

Anexos/Appendixes

Anexo 1/Appendix 1

**PROGRAMA DEL SEMINARIO-TALLER
PROGRAM OF THE SEMINAR-WORKSHOP**

PROGRAMA/PROGRAM

29 de noviembre

- 8:30-9:00 Registro de Participantes
9:00-9:30 Inauguración
9:30-10:00 ***"Recursos Hídricos en Brasil"***
Paulo Afonso Romano - Secretario de Recursos Hídricos, Ministerio del Medio Ambiente, de los Recursos Hídricos y de la Amazonia

Tema 1. EXPERIENCIAS RECIENTES DEL IMPACTO DE INUNDACIONES EN LOS SECTORES AGRÍCOLA, ENERGÉTICO Y DE TRANSPORTES EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

- 10:15-10:45 Presentación: ***"Cuenca del Plata"***
Víctor Pochat - Director Nacional de Recursos Hídricos, Buenos Aires, Argentina
10:45-11:30 Comentarios del panel y debate general
11:30-12:00 Presentación: ***"Cuenca del Limón"***
Julio Lescarbura Solá - Asesor Hidrometeorólogo, Ministerio del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables de Venezuela (MARNR)
12:00-12:45 Comentarios del panel y debate general
12:45-13:00 Anuncios y cierre de la primera sesión
14:30-15:00 Presentación: ***"Cuenca del Mississippi"***
Gerald E. Galloway - Dean of Faculty, College of Armed Forces, Washington, D.C., Estados Unidos.
15:00-15:45 Comentarios del panel y debate general

Tema 2: EXPERIENCIAS DE PROGRAMAS DE MITIGACIÓN DE INUNDACIONES ANTES Y DESPUÉS DE SU OCURRENCIA

- 16:15-16:45 Presentación: ***"Cuenca del Magdalena"***
Hernán Guzmán y David Ojeda - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Santafé de Bogotá, Colombia.
16:45-17:15 Comentarios del panel y debate general
17:30 Presentación especial: ***"Consideraciones Ambientales Globales en Programas de Mitigación de Inundaciones"***
Alfred Duda - Senior Environmental Specialist, Water Resources, Global Environmental Facility (GEF), Washington D.C., USA

30 de noviembre

- 9:00-9:30 Presentación: ***"Cuenca del Alto Paraná"***

Alcides Lyra López - Jefe de la División de Hidrología Operacional, Departamento de Planeamiento y Análisis de la Operación Energética, Electrobrás, Río de Janeiro, Brasil.

9:30-10:45 Comentarios del panel y debate general

11:00-11:30 Presentación: *"Cuenca del Guayas"*

Félix Cabrera - Gerente, Unidad Ejecutora Cuenca del Guayas, Quito, Ecuador.

11:30-12:15 Organización de los Grupos de Trabajo

12:15-13:00 Comentarios del panel y debate general

Grupos de Trabajo:

1. Lineamientos de políticas de reducción de la vulnerabilidad a inundaciones en cuencas hidrográficas
2. Uso de la información sobre los impactos de inundaciones en la preparación de proyectos de inversión en la gestión y en el desarrollo sostenible de cuencas hidrográficas
3. Cooperación hemisférica, intercambio de informaciones y experiencias

14:30-15:00 Presentación Especial: *"El Río Pilcomayo: Un Caso de Estudio"*

Luis Meyer - Director Nacional de la Comisión Nacional del Río Pilcomayo, Asunción, Paraguay.

15:00-16:30 Sesiones de los Grupos de Trabajo

16:45-18:00 Continuación de las sesiones de los Grupos de Trabajo

1 de diciembre

7:30-10:30 Visita a Itaipu Binacional

10:30-10:45 Sesión Plenaria: Presentación de las conclusiones y recomendaciones de los Grupos de Trabajo

10:45-11:45 Discusión en Plenario

11:45-12:30 Resumen General, Conclusiones y Clausura

Anexo 2/Appendix 2

**LISTA DE PARTICIPANTES
LIST OF PARTICIPANTS**

LISTA DE PARTICIPANTES
LIST OF PARTICIPANTS

ARGENTINA

Víctor Pochat

Director Nacional de Recursos Hídricos
Ministerio de Economía y Obras y Servicios
Públicos

Hipólito Yrigoyen 250, Of. 1110

1310 Buenos Aires, Argentina

Tel.: (54-1) 349-7603

Fax : (54-1) 349-7596

Adolfo Saracho

Primer Delegado Argentino ante la
Comisión Binacional para el Desarrollo
de la Cuenca Alta del Río Bermejo
Ministerio de Relaciones Exteriores,
Comercio Internacional y Culto

Dirección de América del Sur

Reconquista 1088, 9º piso

Buenos Aires, Argentina

Tel.: (54-1) 311-9883

Fax : (54-1) 313-9104

Julio César Fossati

Asesor para los Problemas de los Ríos
Bermejo y Pilcomayo

Ayacucho 1157 - 6o. B

1111 Buenos Aires, Argentina

Tel.: (54-1) 811-5281

Fax : (54-1) 811-5281

Alejandro Felizia

Jefe del Programa Investigación y
Desarrollo en Hidrología y
Medio Ambiente

Centro Regional Litoral del Instituto
Nacional de Ciencia y Técnica

Hídricas-INCYTH

Patricio Cullen 6161

3000 Santa Fé, Argentina

Tel.: (54-42) 60-4540

Fax : (54-42) 60-4540

Gustavo Green

Dirección América del Sur
Ministerio de Relaciones Exteriores,
Comercio Internacional y Culto de la
República Argentina

Reconquista 1088 - 9º piso

1310 Buenos Aires, Argentina

Tel: (54-1) 311-9883

Fax: (54-1) 313-9104

BOLIVIA

Abel Barroso

Director Nacional
Comisión Nacional de los Ríos Pilcomayo
y Bermejo

Edificio CODETAR

Calle España esquina Avenida

Víctor Paz Estenssoro s/n

Tarija, Bolivia

Tel.: (591-66) 42610/45246

Fax : (591-66) 45246/31004

BRASIL

Paulo Afonso Romano

Secretario de Recursos Hídricos
Ministerio do Meio Ambiente, dos
Recursos Hídricos e da Amazonia Legal
SGAN Quadra 601

Conjunto 1, Lote 1, Edificio CODEVASF
70830-907, Brasília, DF, Brasil

Tel.: (55-61) 224-1004/312-4629

Fax : (55-61) 225-6359

Brazilio de Araújo Neto

Diretor de Coordenação Itaipu Binacional
Avenida Tancredo Neves, s/n
85856-970 Foz do Iguaçu, PR, Brasil

Tel: (55-45) 520-5518

520-5519

Fax: (55-45) 520-6522

Gilberto Valente Canali
Superintendente de Meio Ambiente
Itaipu Binacional
Ave. Tancredo Neves, s/n
85856-970 Foz do Iguaçu, PR, Brasil
Tel: (55-45) 520-5518
520-5519
Fax: (55-45) 520-6522

