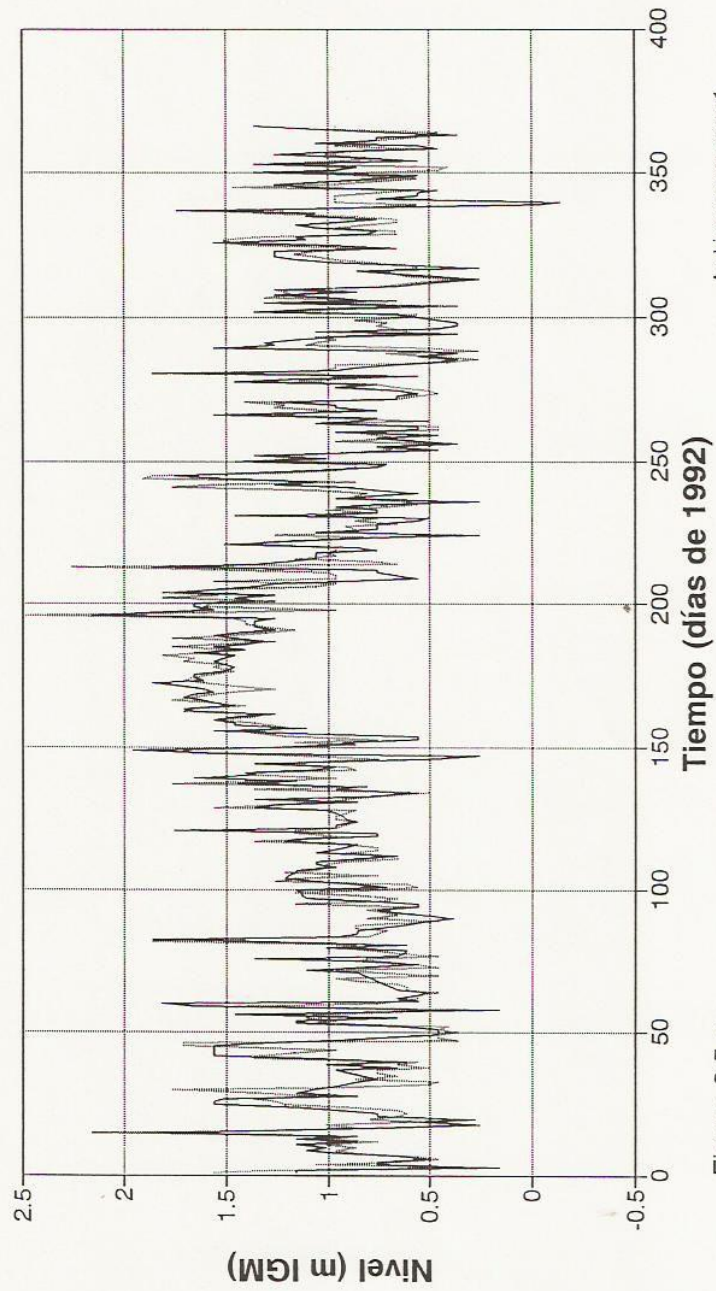
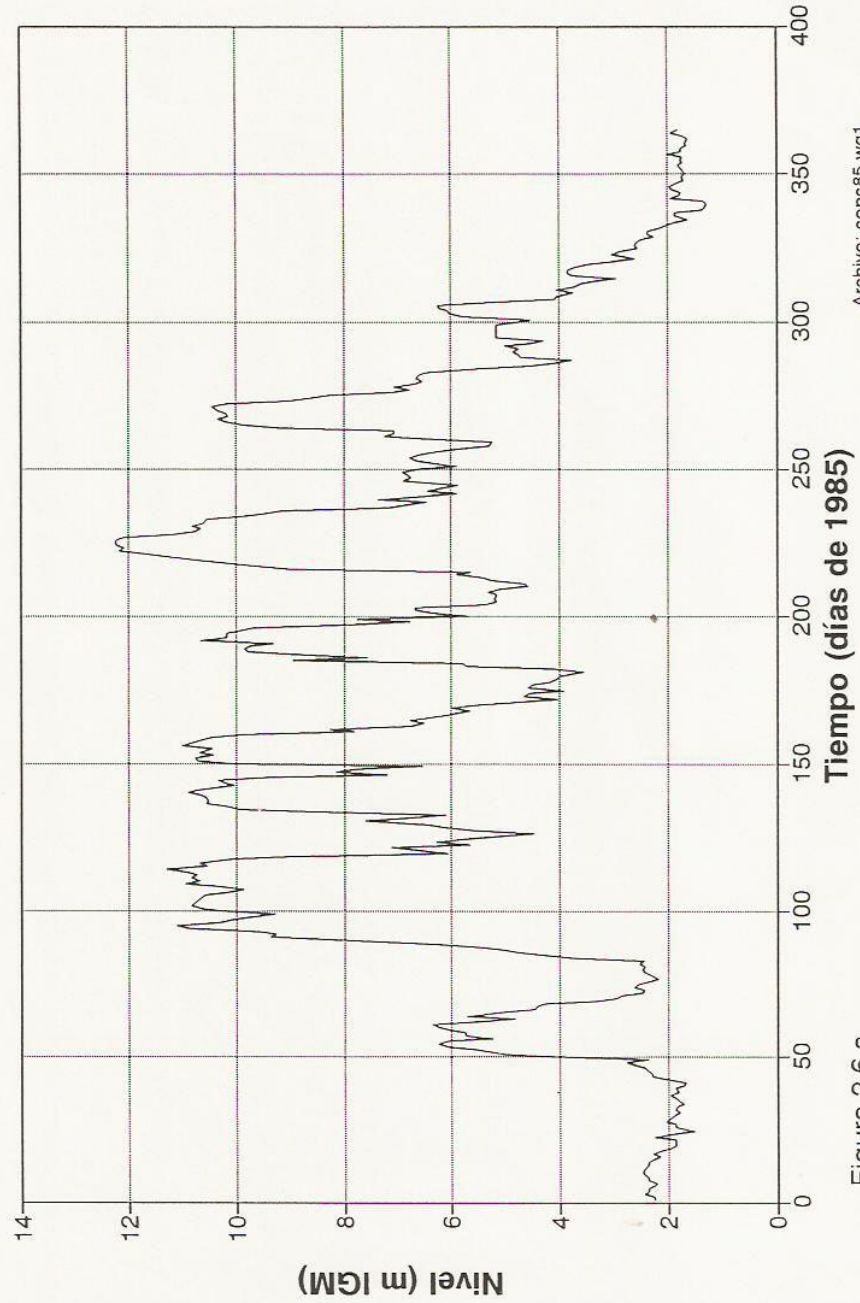


Figura 2.5 c

— Guazú-Guazucito ..... Carmelo

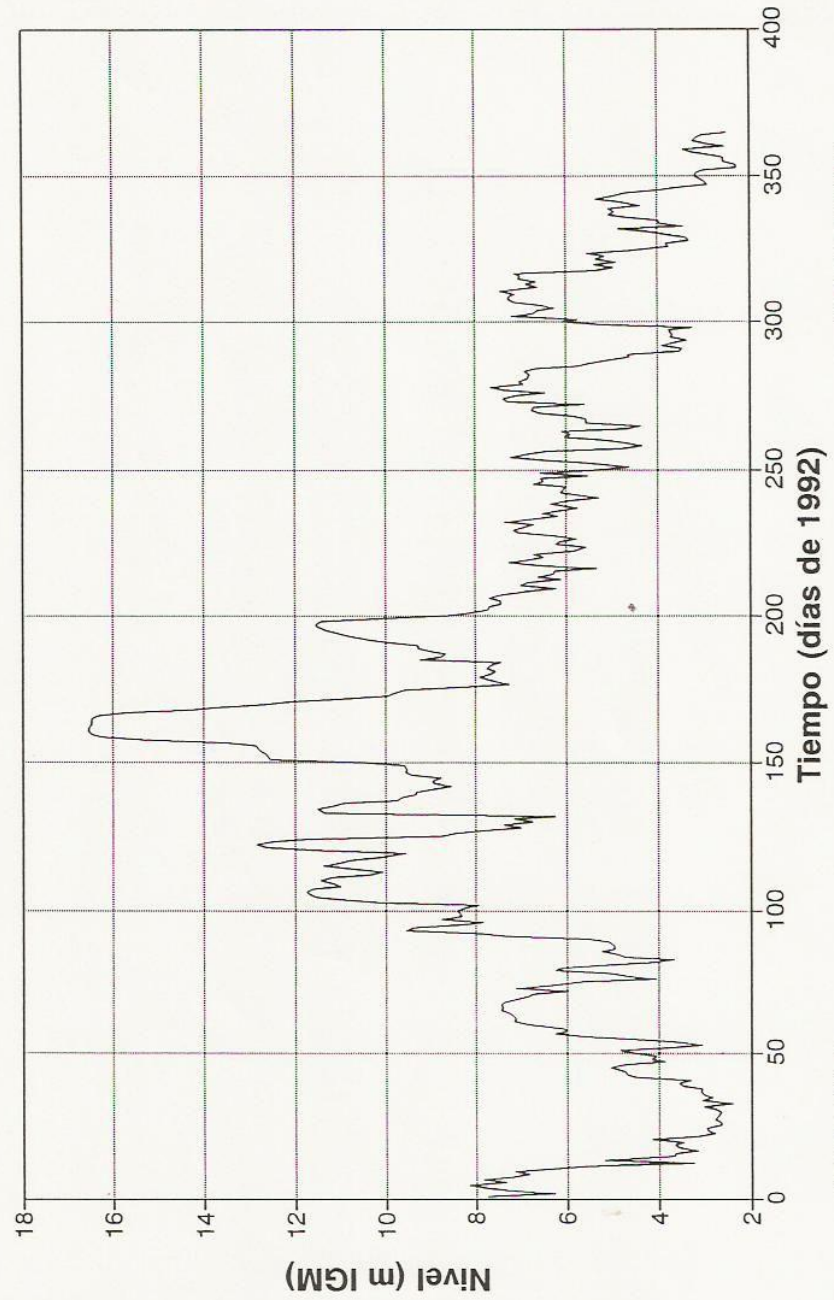
# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN CONCORDIA (AÑO 1985)



Archivo: conc85.wq1

Figura 2.6 a

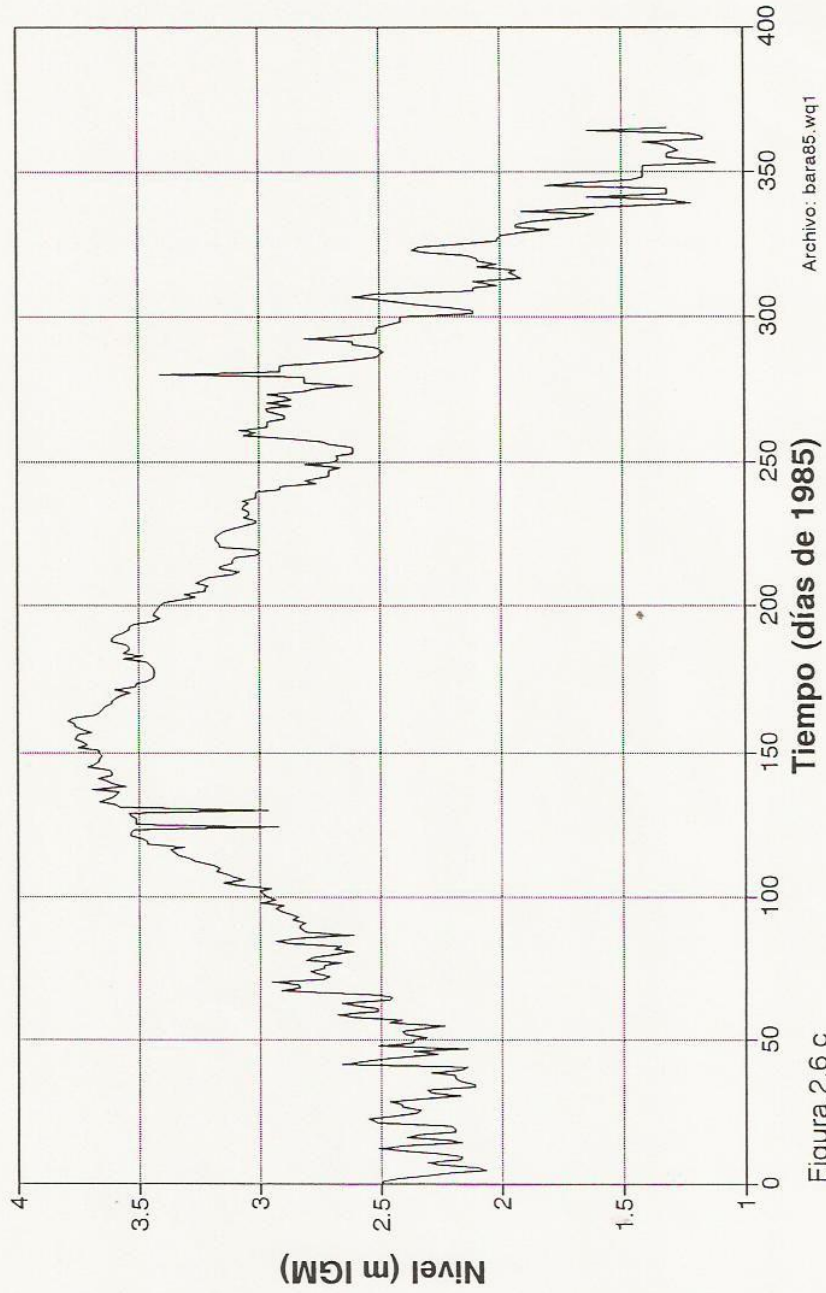
# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN CONCORDIA (AÑO 1992)



Archivo: conc92.wq1

Figura 2.6 b

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN BARADERO (AÑO 1985)



Archivo: bara85.wq1

Tiempo (días de 1985)

Figura 2.6 c

## SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN BARADERO (AÑO 1992)

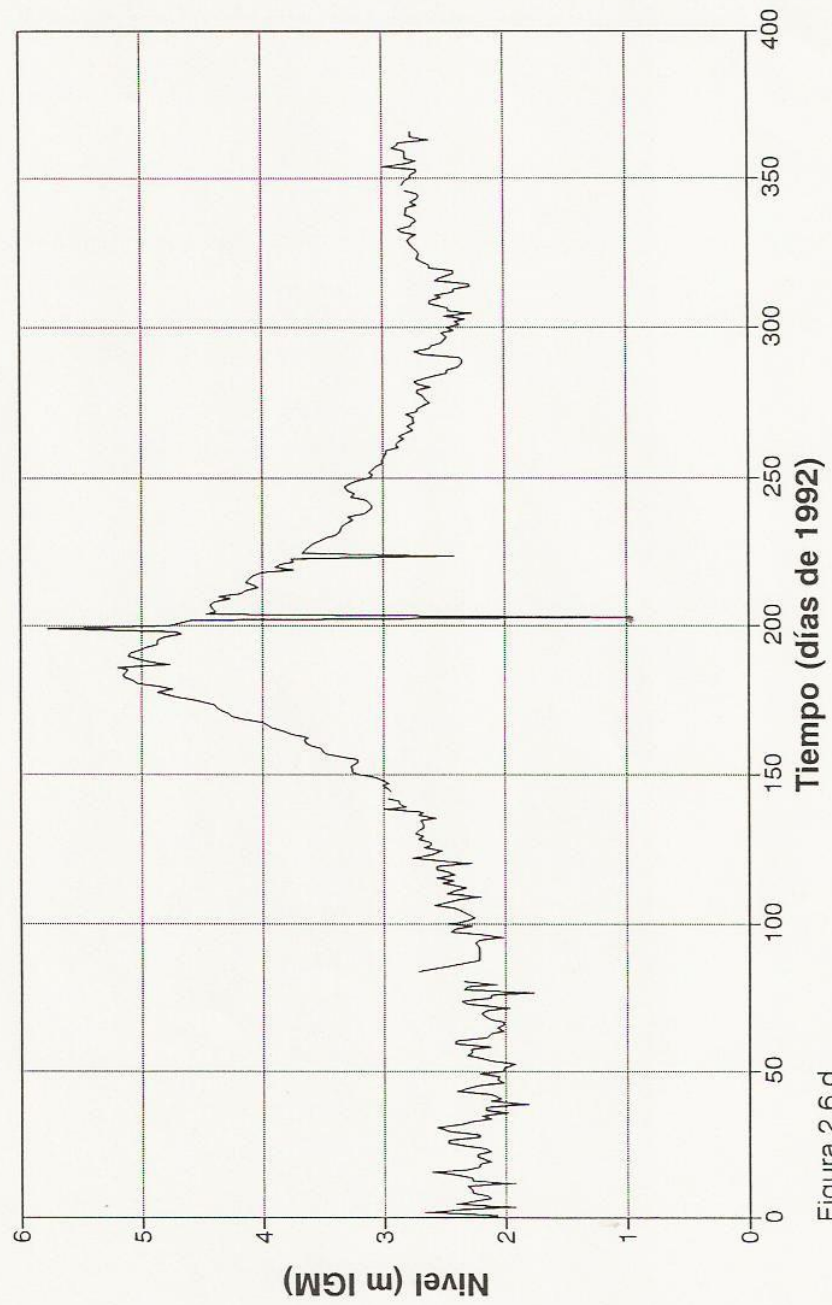


Figura 2.6 d

Archivo: bara92.wq1

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN PUERTO IBICUY (AÑO 1992)

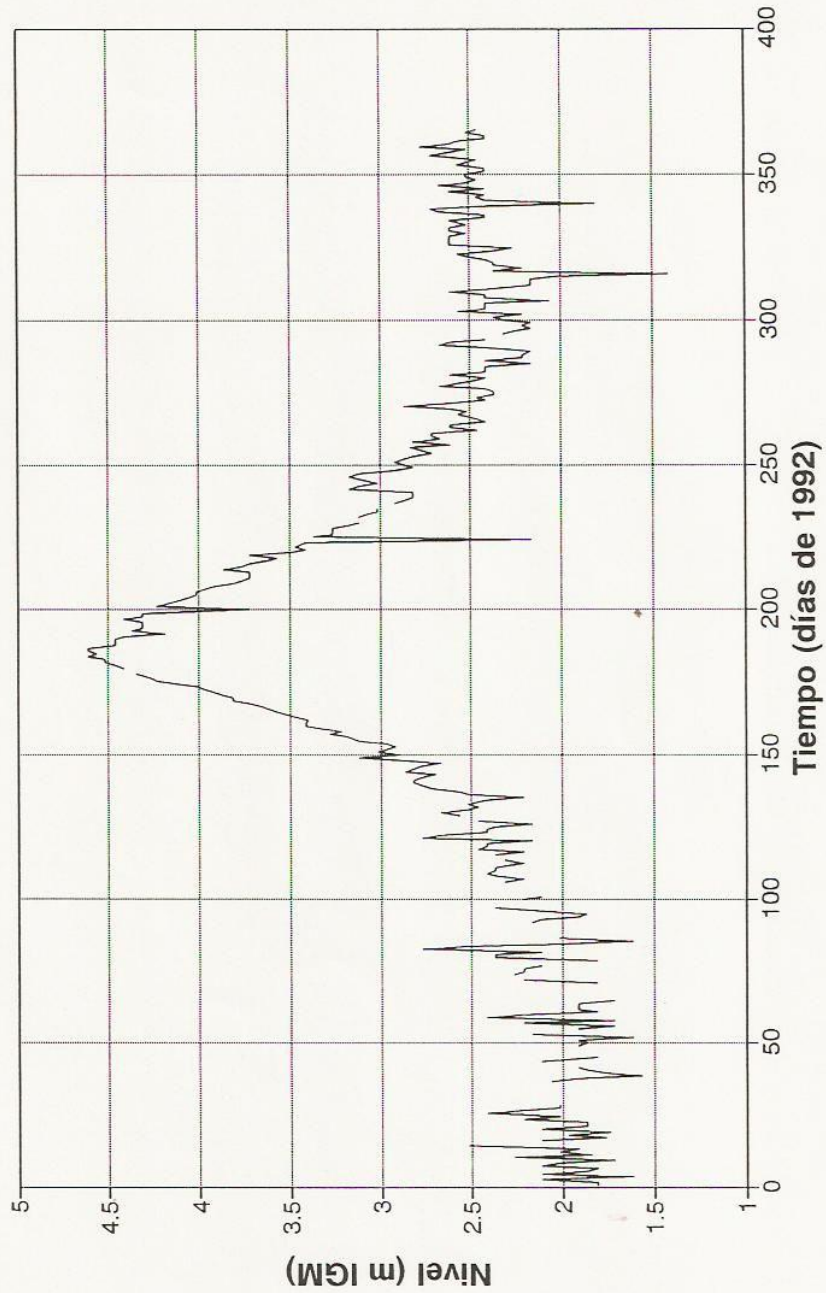


Figura 2.6 e

Archivo: ibic92.wq1

## SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN BRAZO LARGO (AÑO 1985)

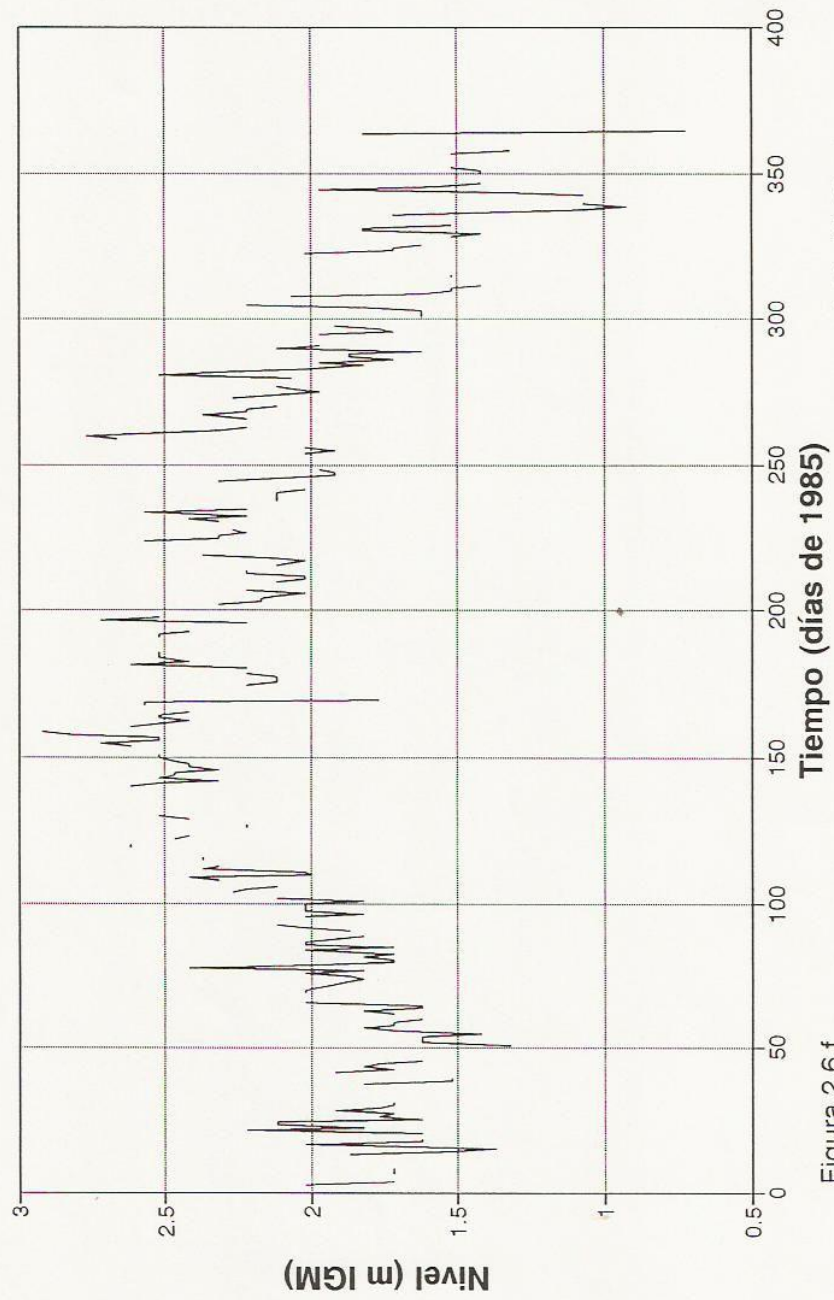


Figura 2.6 f

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN PALERMO Y OLIVOS (AÑO 1985)