Roberto Moreira Coimbra
Chefe da Divisão de Controle de
Recursos Hídricos
Departamento Nacional de Aguas e
Energia Elétrica - DNAEE
Ministerio das Minas e Energia
SGAN Q. 603 N. Mod. J
70830-030 Brasilia, D.F. Brasil
Tel: (55-61) 223-8592
Fax: (55-61) 224-4190

Julio Florencio Filho
Secretario
Secretaria de Recursos Hídricos de
Alagoas
Rua Pedro Oliveira Rocha, 748
57057-560 Maceió, AL, Brasil
Tel: (55-82) 241-9799
241-9299

Francisco José Coelho Teixeira
Diretor Técnico
Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará
Rua Antonio Augusto, 555 - Meireles
60110-400 Fortaleza, CE, Brasil
Tel: (55-85) 254-2927
Fax: (55-85) 231-4846

Sérgio Freitas Borges
Gerente de Recursos Hídricos
Secretaria de Estado de Desenvolvimento
Econômico, Científico e Tecnológico
de Santa Catarina
Rua Tenente Silveira, 94 - 10º andar
88010-300 Florianópolis, SC, Brasil
Tel: (55-48) 223-1511
Fax: (55-48) 223-1253

Ciro Loureiro Rocha
Gerente de Políticas de Recursos Hídricos
Direção de Meio Ambiente e Recursos
Hídricos
Secretaria de Estado de Desenvolvimento
Urbano e Meio Ambiente de
Santa Catarina
Avenida Osmar Cunha, 183 - Ed. Ceisa
Center, B1.B
88010-300 Florianópolis, SC, Brasil
Tel: (55-48) 224-6166
Fax: (55-48) 222-9403

Alcides Lyra Lopes
Chefe da Divisão de Hidrologia
Operativa
Departamento de Planificação y Análise da
Operação Energética-DOE
ELETROBRAS
Rua da Quitanda, 196-7º andar
20091-000 Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Tel.: (55-21) 233-5351
Fax : (55-21) 516-1798

Pedro Augusto Sanguinetti Ferreira
Departamento de Planificação da
Defesa Civil
Ministério do Planejamento e Ordenamento
Esplanada dos Ministérios
70054-904 Brasilia, DF, Brasil
Tel.: (55-61) 223-4619/223-8920
Fax : (55-61) 226-7588

Rogério Amado Barzellay
Superintendente
Administração das Hidrovias Tocantins
y Araguaia
Companhia Docas do Pará
Ministerio de Transportes
Rua 85, 971 - Setor Sul
74080-010 Goiânia, GO, Brasil
Tel: (55-62) 225-1434
Fax: (55-62) 229-1993

Luiz Eduardo Garcia
Superintendente
Administração da Hidrovía do Paraná
Ministério de Transportes
Rua 24 de maio, 35 - 9o andar, Conj.B
01041-001 São Paulo, SP, Brasil
Tel: (55-11) 223-3747/8936
Fax: (55-11) 220-8689

Bernhard Griesinger
Asesor Técnico
Secretaria de Recursos Hídricos
Ministério do Meio Ambiente, dos
Recursos Hídricos e da Amazonia Legal
SGAN Quadra 601
Conjunto 1, Lote 1, Edifício CODEVASF
70830-907, Brasília, DF, Brasil
Tel.: (55-61) 225-9420
Fax : (55-61) 225-6359

Flávio Machado Moreira
Chefe da Divisão de Recursos Hídricos
Companhia de Pesquisa de Recursos
Minerais - CPRM
Avenida Pasteur, 404
22290-240 Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Tel: (55-21) 245-4546
Fax: (55-21) 295-6347

Antonio Eduardo L. Lanna
Professor
Instituto de Pesquisas Hidráulicas da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
(IPH/UFRGS)
Avenida Bento Gonçalves, 9500
Caixa Postal 15029
Bairro Agronomia
91501-970 Porto Alegre, RS, Brasil
Tel: (55-51) 339-1355/228-1633
Fax: (55-51) 336-0457/225-7415
E Mail: LANNA@IF1.UFRGS.BR

Olavo Pedrollo
Professor
Instituto de Pesquisas Hidráulicas da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
(IPH/UFRGS)
Avenida Bento Gonçalves, 9500
Caixa Postal 15.029
Bairro Agronomia
91501-870 Porto Alegre, RS, Brasil
Tel: (55-51) 336-0457
Fax: (55-51) 336-6456

Nelson Gustavo Ludwig
ELETROSUL - Projeto Garabi
Rua Dep. Antônio Edu Vieira, 999
88040-901 Florianópolis, SC, Brasil
Tel : (55-48) 231-7145
Fax : (55-48) 234-0051
(55-48) 222-8685

João Ismael Ferreira
Chefe da Divisão de Operações da
Subestação de Foz do Iguaçu
Furnas Centrais Elétricas S.A.
Avenida Tancredo Neves, Km 05 - Zona
Rural
Caixa Postal 728
85851-000 Foz do Iguaçu, PR, Brasil
Tel: (55-45) 522-2262
(55-45) 522-3386

Luiz Paulo Johansson
Superintendencia do Meio Ambiente
Departamento do Meio Ambiente Físico
Itaipu Binacional
Avenida Tancredo Neves s/n
85856-970 Foz do Iguaçu, PR, Brasil
Tel: (55-45) 520-6951
Fax: (55-45) 520-6522

Silvio Torquato Junqueira
Assistente da Direção de Coordenação
Itaipu Binacional
Avenida Tancredo Neves, s/n
85856-970 Foz do Iguaçu, PR, Brasil
Tel: (55-45) 520-5518
Fax: (55-45) 520-6998

Ricardo Krauskopf Neto
Divisão de Hidrologia e Estudos
Energéticos - OPSH.EO
Itaipu Binacional
Avenida Tancredo Neves, s/n
85856-970 Foz do Iguaçu, PR, Brasil
Tel : (55-45) 520-6861
Fax: (55-45) 522-1414, ramal 2463

José Augusto Sava
Divisão de Hidrologia e Estudos
Energéticos - OPSH.EO
Itaipu Binacional
Avenida Tancredo Neves, s/n
85856-970 Foz do Iguaçu, PR, Brasil
Tel : (55-45) 520-6861
Fax: (55-45) 522-1414, ramal 2463

Rubens Almiron
Divisão de Hidrologia e Estudos
Energéticos - OPSH.EO
Itaipu Binacional
Avenida Tancredo Neves, s/n
85856-970 Foz do Iguaçu, PR, Brasil
Tel: (55-45) 520-6861
Fax: (55-45) 522-1414, ramal 2461

José Roberto Borghetti
Consultor da Direção Geral Brasileira
Itaipu Binacional
Rua Comendador Araújo, 551
80420-000 Curitiba, PR, Brasil
Tel: (55-41) 321-4411
Fax: (55-41) 321-4045

CANADÁ

Luc Mougeot
Administrateur de programme principal
Programme de technologie et environnement
Division de l'environnement et des richesses
naturelles
Centre de recherches pour le développement
international - CRDI
BP8500
250, rue Albert
Ottawa, Canada, K1G3H9
Tel.: (613) 236-6163 #2310
Fax: (613) 567-7749
E-mail: LMougeot@idrc.ca