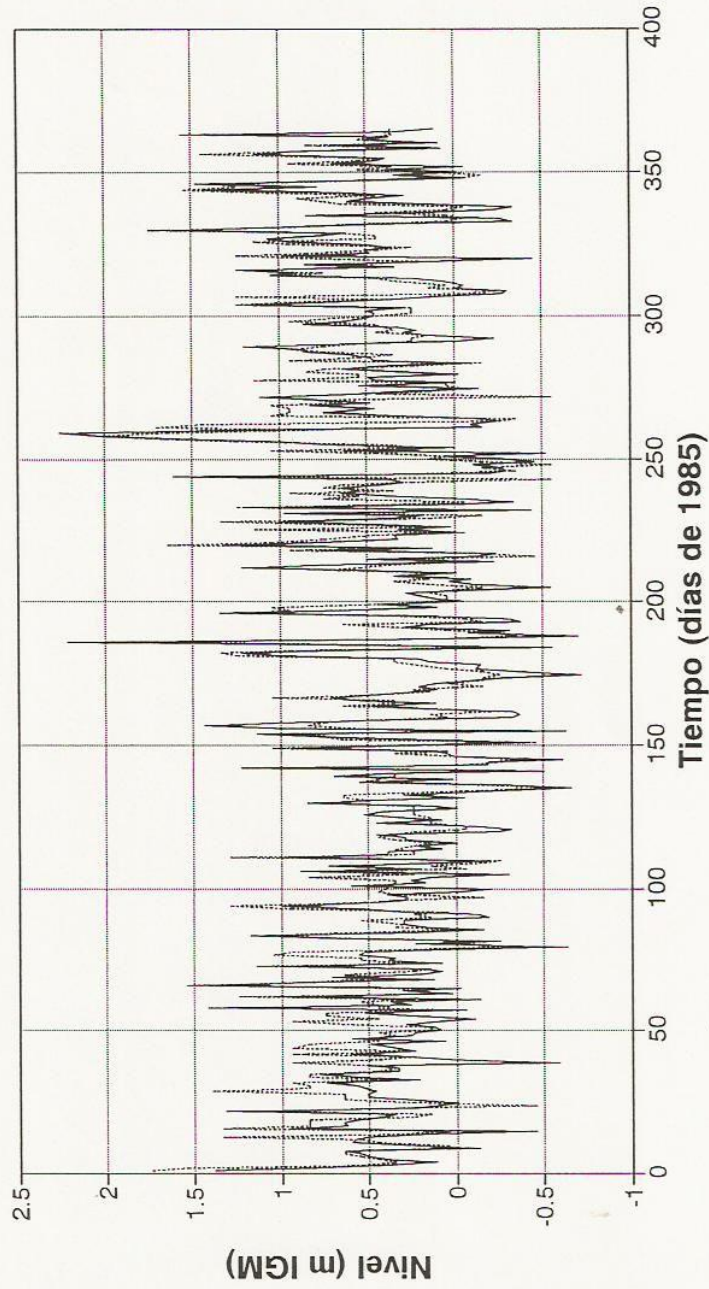


Figura 2.7 a

Archivo: cmpleoli.wqt

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN PALERMO Y OLIVOS (AÑO 1992)

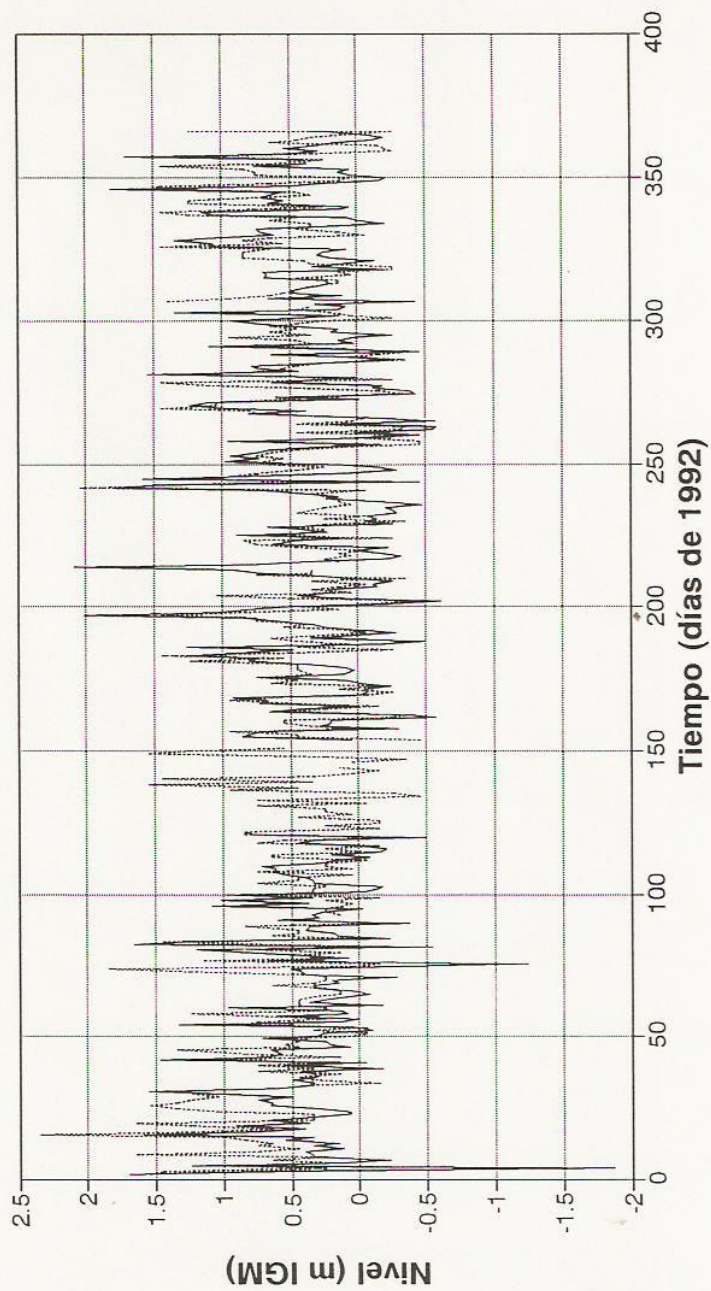
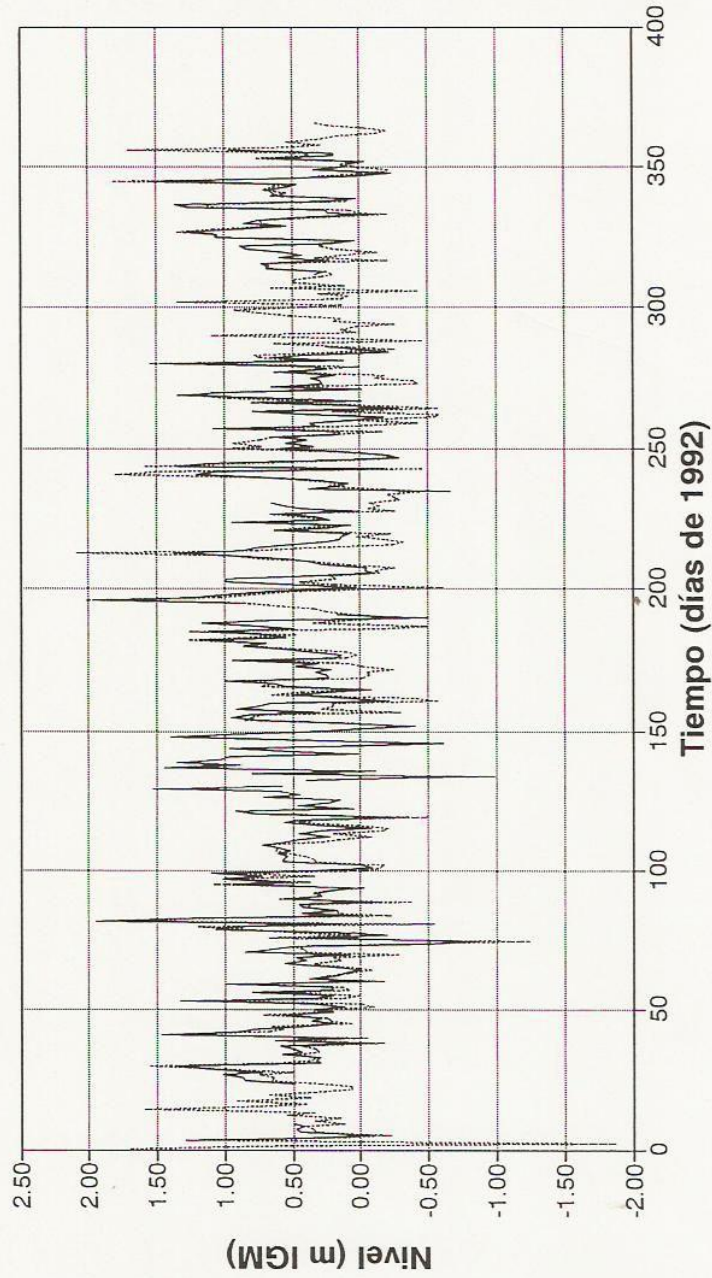


Figura 2.7 b

Archivo: emoliple.wq1

— Palermo ..... Olivos

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN PALERMO Y COLONIA (AÑO 1992)



— Colonia ..... Palermo

Archivo: cmplecol.wq1

Figura 2.8

# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN LAS ESTACIONES ZARATE Y CAMPANA (1985)

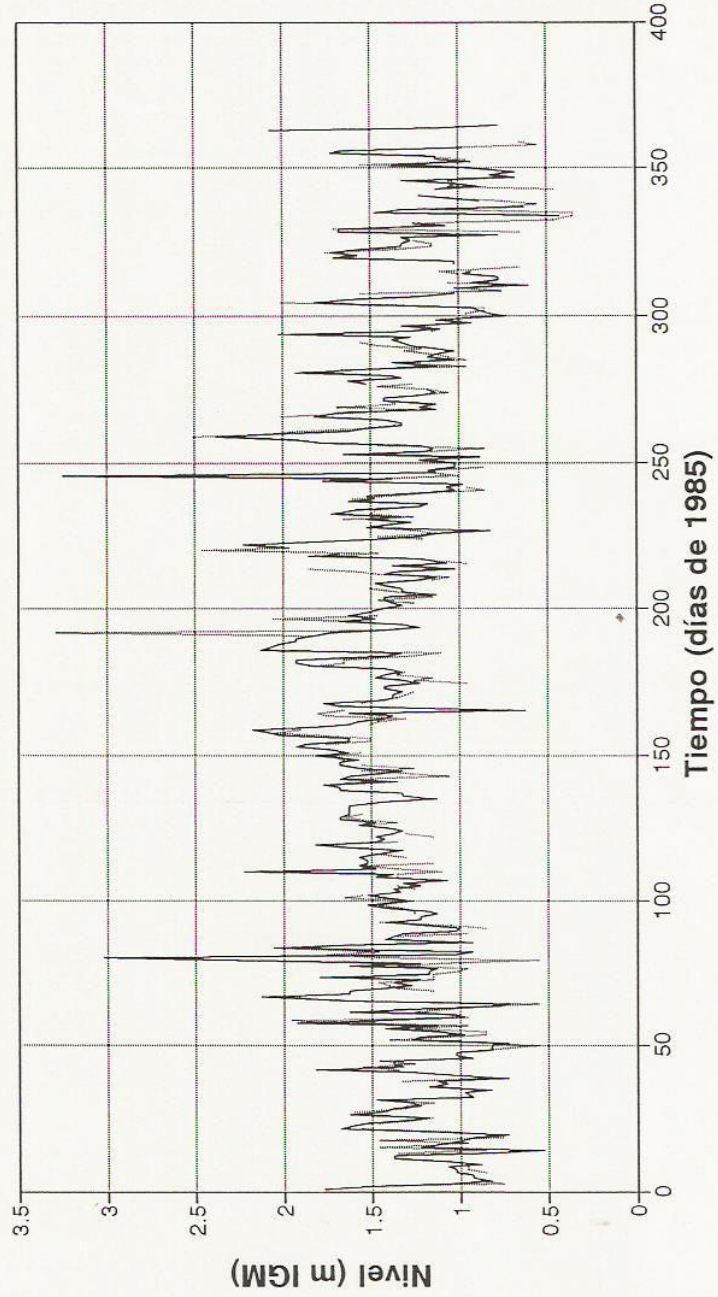


Figura 2.9 a

Archivo: compzaca.wqt



# SERIES TEMPORALES DE NIVELES EN LAS ESTACIONES ZARATE Y CAMPANA (1992)

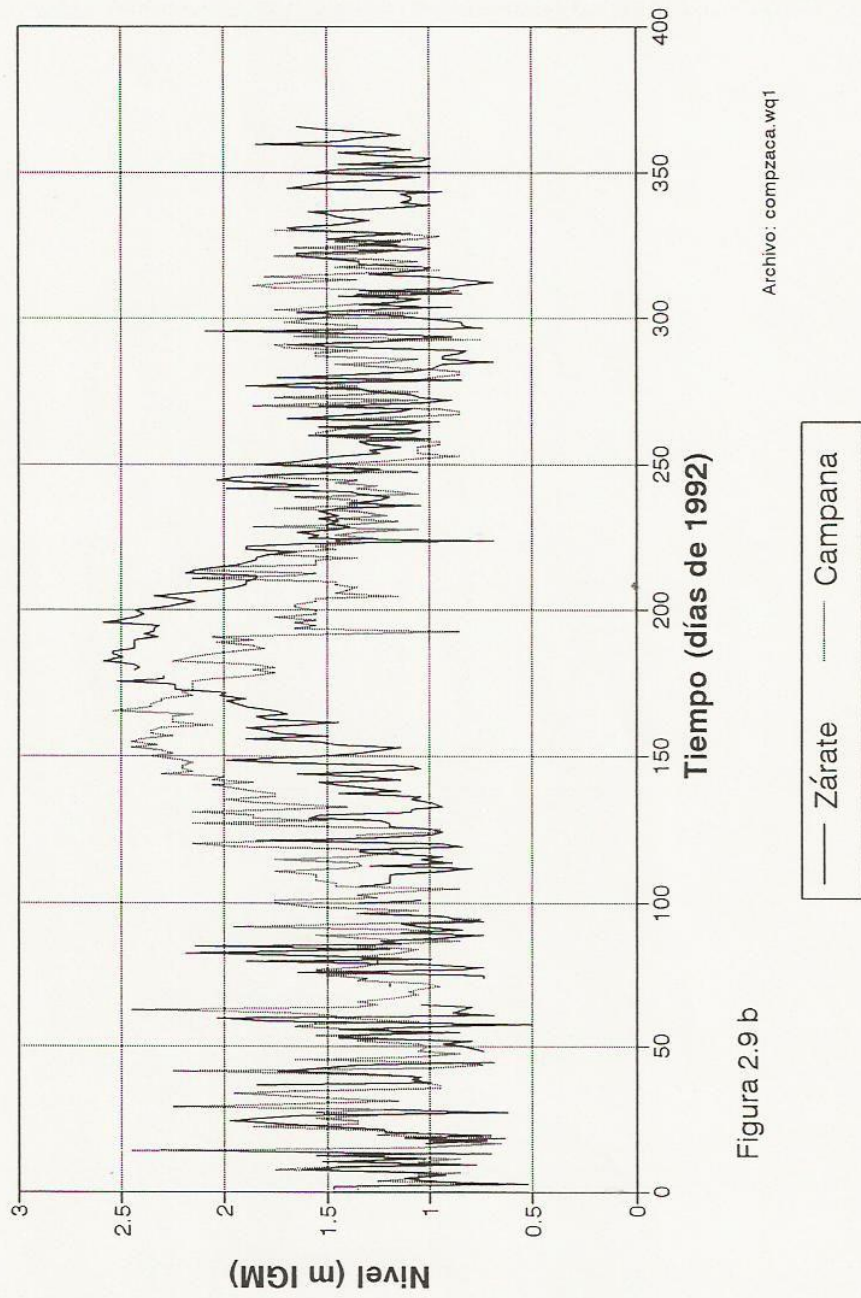


Figura 2.9 b

# NIVELES MEDIOS EN EL RIO DE LA PLATA

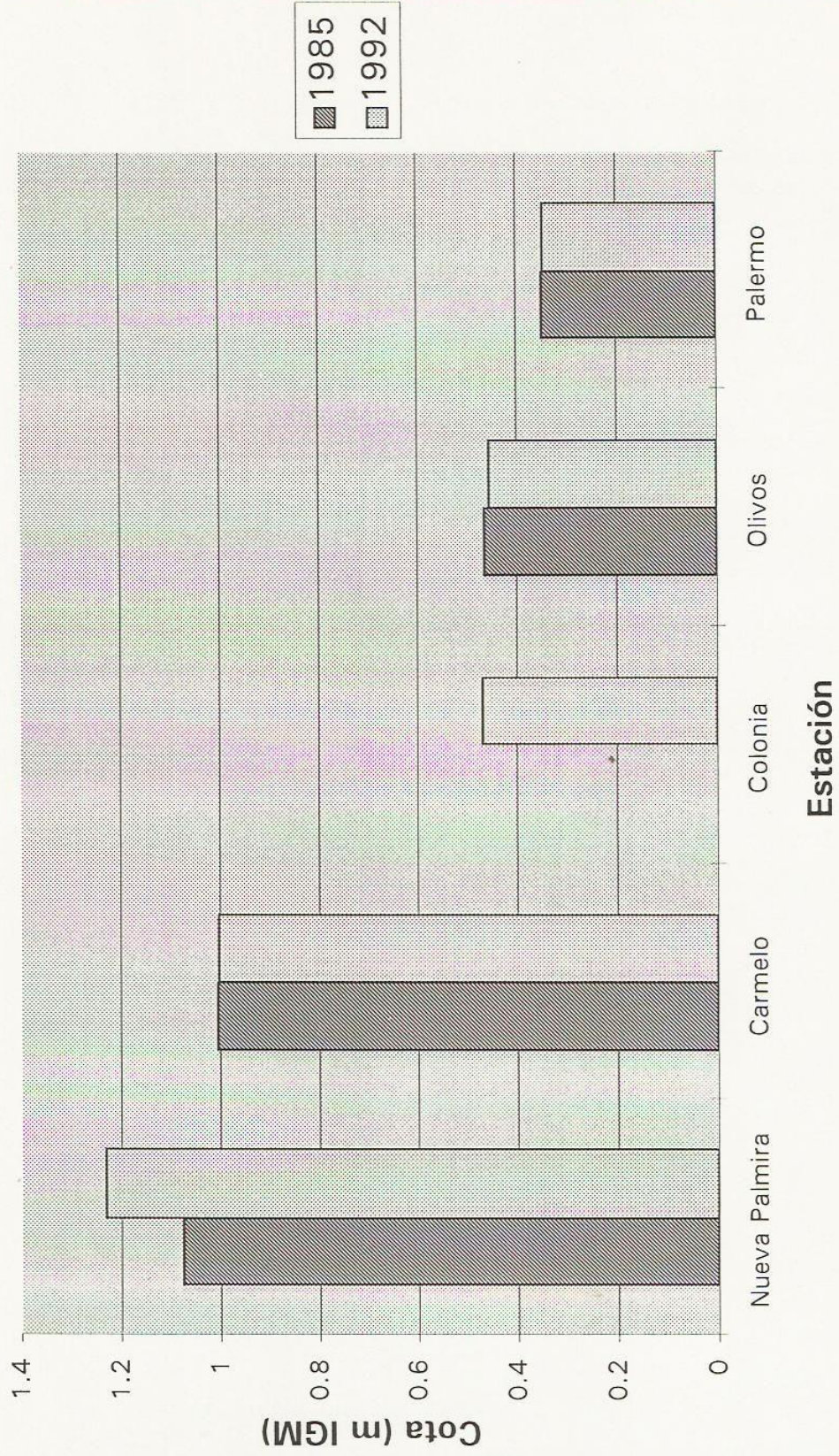
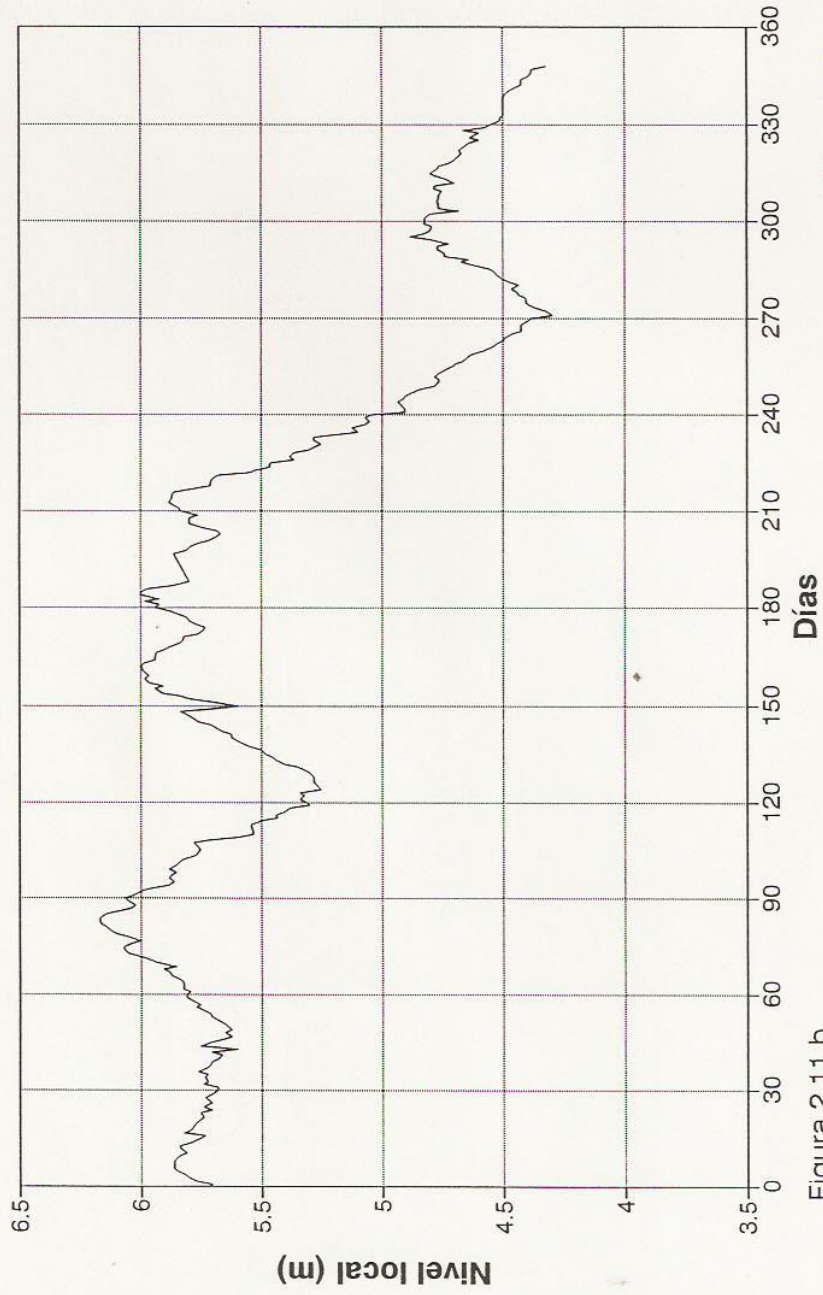