CHILE

Patricio Fernández
Director
CIMA Consultores
Luis Tayer Ojeda #1626
Santiago, Chile
Tel.:(56-2) 223-3338
Fax :(56-2) 223-3500

COLOMBIA

Luz Helena Abello
Unidad Técnica Colombiana
Calle 108-A No. 25-76
Santafé de Bogotá, Colombia
Tel.: (57-1) 214-6678
Fax : (57-1) 214-3060

Héctor Guzmán
Asesor de Hidrología
Instituto de Hidrología, Meteorología y
Estudios Ambientales-IDEAM
Carrera 5ta. No. 1580, Piso 17
Santafé de Bogotá, Colombia
Tel.: (57-1) 286-0658/284-8120
Fax : (57-1) 286-0658

David Ojeda Award
Asesor Especial del Director
Instituto de Hidrología, Meteorología y
Estudios Ambientales-IDEAM
Carrera 5ta. No. 1580, Piso 18
Santafé de Bogotá, Colombia
Tel.: (57-1) 286-0658
Fax : (57-1) 286-0658/284-9416

ECUADOR

Félix Cabrera
Director del Proyecto Cuenca Baja del
Río Guayas
Comisión de Estudios para el Desarrollo de
la Cuenca del Guayas-CEDEGE
Malecón y Loja junto a Gamavisión,
planta baja
Guayaquil, Ecuador
Tel.: (593-9) 74-4234
Fax : (593-4) 23-2400

Marco Córdova
Comisión Asesora Ambiental
10 de agosto 3560 y Mariana de Jesús
Edificio Metrocar, 4to. piso
Quito, Ecuador
Tel.: (593-2) 540-455/540-920
Fax : (593-2) 565-809

Juan Poveda
Instituto Ecuatoriano para el Ecodesarrollo
de la Región Amazónica Ecuatoriana
Unidad Técnica Ecuatoriana
Av. Shyris #3147 e Isla Tortuga
Edificio Filancard, 5to. piso
Quito, Ecuador
Tel.: (593-2) 255-543
Fax : (593-2) 255-540

PARAGUAY

Luis Meyer
Director Nacional de la Comisión Río
Pilcomayo
Ministerio de Obras Públicas y
Comunicaciones
Avenida Mariscal López 2349
Asunción, Paraguay
Tel.: (595-21) 60-0730/60-9191
Fax : (595-21) 60-0730

José Miguel Rivarola Sosa
Itaipu Binacional
División de Hidrología y Estudios
Energéticos - OPSH.EO
Supercarretera s/n
Ciudad del Leste, Paraguay
Tel.: (595-61) 572-641, ramal 6832
Fax: (595-61) 572-662, ramal 2463

PERU

Alberto Yamamoto Miyakawa
Jefe
Instituto Nacional de Desarrollo-INADE
Calle Tarata 160, Miraflores
Lima, Perú
Tel.: (51-1) 446-9031
Fax : (51-1) 445-5457

ESTADOS UNIDOS

Gerald E. Galloway
Dean of Faculty and Academic Programs
Industrial College of the Armed Forces
Fort McNair
Washington D.C. 20319, U.S.A.
Tel.: (202) 475-2028
Fax : (202) 475-0717

Al Grosboll
Senior Advisor to the Governor
Office of Governor-Illinois
2 1/2 State House
Springfield, IL 62706, U.S.A.
Tel.: (217) 524-1395
Fax : (217) 524-1678

Christopher D. Ungate
Water Resource Management Group
Tennessee Valley Authority-TVA
400 West Summit Hill Ave.
Knoxville, TN 37902-1499, U.S.A.
Tel.: (423) 632-8502
Fax : (423) 632-6137
E-mail: cungate@mhs-tva.attmail.com

VENEZUELA

Julio Lescarbura
Asesor Técnico
Dirección de Hidrología y Meteorología
Ministerio del Ambiente y Recursos
Naturales Renovables-MARNR
Esquina de Camejo, Edif. Camejo, piso 5
Centro Simón Bolívar, El Silencio
Caracas, Venezuela
Tel.: (58-2) 952-2853/952-2411
Fax : (58-2) 952-2853

ORGANISMOS INTERNACIONALES

Alfred Duda
Senior Environmental Specialist (Water
Resources)
Global Environment Facility-GEF
1818 H Street, NW, Room G6035
Washington, D.C., 20433, U.S.A.
Tel.: (202) 473-1077
Fax : (202) 522-3240
E-mail: aduda@worldbank.org

Jeffrey Thornton
Senior Program Officer
Freshwater Unit
United Nations Environment
Programme-UNEP
P.O. Box 30552
Nairobi, Kenya
Tel: (254-2) 62-3242
Fax: (254-2) 62-4249
E-mail: jeffrey.thornton@unep.no

ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS

Newton V. Cordeiro
Jefe de la División Geográfica del Area
de América del Sur
Organización de los Estados
Americanos-OEA
Departamento de Desarrollo Regional y
Medio Ambiente-DDRMA
1889 F Street, N.W.
Washington, D.C. 20006, U.S.A.
Tel.: (202) 458-3556
Fax : (202) 458-3560
E-mail: cordeiro_newton@oas.org

Nelson da Franca Ribeiro dos Anjos
Especialista Principal en Recursos Hídricos
Organización de los Estados
Americanos-OEA
Departamento de Desarrollo Regional y
Medio Ambiente-DDRMA
1889 F Street, N.W.
Washington, D.C. 20006, U.S.A.
Tel.: (202) 458-3454
Fax : (202) 458-3560
E-mail: regional_development@oas.org

Roger Amisial
Coordinador del Programa Interamericano
OEA-CIDIAT
Departamento de Desarrollo Regional y
Medio Ambiente-DDRMA
Apartado Postal 219
5101-A, Mérida
Mérida, Venezuela
Tel.: (58-74) 44-9582/44-2647
Fax : (58-74) 44-1461
E-mail: cidiat@dino.conicit.ve

Stephen Bender
Technical Advisor
Organization of American States-OAS
Department of Regional Development
and Environment - DRDE
1889 F Street, N.W.
Washington D.C., 20006, U.S.A.
Tel.: (202) 458-3005
Fax : (202) 458-3560
E-mail: bender_stephen@oas.org
E-mail: regional_development@oas.org

Anexo 3/Appendix 3

**COMPONENTES DE LOS GRUPOS DE TRABAJO
WORKING GROUPS**

Grupo 1. *Lineamientos de políticas de reducción de la vulnerabilidad a inundaciones en cuencas hidrográficas*

Group 1. *Guidelines for policies to reduce the vulnerability of river basins to floods*

- David Ojeda (Presidente)
- Pedro Augusto Sanguinetti Ferreira
- Jeffrey Thornton
- Félix Cabrera
- Gerald E. Galloway
- Patricio Fernández
- Olavo Pedrollo
- Newton V. Cordeiro

Grupo 2. *Uso de la información sobre los impactos de inundaciones en la preparación de proyectos de inversión, en la gestión y en el desarrollo sostenible de cuencas hidrográficas*