Figura 2.10

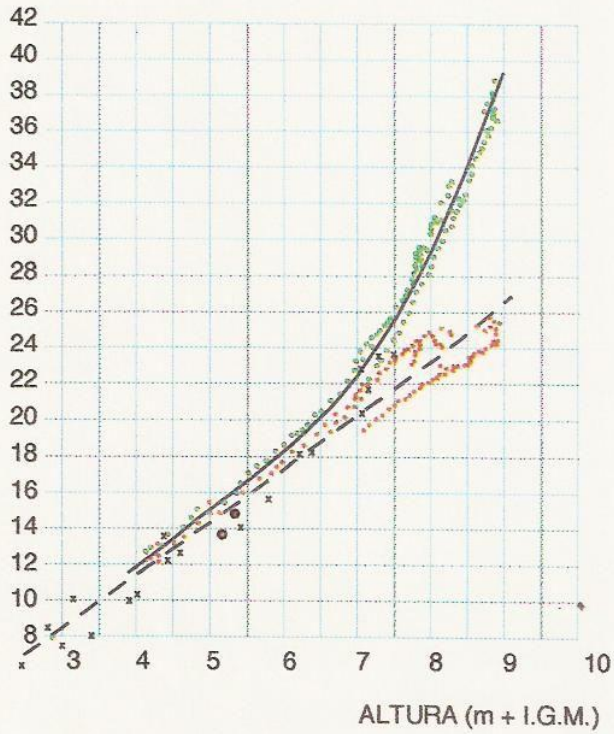
# NIVEL EN LA ESTACION ROSARIO PARA LA CRECIDA DE 1983



Archivo: serie.wq1

Figura 2.11 b

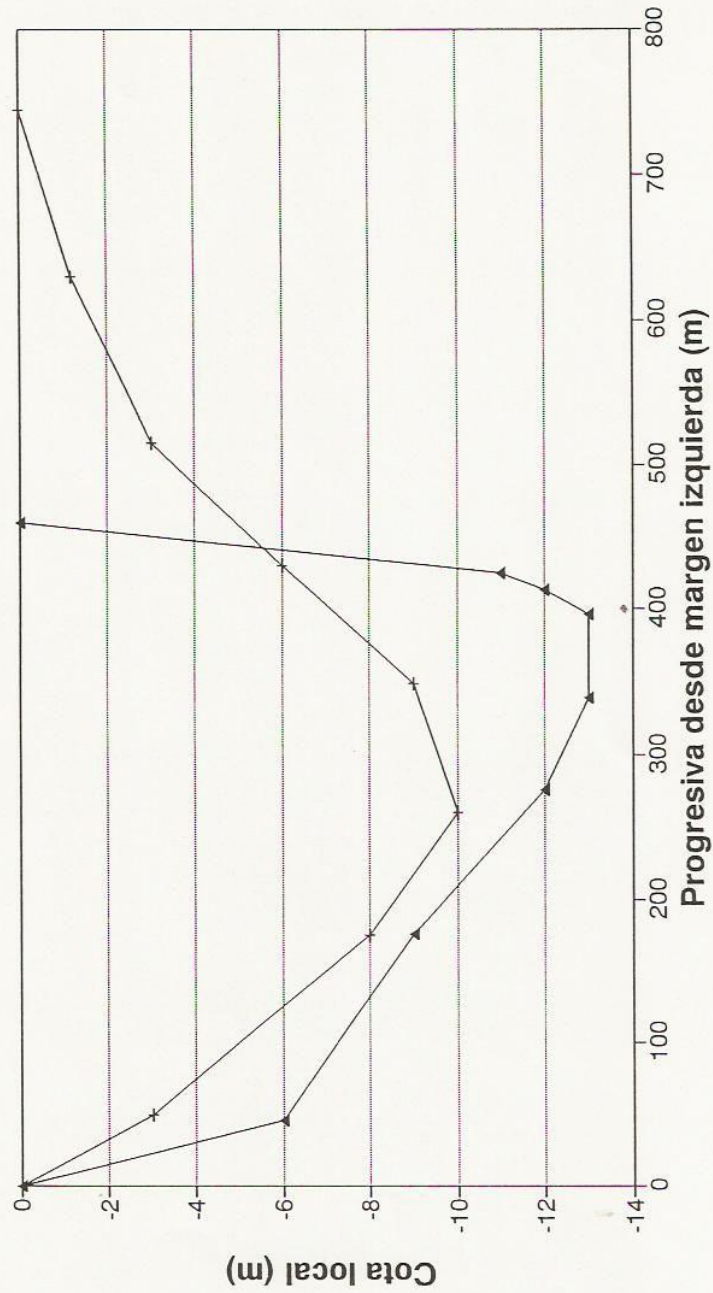
CAUDAL  $10^3$  (m<sup>3</sup>/s)



- CAUDAL TOTAL DEL RIO Y PLANICIE INUNDABLE
- - - RIO PARANA
- x x x x x AFOROS EN EL RIO PARANA OBTENIDOS DE DNCP y VN
- AFOROS 1978

Figura 2.11a CURVA H-Q EN ROSARIO (MOTOR COLUMBUS)

# RIO PARANA DE LAS PALMAS PROGRESIVA 1.5



Archivo: varfigs.wq1

▲ 1993    + 1974

Figura 2.12 a

# RIO PARANA DE LAS PALMAS PROGRESIVA 20.8

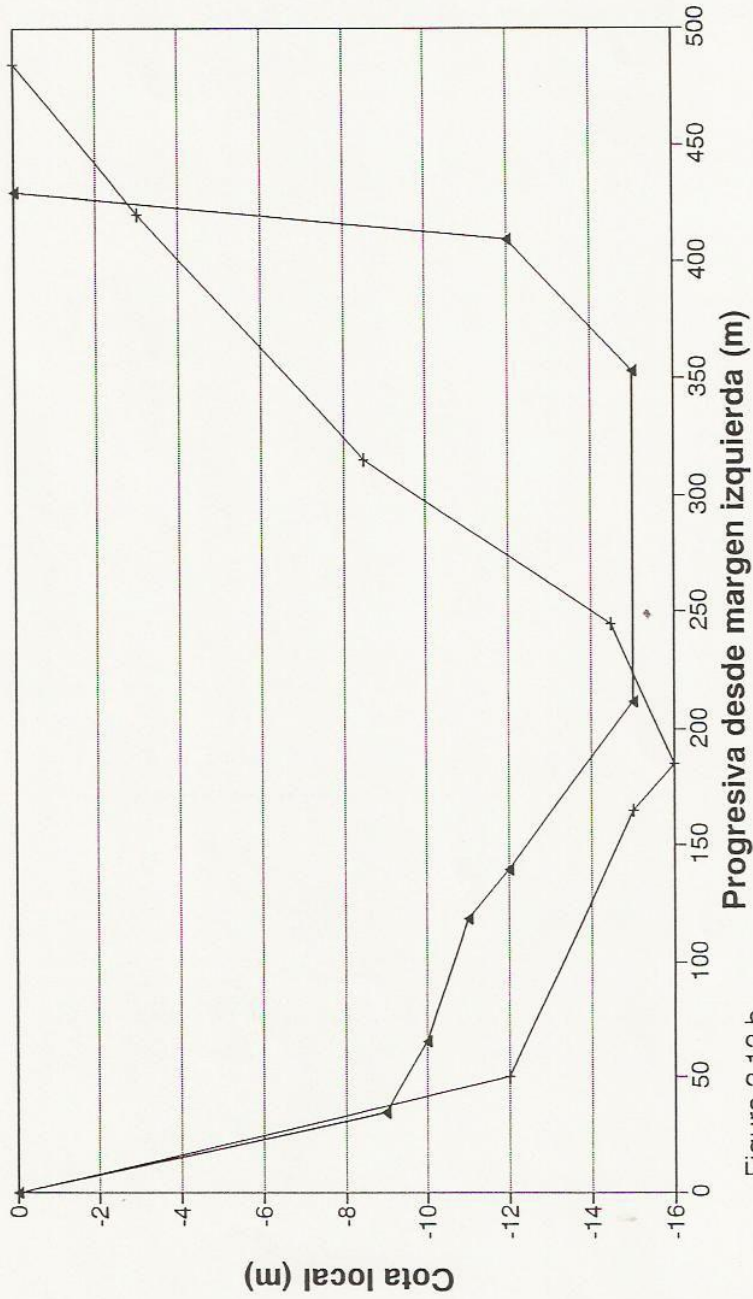
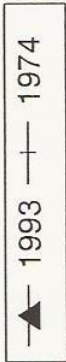
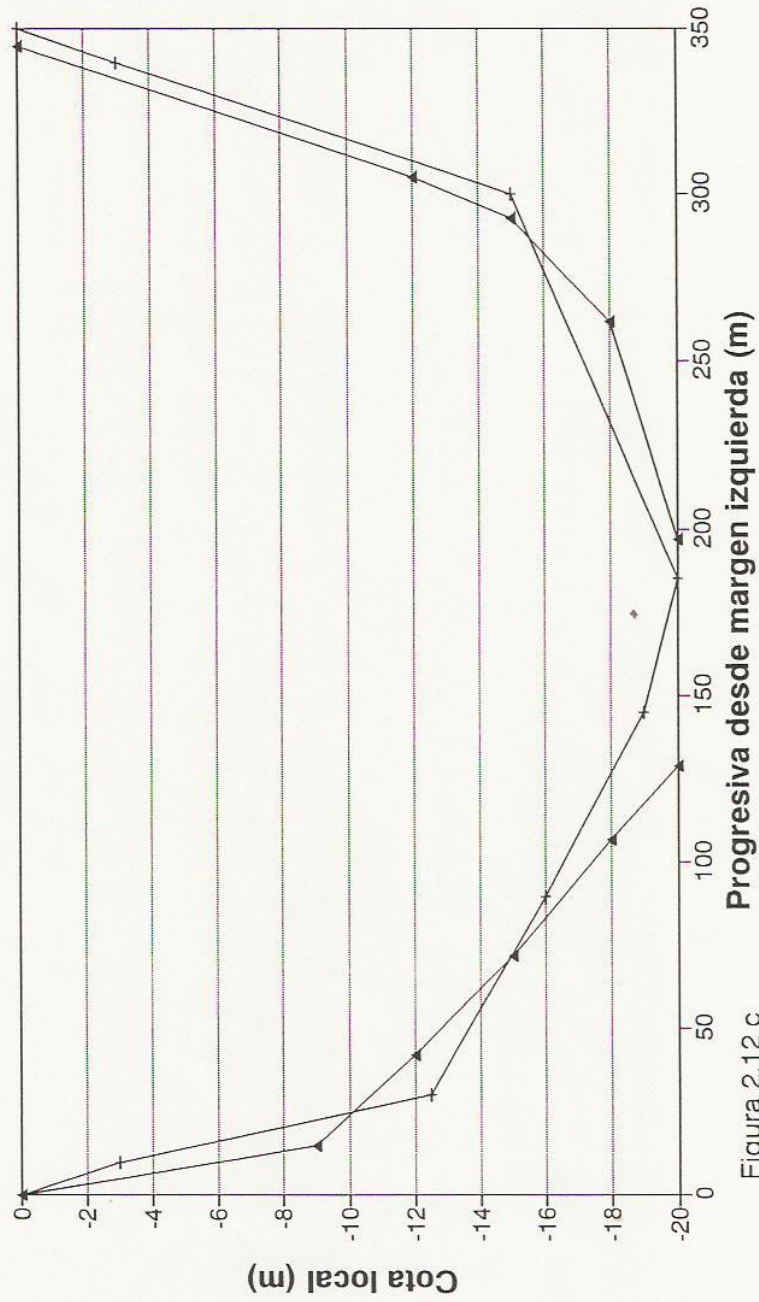


Figura 2.12 b

Archivo: varfigs.wqt



# RIO PARANA DE LAS PALMAS PROGRESIVA 48.05



Archivo: varfigs.wq1

▲ 1973 —+— 1974

Figura 2.12 c

# RIO PARANA DE LAS PALMAS PROGRESIVA 55.8

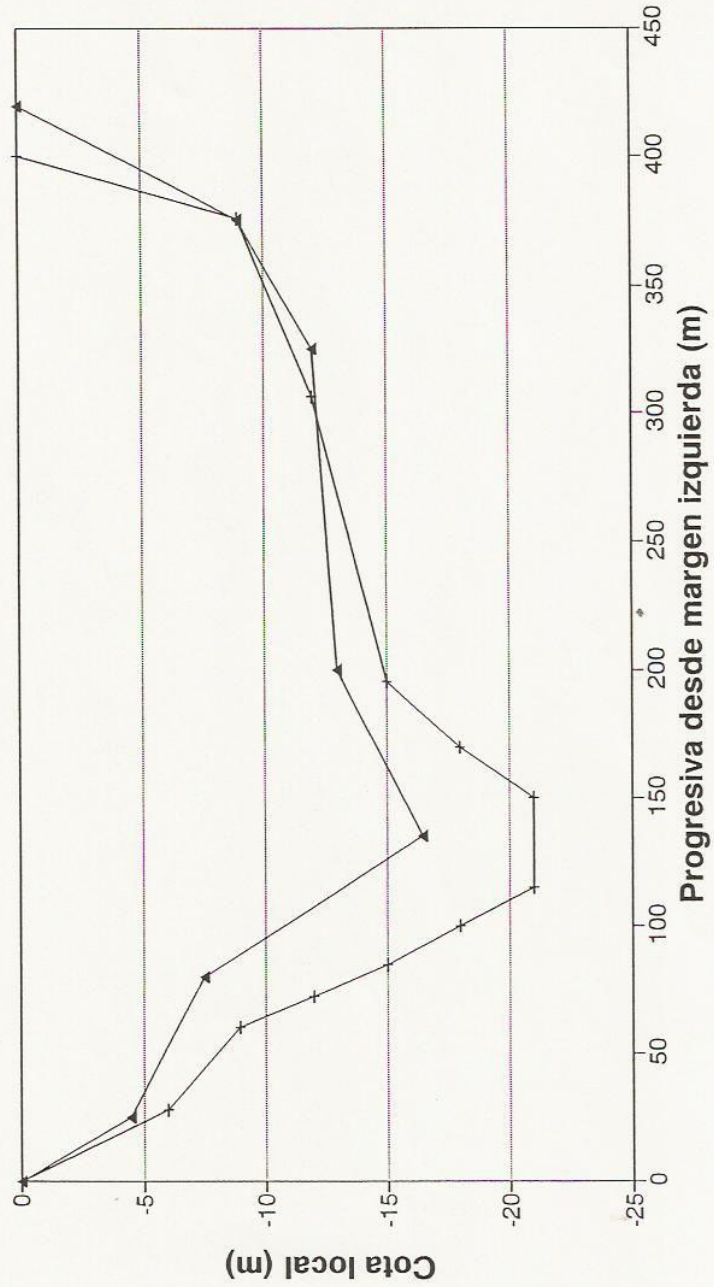
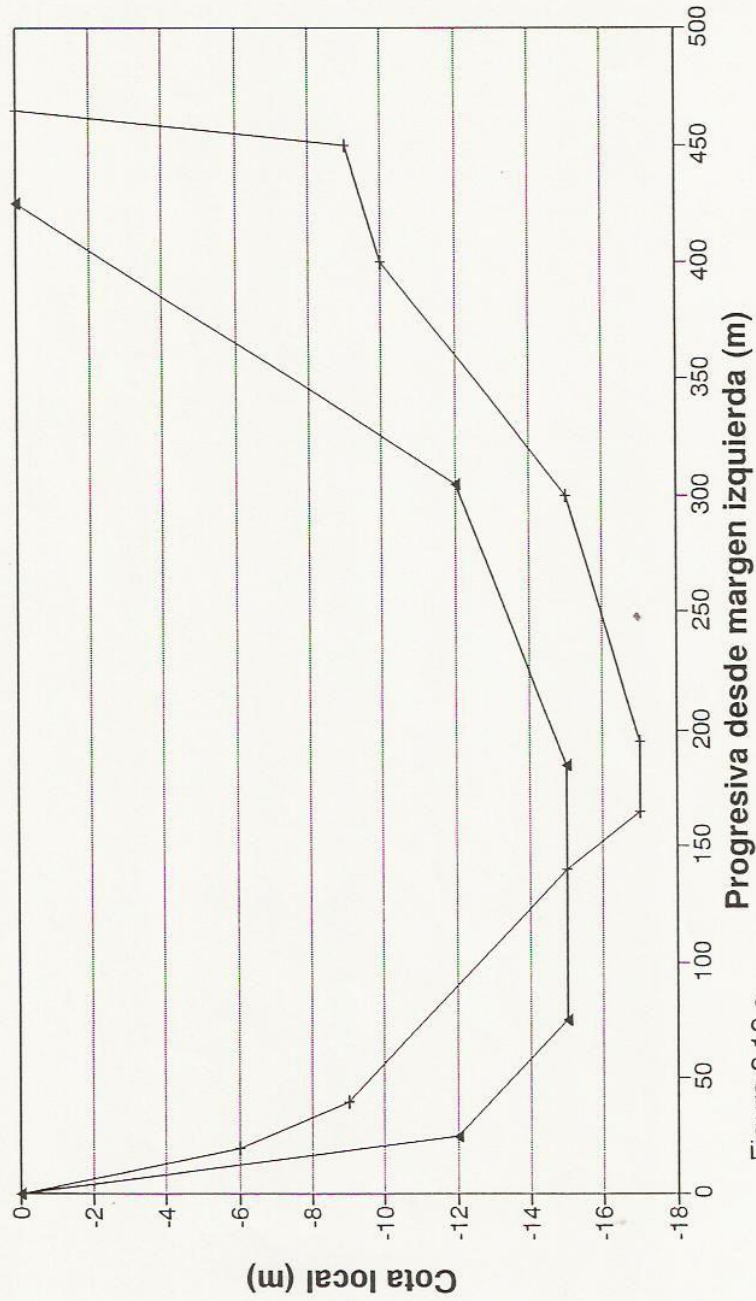


Figura 2.12 d

Archivo: varfigs.wq1

▲ 1993    + 1974

# RIO PARANA DE LAS PALMAS PROGRESIVA 79.8

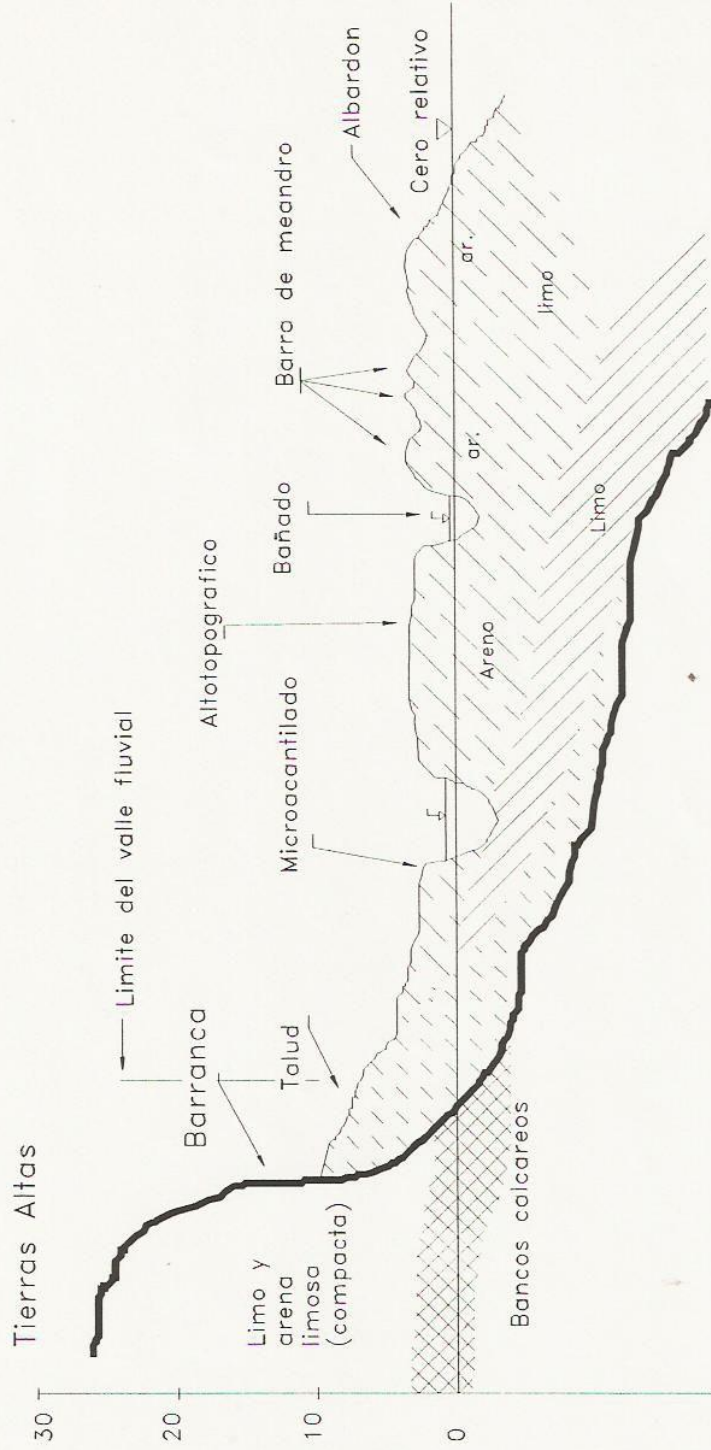


Archivo: varfigs.wq1

▲ 1993    × 1974

Figura 2.12 e

Figura 2.13  
 Sección transversal tipo del río Paraná de las Palmas  
 en la zona de la vuelta de San Antonio