Group 2. *Use of information on the impact of floods in the planning of investment projects, watershed management, and the sustainable development of river basins*

- Alfred Duda (Presidente)
- Julio Lescaboura Solá
- Alejandro Felizia
- José Miguel Rivarola Sosa
- Christopher D. Ungate
- Luc Mougeot
- Flavio M. Moreira
- Eduardo Lanna
- Allen Grosboll
- Roger A. Amisial
- Stephen Bender
- Juan Poveda

Grupo 3. *Cooperación hemisférica, intercambio de informaciones y experiencias*

Group 3. *Hemispheric cooperation and the exchange of information and experiences*

- Bernhard Griesinger (Presidente)
- Víctor Pochat
- Héctor Guzmán
- Nelson Gustavo Ludwig
- Abel Barroso
- Alberto Yamamoto Miyakawa
- Roberto Coimbra
- Marco Córdova
- João Ismael Ferreira
- José Augusto Sava
- Luz Helena Abello
- Nelson da Franca

Anexo 4/Appendix 4

**PRESENTACIONES
PRESENTATIONS**

Anexo 4.1/Appendix 4.1

**LAS MAYORES CRECIDAS
EN LA
CUENCA DEL PLATA**

por
Víctor Pochat

RESUMEN EJECUTIVO

El sistema fluvial del Río de la Plata, con una superficie de cerca de 3.100.000 km², se extiende por los territorios de la Argentina, el Brasil, Bolivia, el Paraguay y el Uruguay, estando formado por tres grandes unidades hidrográficas, el Paraná, el Uruguay y el Paraguay.

Presenta una gran variedad climática, a la cual se agrega la fertilidad de sus suelos, sus reservas minerales, un gran potencial hidroeléctrico y la disponibilidad de vías navegables, lo que ha motivado que se congregue una vasta porción de la población y de la actividad económica de los países que integran su territorio.

Dada su ubicación y extensión, se destaca por su complejidad hidrológica, motivada por notables variaciones en el régimen de precipitaciones y la marcada diversidad geomorfológica, topográfica y de cobertura vegetal de las distintas subcuencas.

La principal fuente de alimentación de los ríos de la Cuenca es pluvial. La precipitación media anual disminuye desde el rango de 2.400-1.400 mm en el este hasta el de 1.000-400 mm en el oeste.

En el norte, el 80% del total anual se concentra en los cinco meses que van desde noviembre hasta marzo, pero este grado de estacionalidad se reduce hacia el sur. En la cuenca del Uruguay casi no hay estacionalidad, siendo la precipitación promedio relativamente uniforme a lo largo del año.

Los caudales medios anuales del río Paraná son de 12.480 m³/s en Posadas y de 16.320 m³/s en Corrientes. En los ríos Paraguay y Uruguay, los valores respectivos son de 3.840 m³/s en Puerto Bermejo y de 4.640 m³/s en Concordia.

La complejidad hidrológica se manifiesta, entre otros aspectos, en la distribución estacional de los caudales anuales. Mientras en Posadas, sobre el río Paraná, esa distribución responde al patrón de precipitaciones, en Puerto Bermejo, sobre el Paraguay, el esquema se revierte totalmente, por efecto del almacenamiento en la zona de expansión denominada Pantanal.

Desde fines del siglo pasado se han registrado crecidas muy importantes, con caudales muy elevados y, en algunos casos, una larga duración.

La mayor parte de esos episodios extremos ocurrieron a partir de mediados de la década del 60, llamando la atención no sólo la magnitud de sus picos (los mayores, 60.200 m³/s en julio de 1983 y 54.000 m³/s en junio de 1992, en Corrientes) -comparable al de las crecidas del siglo XIX y comienzos de este siglo-, sino el aumento de su frecuencia, consecuencia probablemente de los cambios en la incidencia de los sistemas climáticos de gran escala que provocan inundaciones, con implicancias fundamentales en la estimación de los riesgos. En cuanto a la duración, es notable la permanencia del suceso de 1982/3, en el cual los caudales superaron los 30.000 m³/s durante 273 días, en la estación mencionada.

Al tener en cuenta esa realidad, se aconseja basar los estudios estadísticos en muestras posteriores a 1960 y considerar a las crecidas como eventos completos, dando importancia tanto a sus picos como a su duración.

El impacto sobre la actividad social y económica de la región puede evaluarse a partir de las estimaciones de los daños directos e intangibles, los cuales, para las crecidas de 1982/3 y 1991/2 indican valores de 2614 y 513 millones de dólares para los primeros, mientras que para los segundos, cabe mencionar, por ejemplo, 2.350.000 y 3.126.000 ha inundadas, y 234.685 y 122.503 personas evacuadas, respectivamente.

En Argentina, hay actualmente una serie de medidas en curso y previstas para rehabilitar la infraestructura dañada, proteger la vida y propiedad de una gran parte de los pobladores potencialmente afectados, mejorar su calidad de vida, garantizar el normal y pleno desarrollo de las actividades productivas y la integridad, seguridad y funcionamiento ininterrumpido de las vías de comunicación y transporte en el área de influencia de los ríos principales de la Cuenca.

El informe presentado a continuación está dividido en cinco partes:

1. Características Generales
2. Características Hidrológicas
3. Crecidas más Importantes
4. Estimación de Daños por Crecidas
5. Programas de Mitigación

1. Características Generales

El sistema fluvial del Río de la Plata, uno de los mayores del mundo, abarca una superficie de cerca de 3.100.000 km², que se extiende por los territorios de la Argentina, el Brasil, Bolivia, el Paraguay y el Uruguay (Fig. 1). Las coordenadas extremas se ubican entre los meridianos 67°00' y 43°00', y los paralelos 14° 05' y 37° 37' (Ref. 7).

Dentro del sistema cabe diferenciar tres grandes unidades hidrográficas, el Paraguay, el Paraná y el Uruguay.

La cuenca del río Paraguay abarca 1.095.000 km², recorriendo 2.550 km. desde la Chapada de Parecís hasta su desembocadura en el Paraná. La mayor parte se extiende por una inmensa llanura de naturaleza aluvial, de muy escasa pendiente y con extensas planicies de inundación.

En la parte superior de la cuenca, las márgenes del Paraguay son bajas e inundables y presentan una zona de expansión denominada Pantanal, que cubre cerca de 60.000 km². Este enorme almacenamiento natural tiene una influencia decisiva en el régimen de escurrimiento y en la hidrología de las inundaciones.

El valor medio estimado de la pendiente del río es de cerca de 0,037 m/km.

En el tramo que se extiende desde la desembocadura del río Apa -límite entre el Brasil y el Paraguay- hasta unos 40 km aguas abajo de Asunción, la zona inundable se restringe a un ancho variable de 5 a 10 km y ocupa solamente la margen derecha. El límite inferior de la zona está bien marcado por una quebradura acentuada del perfil longitudinal. Desde este límite hasta el río Paraná, se extiende la zona de desembocadura. En las grandes crecidas el río se desborda sobre las dos márgenes, ocupando una faja de un ancho que varía entre 10 y 15 km.

El Paraná es el río más importante del sistema hidrográfico del Río de la Plata, debido a la magnitud de sus derrames, la extensión de su área tributaria y la longitud de su curso. La superficie de su cuenca abarca 1.510.000 km², sin contar la de la subcuenca del río Paraguay.

Todo el Paraná superior se encuentra en el Brasil, para ser luego y sucesivamente límite brasileño-paraguayo hasta la confluencia con el río Iguazú, argentino-paraguayo y, finalmente, después de confluir con el río Paraguay, internarse en territorio argentino hasta su desagüe en el Río de la Plata.

Su longitud es de 2.570 km desde la confluencia entre el Paranaíba y el Grande -que le dan origen- hasta su desembocadura, y de 3.740 km, si se le agrega el recorrido del primero.

El lecho de su curso superior tiene un perfil escalonado con dos notorios quiebres de la pendiente en Urubupungá y Guaira. Otras caídas menores y la presencia de rápidos caracterizan su perfil longitudinal, consecuente con la estructura geológica y sus accidentes tectónicos.

El lecho es de dimensiones muy irregulares: de 4.000 m aguas arriba de Guaira a únicamente 60 m de ancho en Itaipú. Hasta confluir con el Paraguay -cuyas aguas remansa- su anchura fluctúa entre los 150 y los 2.500 m frente a Posadas. Al oeste de esta ciudad el río Paraná diversificaba su cauce presentando una serie de islas, que determinaban la formación de brazos que dividían el escurrimiento fluvial, situación que ha sufrido modificaciones por la presencia del embalse de Yacyretá.

Luego de unirse al Paraguay, el río desciende con muy leve pendiente, 0,036 m/km, hasta su desembocadura. Su ancho va disminuyendo desde los 4.200 m frente a Corrientes a 2.000 m en Rosario. El lecho de inundación es, sin embargo, bastante mayor y extendido casi totalmente sobre la margen derecha, mucho más baja. Los anchos de esta planicie de inundación, que varían entre 13 km frente a Corrientes y 56 km en la sección Rosario-Victoria, señalan la enorme extensión que puede abarcar el Paraná en sus grandes crecidas.

En este tramo medio e inferior, el cauce principal presenta numerosas islas, diseminadas a lo largo de su curso, las cuales son cubiertas totalmente por las aguas de crecida.

Su delta terminal, con numerosos brazos, se inicia a 320 km de la desembocadura y con un ancho que varía entre los 18 y 61 km, cubre un área de 14.100 km². El notable avance frontal de este delta, puede explicarse por la extraordinaria cantidad de sedimentos que transporta el río.

El río Uruguay es el segundo sistema fluvial en importancia, con un desarrollo de cerca de 1.600 km. Nace también en territorio brasileño, aproximadamente a 1.800 m de altura.

Algunos kilómetros aguas abajo de la confluencia con el Pepiri-Guazú, donde el río Uruguay pasa a ser límite entre la Argentina y el Brasil, se estrecha entre paredes rocosas, formando cataratas donde el río pasa de 450 a cerca de 20 m de ancho.

La cuenca superior se desenvuelve sobre rocas de origen volcánico. En la parte centro-oeste de la región aparecen otros tipos litológicos entre los que se destaca el aluvión a lo largo de los ríos Santa María e Ibicuí.

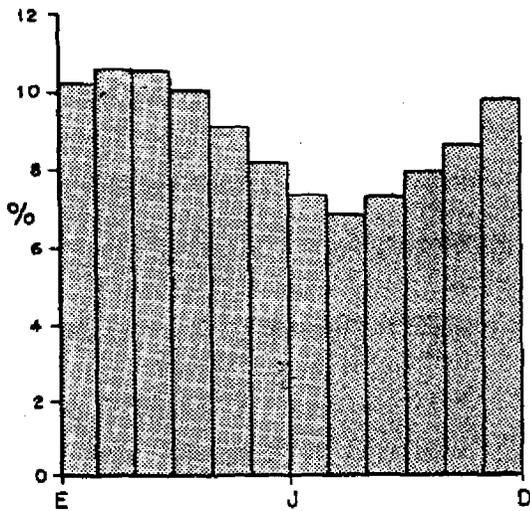
Sus afluentes más importantes provienen del este. Son ríos con cuencas relativamente pequeñas, pero de considerable caudal. El Quaraí sirve de límite entre el Brasil y el Uruguay. El mayor tributario del Uruguay es el río Negro, que desemboca a menos de 100 km del estuario del Plata. Luego de esa confluencia, el Uruguay se ensancha convirtiéndose, virtualmente, en una extensión del Río de la Plata, cuya cuenca propia abarca otros 130.000 km².

Dada su gran extensión, la cuenca del Plata presenta una gran variedad de condiciones climáticas: tropical en la cabecera del río Paraguay; subtropical en las llanuras del Chaco argentino-paraguayo, en el nordeste argentino y en los estados del sudeste brasileño; templado en el sur de la Mesopotamia Argentina -entre los ríos Paraná y Uruguay- en el sur de Brasil y en el Uruguay; seco en las nacientes de los tributarios en Bolivia y en el noroeste de Argentina.

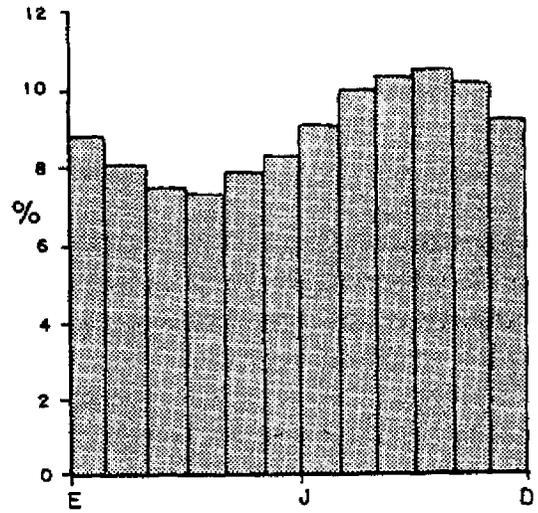
Esta variedad climática, a la cual se agrega la fertilidad de sus suelos, sus reservas minerales, el potencial hidroeléctrico de sus grandes ríos y la disponibilidad de vías navegables,

FIGURA 2

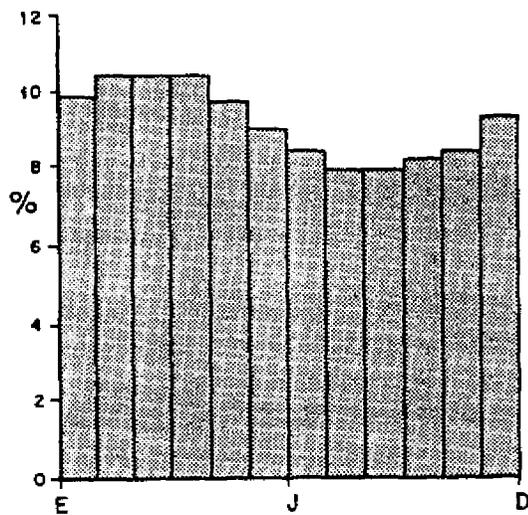
MARCHA ANUAL DE LOS CAUDALES MEDIOS MENSUALES EN PORCENTAJE DEL CAUDAL MEDIO ANUAL