# RIO PARANA DE LAS PALMAS PROGRESIVA 111.8

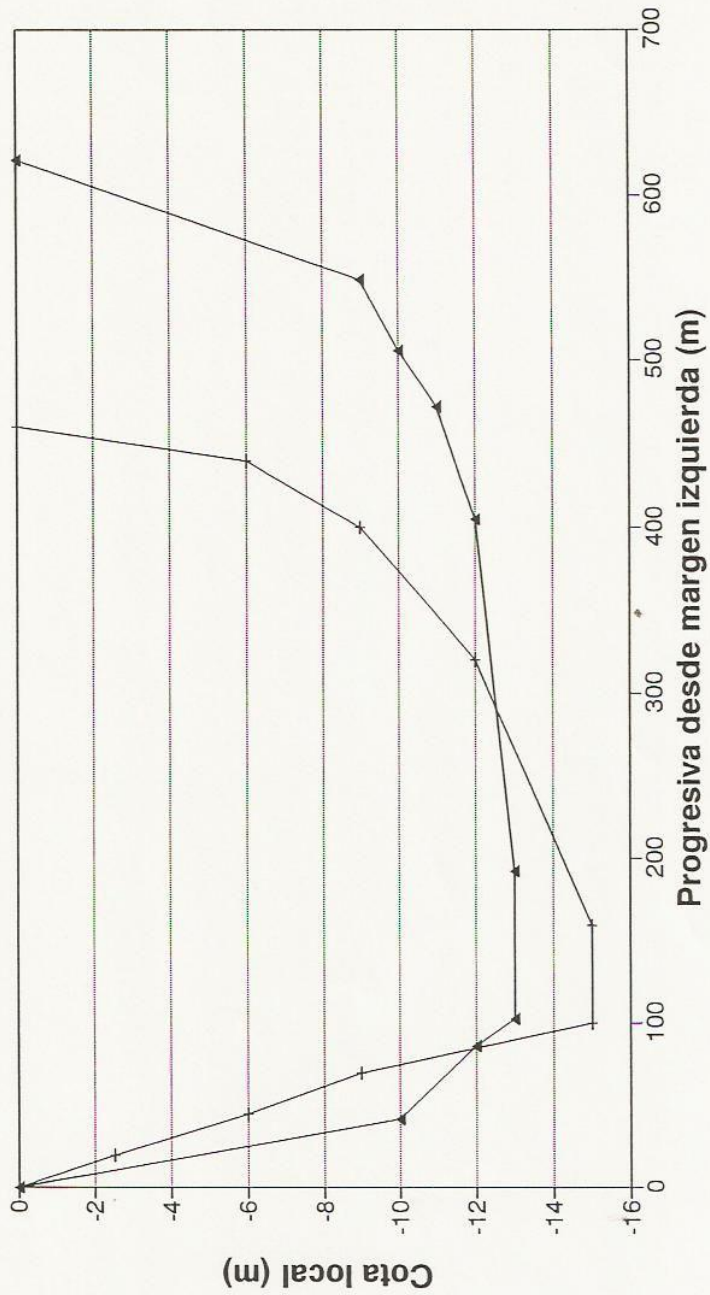


Figura 2.12 f

▲ 1993    + 1974

# RIO PARANA DE LAS PALMAS NIVELES MINIMOS DEL LECHO

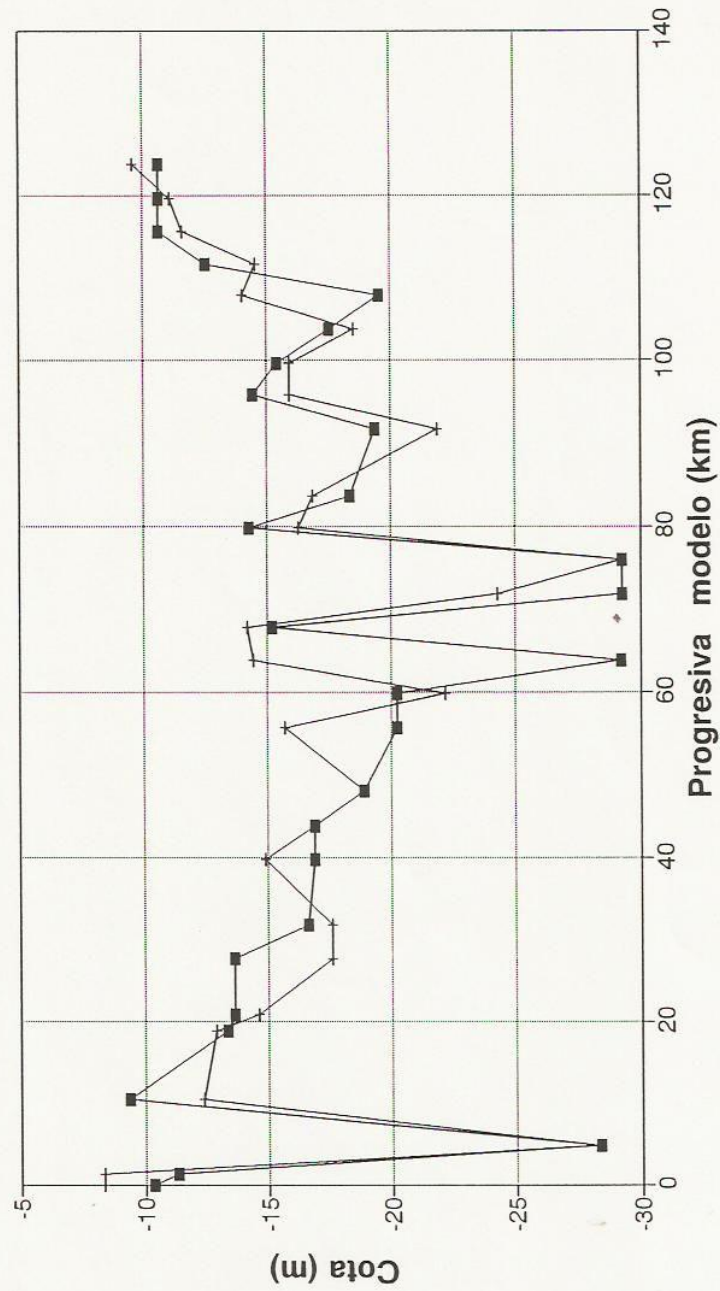
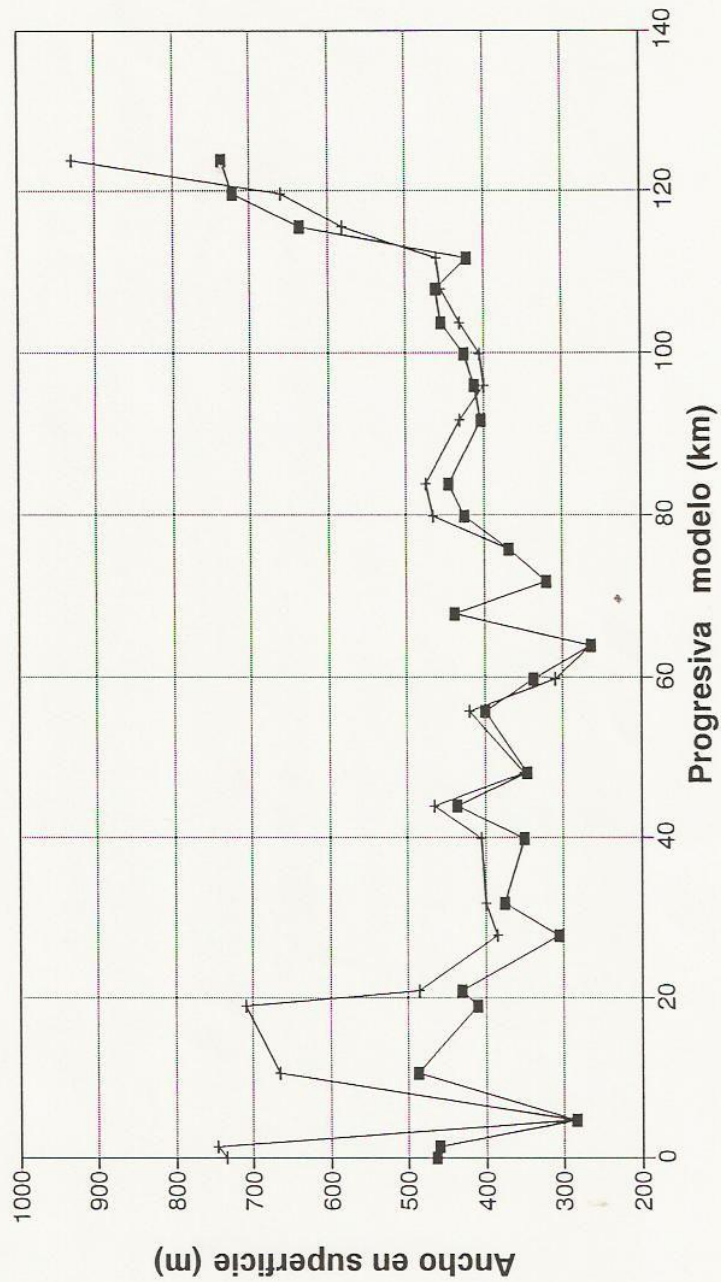


Figura 2.14

Archivo: figpablo.wq1

# RIO PARANA DE LAS PALMAS ANCHOS EN SUPERFICIE



Archivo: figpablo.wq1

■ 1993    + 1974

Figura 2.15

# RIO PARANA DE LAS PALMAS AREAS TRANSVERSALES

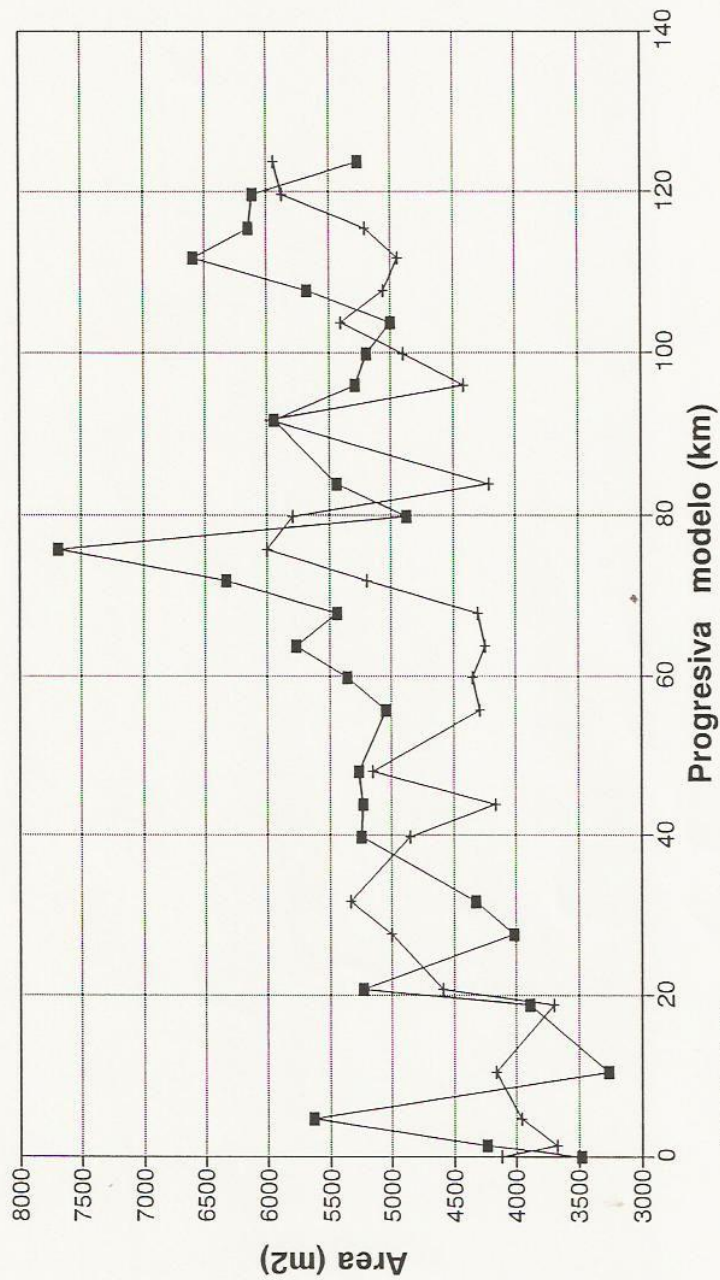


Figura 2.16

Archivo: figpablo.wq1



# RIO PARANA DE LAS PALMAS TIRANTES MEDIOS

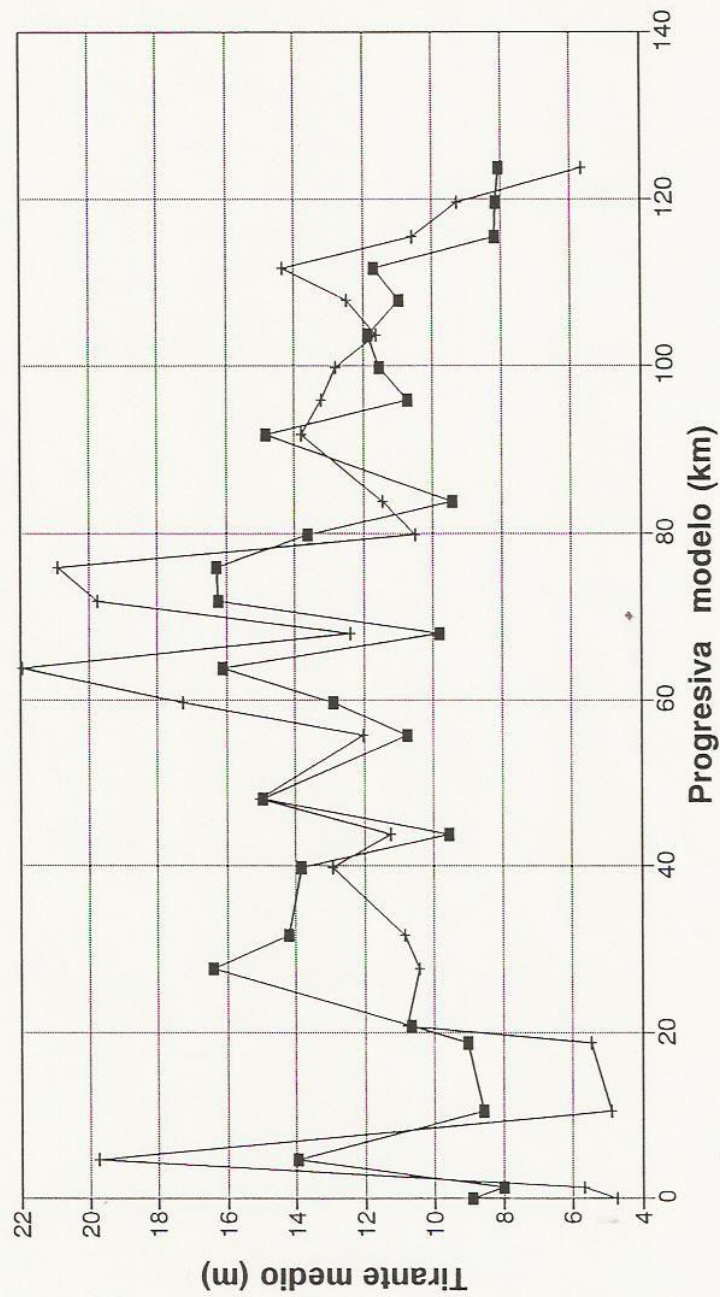


Figura 2.17

Archivo: figpablo.wq1

—■— 1993 —+— 1974

# RIO PARANA DE LAS PALMAS CONDUCTANCIA

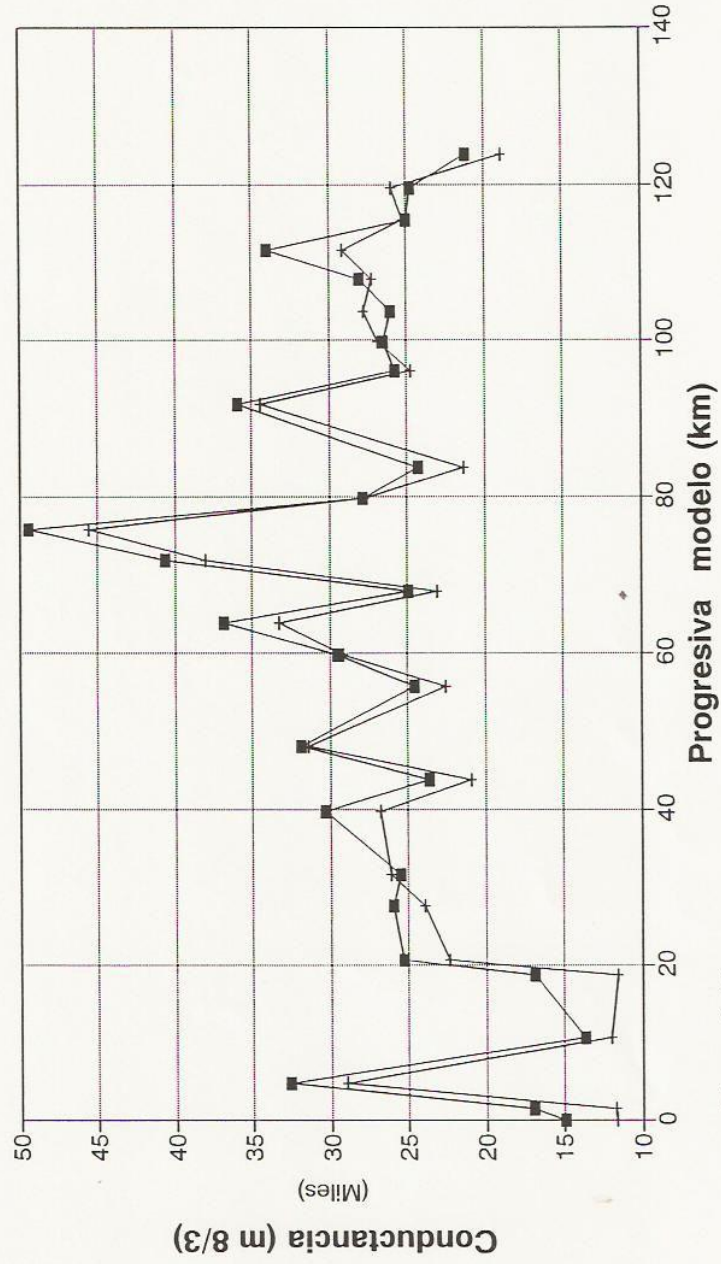


Figura 2.18

Archivo: figpablo.wq1



# RIO PARANA DE LAS PALMAS DIFERENCIAS DE CONDUCTANCIA

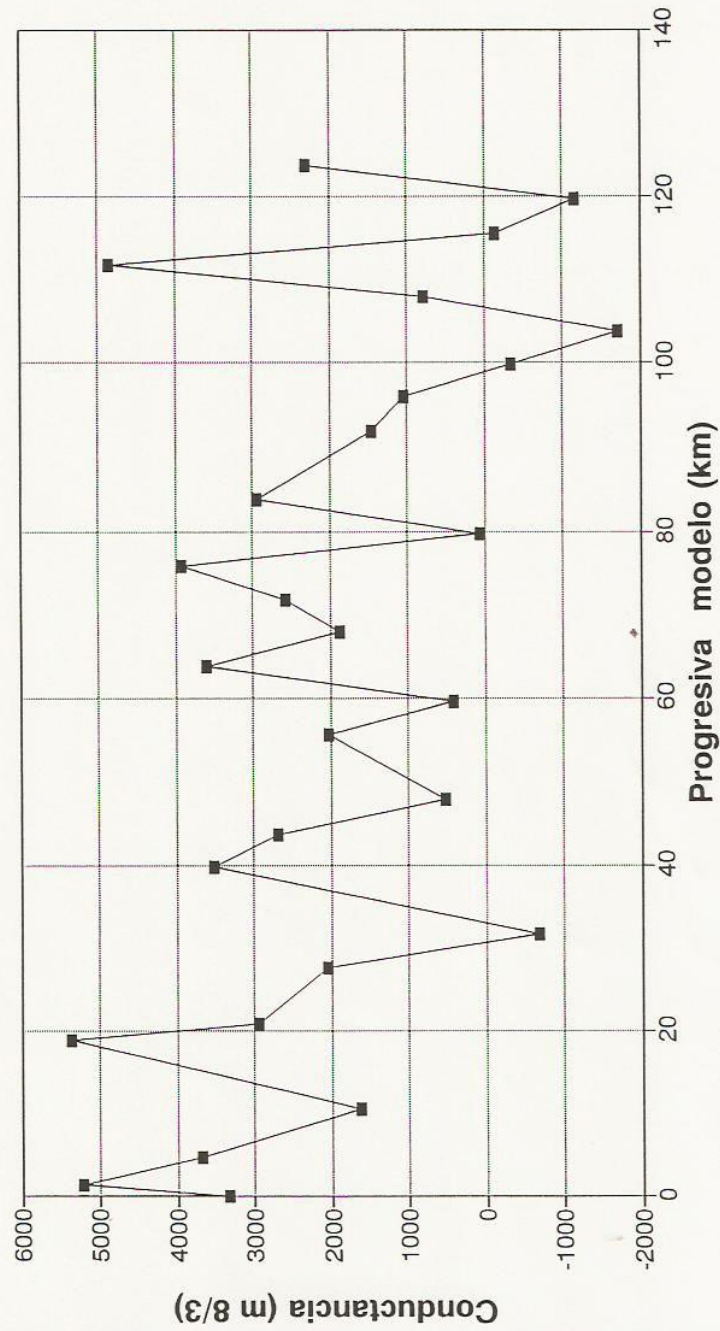


Figura 2.19 a

—■— 1993-74

Archivo: figpablo.wqt

# RIO PARANA DE LAS PALMAS CONDUCTANCIA - DIFERENCIA PORCENTUAL

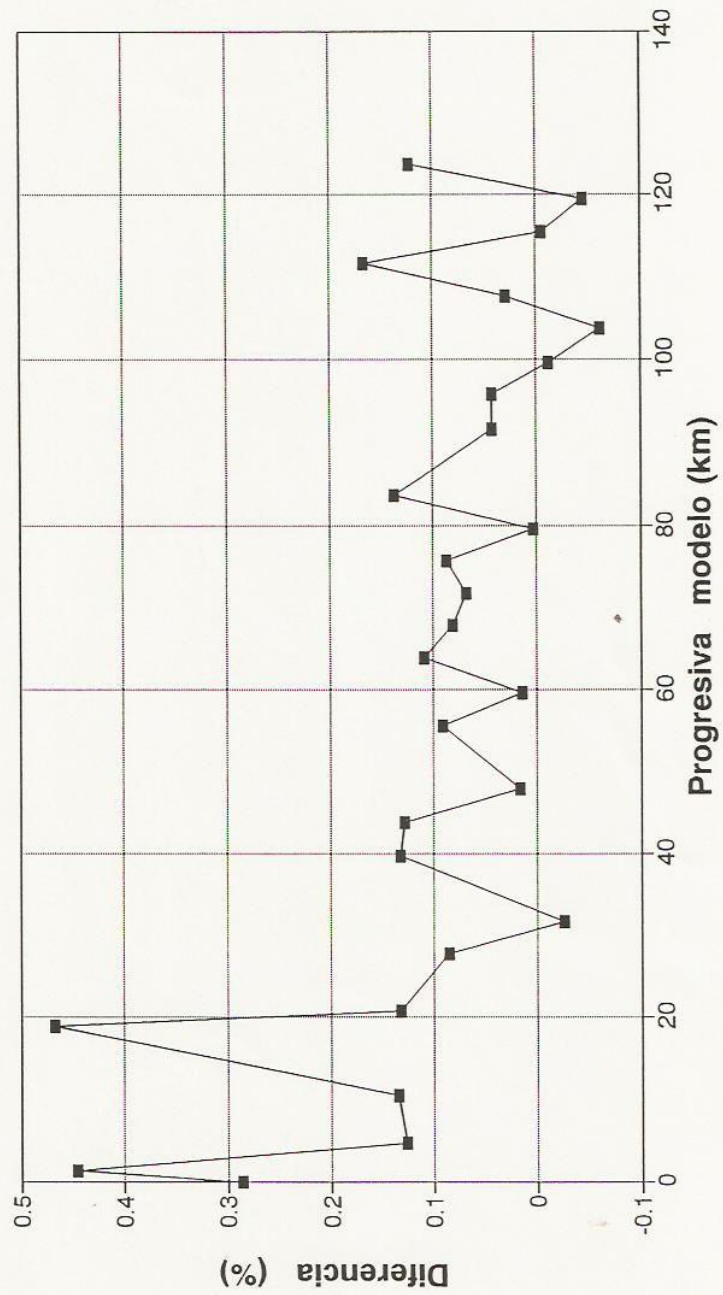


Figura 2.19 b

Archivo: figpablo.wq1

1993-1974