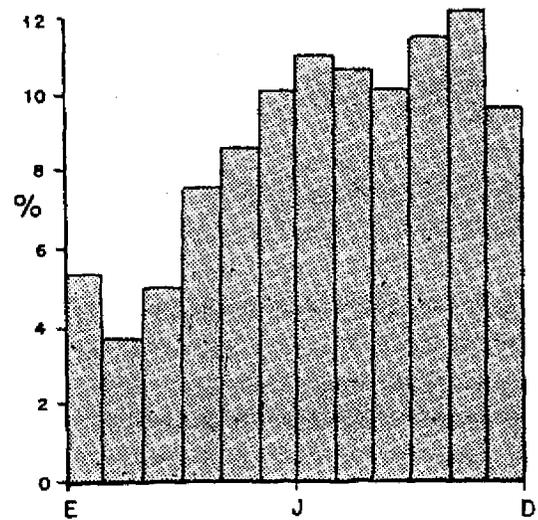
RIO PARANA EN POSADAS
1901-1992



RIO PARAGUAY EN PUERTO BERMEJO
1910-1993



RIO PARANA EN CORRIENTES
1904-1993



RIO URUGUAY EN CONCORDIA
1898-1993

ha congregado una vasta porción de la población y de la actividad económica de los países que integran el territorio de la Cuenca. (Ref. 3)

2. Características Hidrológicas

La principal fuente de alimentación de los ríos de la Cuenca es pluvial; sólo nieva en las cabeceras de algunos de ellos, representando un porcentaje muy bajo del total. La precipitación media anual disminuye desde el rango de 2.400-1.400 mm en el este hasta el de 1.000-400 mm en el oeste (Ref.7). En las cuencas del Iguazú y del Alto Uruguay, las lluvias anuales medias son las más altas de la Cuenca del Plata.

En el norte, el 80% del total anual se concentra en los cinco meses que van desde noviembre hasta marzo, pero este grado de estacionalidad se reduce hacia el sur. En la cuenca del Uruguay casi no hay estacionalidad, siendo la precipitación promedio relativamente uniforme a lo largo del año (Ref. 5).

En cuanto a los caudales, se dispone de registros sistemáticos a partir de principios de este siglo. El Cuadro 1 presenta los caudales medios anuales en ciudades de Argentina.

Cuadro 1
CAUDAL MEDIO ANUAL EN DETERMINADAS CIUDADES DE
LA CUENCA DE LOS RÍOS PARANÁ, PARAGUAY Y URUGUAY

Río	Sitio	Área de la Cuenca (km ²)	Caudal Medio Anual (m ³ /s)
Paraná	Posadas	933.600	12.480
Paraguay	Puerto Bermejo	1.095.000	3.840
Paraná	Corrientes	2.067.000	16.320
Uruguay	Concordia	249.312	4.640

Fuente: Elaboración propia en base a Ref.5

La complejidad hidrológica de la Cuenca del Plata comienza a surgir cuando se examina la distribución estacional de los caudales anuales (Fig.2). En Posadas, sobre el río Paraná, esa distribución es la esperada en base al patrón estacional de precipitaciones, teniendo en cuenta los efectos de retardo en una cuenca tan grande; los caudales promedio más altos ocurren entre diciembre y abril.

En Puerto Bermejo, sobre el río Paraguay, el esquema se revierte completamente. Los flujos de entrada al Pantanal siguen la distribución estacional esperada, pero su almacenamiento natural modifica el flujo de salida, ocasionando se demore hasta seis meses. Aguas abajo, los caudales promedio más altos ocurren entre agosto y noviembre.

En Corrientes, sobre el río Paraná, la integración de esos dos regímenes de caudal tiene como consecuencia una distribución más pareja del caudal promedio a lo largo del año. Podría suponerse que la compensación de las estaciones de caudales pico en el Paraná y el Paraguay reduce la intensidad del riesgo de inundación aguas abajo de la confluencia. Sin embargo, esto no es enteramente así, ya que la distribución estacional del riesgo de inundación es más compleja que lo que sugiere la marcha anual de los caudales medios mensuales (Ref. 5).

En Concordia, sobre el río Uruguay, dicha marcha no parece reflejar, a primera vista, la distribución estacional de precipitaciones para la cuenca superior, que es relativamente uniforme mes a mes, mientras que los caudales se presentan con un período intenso de caudales bajos entre enero y marzo. Esta discrepancia parecería sugerir que en dichos meses el escurrimiento es bajo. Sin embargo, ésta es una conjetura que revela lo poco que se comprende el funcionamiento espacial y temporal de lluvias y su relación con la intensidad y duración de las crecidas.

3. Crecidas Más Importantes

Desde fines del siglo pasado ocurrieron una cantidad de eventos importantes. En el Cuadro 2 se muestran los diez episodios más extremos, en cuanto a caudal pico, en cuatro sitios. De esta información, surge que sobre el río Paraná y el río Paraguay, la mayor parte de los eventos más importantes ocurrieron a partir de 1965 y en cuanto al río Uruguay, cuatro de los eventos más importantes desde 1898 ocurrieron a partir de 1972.

Cuadro 2
ORDENAMIENTO DE LOS CAUDALES PICO EN CUATRO SITIOS
EN LA CUENCA DEL PLATA

Río Paraná en Posadas 1901/2-1991/2			Río Paraguay en Puerto Bermejo 1910/11 - 1992/3		
Año (1)	Mes	m ³ /s	Año (1)	Mes	m ³ /s
1904/5	Mayo	53.200	1982/3	Junio	10.600
1982/3	Julio	50.900	1991/2	Junio	9.200
1991/2	Junio	48.800	1987/8	Agosto	8.600
1989/90	Enero	42.800	1965/6	Marzo	8 400
1986/7	Mayo	38.800	1992/3	Noviembre	8.400
1935/6	Junio	38.800	1981/2	Agosto	8.200
1965/6	Febrero	37.900	1988/9	Setiembre	8.100
1922/3	Junio	37.700	1939/40	Junio	8.000
1928/9	Marzo	36.000	1911/12	Enero	8.000
1983/4	Setiembre	32.700	1978/79	Junio	8.000

Cuadro 2
ORDENAMIENTO DE LOS CAUDALES PICO EN CUATRO SITIOS
EN LA CUENCA DEL PLATA
(Continuación)

Río Paraná en Corrientes 1904/5 - 1992/3			Río Uruguay en Concordia 1898 - 1993		
Año (1)	Mes	m ³ /s	Año (2)	Mes	m ³ /s
1982/3	Julio	60.200	1959	Abril	35.500
1991/2	Junio	54.000	1941	Mayo	29.300
1904/5	Junio	50.000	1983	Julio	28.300
1989/90	Febrero	43.800	1986	Abril	28.100
1965/6	Marzo	43.800	1929	Octubre	27.800
1928/9	Marzo	39.100	1992	Junio	27.700
1911/12	Enero	39.000	1972	Junio	26.600
1986/7	Mayo	38.000	1899	Setiembre	25.200
1981/2	Julio	38.000	1923	Junio	24.900
1922/3	Junio	38.100	1907	Setiembre	24.800

(1) Año hidrológico (setiembre a agosto)
Fuente: Ref. 5

(2) Año Calendario

Si el mecanismo de generación de excedentes hubiera sido homogéneo a lo largo del tiempo, estos datos serían estadísticamente improbables. Al no haber sido así, significa que la incidencia de las crecientes en la Cuenca del Plata aumentó en las últimas dos o tres décadas (Ref.5).

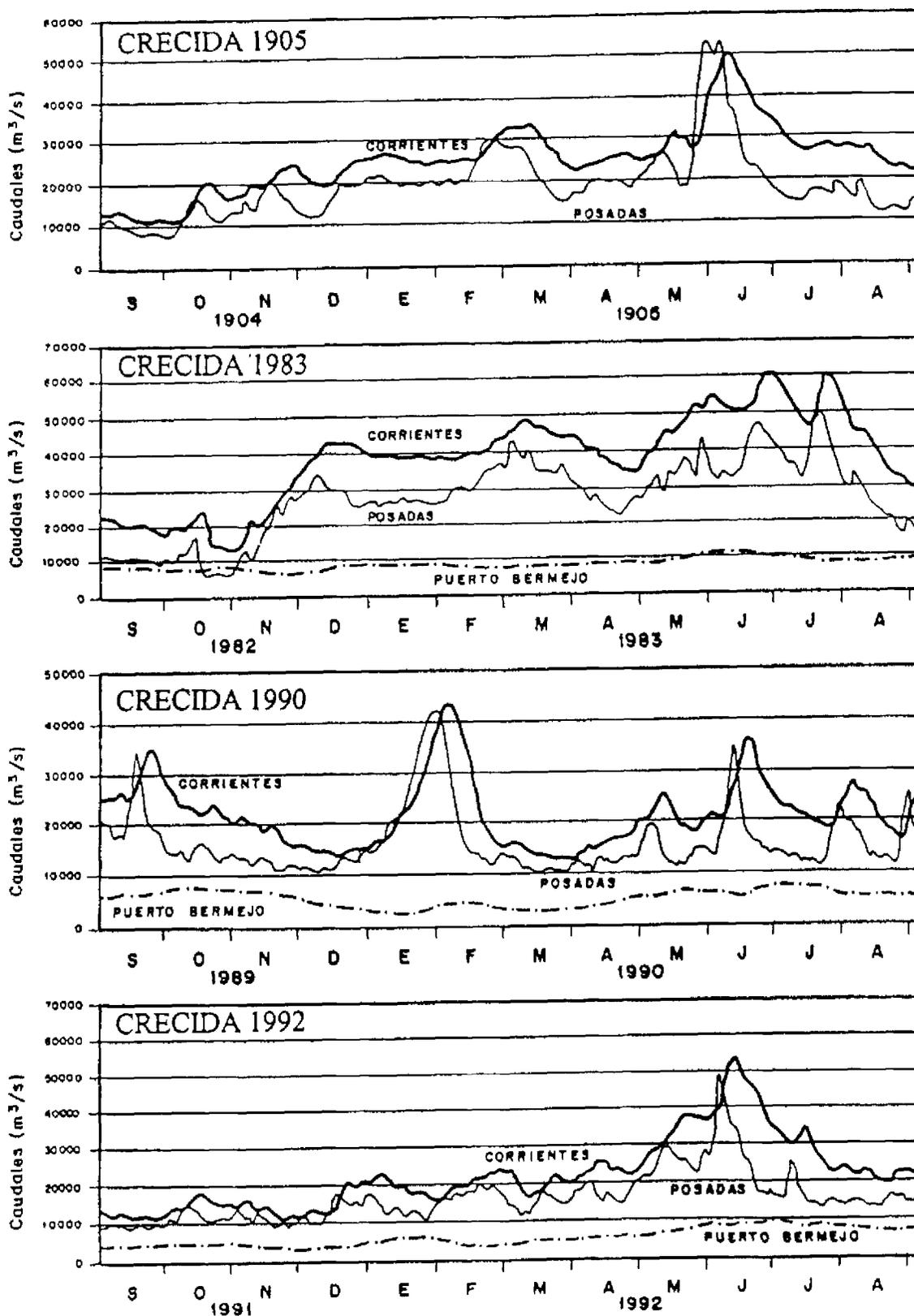
Existen referencias sobre crecidas extraordinarias ocurridas en Corrientes en 1612 y 1748, mientras que la disponibilidad de datos en cuanto a niveles fluviales del siglo XIX permite realizar estimaciones del caudal asociado a las crecidas notables de 1812, 1858 y 1878. (Cuadro 3).

Cuadro 3
RIO PARANÁ EN CORRIENTES: ORDENAMIENTO DE LOS SEIS
CAUDALES EXTREMOS MÁS IMPORTANTES (1800-1993)

Año	Caudal m ³ /s
1983	60.200
1812	58.000
1992	54.000
1858	52.000
1878	51.000
1905	50.000

Fuente: Ref. 5

FIGURA 3
RIOS PARANA Y PARAGUAY, HIDROGRAMAS DE
LOS CUATRO MAYORES EVENTOS (en términos de pico)
REGISTRADOS EN CORRIENTES, POSADAS Y PTO. BERMEJO



Los valores estimados podrían sugerir que la *magnitud* de los picos de crecidas recientes no es excepcional, sino que el aumento de la *frecuencia* de los eventos extremos a partir de 1960 representa un cambio significativo en la incidencia de los sistemas climáticos de gran escala que provocan inundaciones.

En cuanto a la duración de los mayores episodios de inundación de este siglo en la cuenca del río Paraná/Paraguay, es notable la permanencia del suceso de 1982/3 (Figura 3 y Cuadro 4).

Cuadro 4
RÍO PARANÁ EN CORRIENTES: DURACIÓN DE DIVERSAS
CRECIDAS REGISTRADAS

Caudales del río Paraná en	Duración en Corrientes (días)			
	82/3	91/2	05/06	89/90
Corrientes (m ³ /s)				
Caudal > 30.000	273	65	65	40
Caudal > 40.000	165	18	20	9
Caudal > 50.000	62	6	1	0

Fuente: Ref. 5

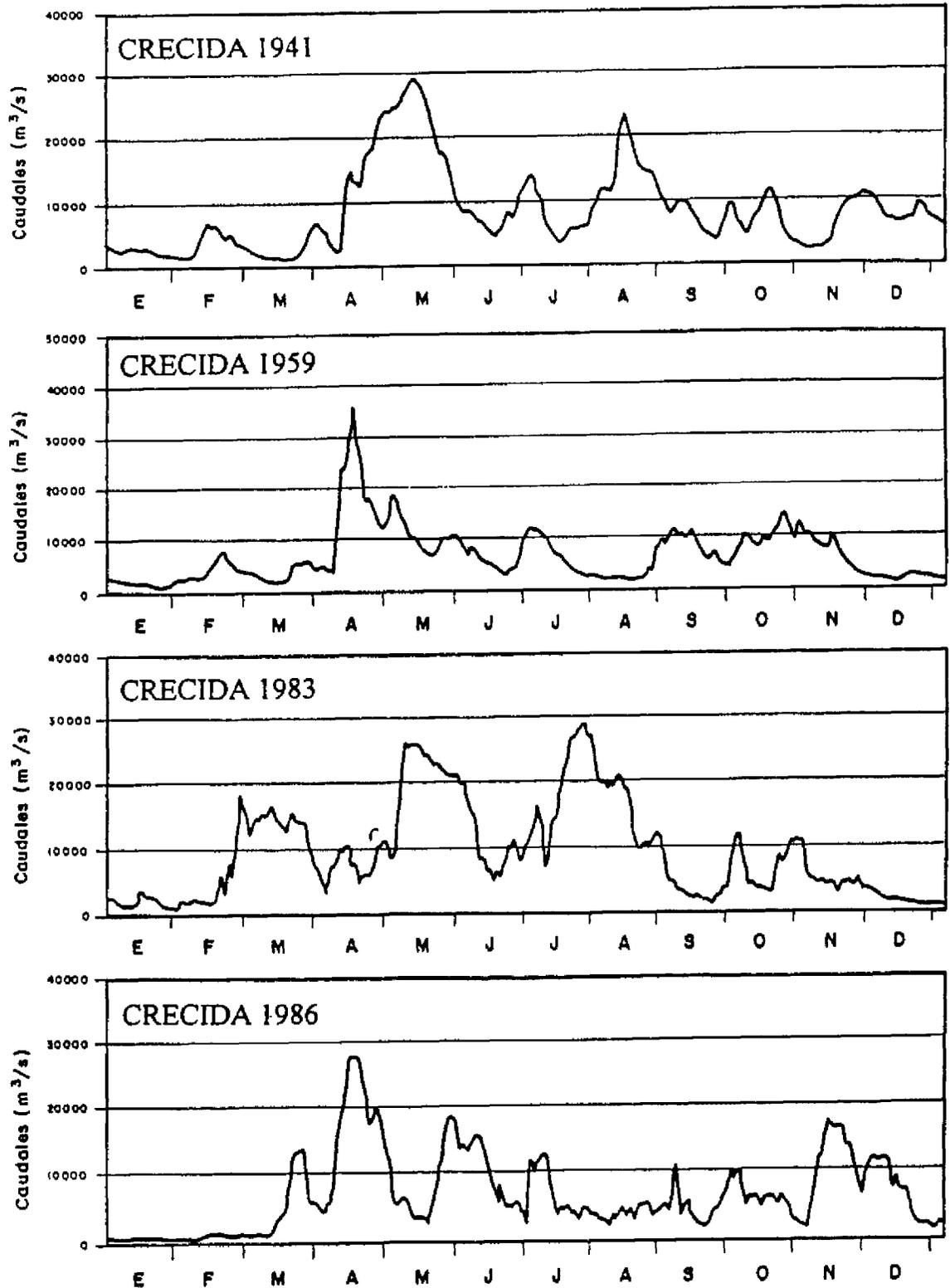
La explicación para la duración del episodio de 1982/3 es la secuencia de lluvias mensuales registradas en un solo período de doce meses. Entre junio de 1982 y mayo de 1983, las precipitaciones de la cuenca en junio, noviembre, enero y mayo fueron las mayores jamás registradas en esos meses desde comienzos del siglo. Por lo tanto, el evento resultante debe considerarse sumamente raro teniendo en cuenta la distribución probabilística conjunta de la magnitud de la lluvia, su duración, y por la poca probabilidad de que cuatro lluvias máximas mensuales ocurran en un mismo año.

Los eventos 1905/06, 1989/90 y 1991/2 representan episodios de inundación más típicos sobre el río Paraná y tienen mucho en común; en especial las inundaciones de 1905/6 y 1991/2. Una característica particular -y llamativa para una cuenca tan grande- es la rapidez con que el hidrograma crece en cada uno de estos eventos. En las dos semanas anteriores al arribo del pico a Corrientes, la tasa de crecimiento de los tres eventos es casi idéntica (1.400 m³/s por día). Los hidrogramas son notablemente simples en cuanto a la forma; sólo el correspondiente al episodio de 1992 presenta aportes diferenciables de distintas subcuencas de aguas arriba. En Corrientes, las tasas de recesión también son rápidas, y por lo general constituyen alrededor del 50% de la tasa creciente (700 m³/s por día) (Fig. 3).

Estos datos indican que la respuesta de la cuenca del Paraná aguas arriba de Corrientes, ante lluvias breves (semanas más que meses), es relativamente uniforme. En cambio, las crecidas muy severas se producen por eventos de lluvia en escala sinóptica, por lo que grandes áreas se ven afectadas por precipitaciones inusualmente prolongadas y extensas.

FIGURA 4

**RIO URUGUAY, HIDROGRAMAS DE LOS CUATRO
MAYORES EVENTOS (en términos de pico)
REGISTRADOS EN CONCORDIA**



Las condiciones más críticas para producir crecidas en Posadas y Corrientes se asocian con lluvias en toda la cuenca del Paraná, provocando caudales de base altos y caudales pico de la parte superior de la cuenca, con posteriores tormentas concentradas en la parte inferior de la cuenca superior, como ocurrió en 1982/3 y 1992 (Ref. 2).

Tal como se ve en la Figura 3, el aporte de los caudales del río Paraguay al pico de caudal en Corrientes no es relevante frente a las descargas que llegan desde Posadas. Las inundaciones en la parte inferior de la cuenca del Paraguay, aguas abajo de Asunción, no se relacionan tanto con el caudal en el propio río, sino con el efecto de remanso aguas arriba de la confluencia con el Paraná.

En la Figura 4, se presentan los hidrogramas de los cuatro eventos de crecida del río Uruguay en Concordia, más grandes por su pico, desde 1898. El caudal es mucho más variable que sobre el Paraná, como es de esperarse en una vertiente mucho menor, cuyo almacenamiento natural es tan distinto. La distribución temporal de las lluvias se ve más claramente en la variación de caudales a lo largo del año, y resulta evidente el aporte de los distintos afluentes y subcuencas. La falta de almacenamiento queda manifiesta con los tres episodios de 1983, separados por períodos de caudales mucho menores. Este hidrograma puede compararse con el de Corrientes del mismo año, donde el impacto del almacenamiento aseguró la continuidad de caudales elevados por más tiempo. Aun así, el evento de 1983 sobre el Uruguay, al igual que sobre el Paraná, sigue siendo el de más larga duración de caudales extremos, según indica el Cuadro 5.

Cuadro 5
Río Uruguay en Concordia: Duración de diversas crecidas registradas

Caudales del río Uruguay en Concordia (m ³ /s)	Duración en Concordia (días)			
	1959	1941	1983	1986
Caudal > 10.000	74	98	147	92
Caudal > 20.000	10	29	47	11

Fuente: Ref. 5