

PARAGUAY

Roger Monte Domecq , Andrés Perito, Lucas Chamorro, José Luis Ávila y Julián Báez

7.1 Introducción

Las inundaciones en el Paraguay adquieren relevancia en áreas urbanas a partir de la década de 1970 cuando se intensifican los procesos de ocupación del suelo vinculado a las planicies naturales de inundación de ríos y riberas de arroyos urbanos. El proceso de ocupación del territorio sin ningún tipo de regulación se ve agudizado en el país en los años 1982-1983, asociados a los efectos del fenómeno climático *El Niño*, cuando la crecida del río Paraguay llega a niveles extraordinarios, con pocos antecedentes registrados hasta la fecha. En esa ocasión la población ribereña ocupa espacios más altos casi siempre vinculados a los cauces hídricos, ocasionando un impacto sobre toda la ciudad debido a la ocupación de plazas y parques, refugios improvisados en terrenos públicos y privados entre otros y los efectos sanitarios típicos en estos casos.

Las inundaciones urbanas no solo son consecuencias de los desbordamientos de los ríos, sino también se vinculan con la ocurrencia de tormentas severas que se registran normalmente entre los meses de octubre y abril. Este fenómeno, asociado a la concentración de población en centros urbanos y la falta de infraestructuras de evacuación de aguas pluviales ocasionan impactos en los ámbitos sociales y económicos. En los centros urbanos y en especial en Asunción éstos impactos se traducen en calles pavimentadas deterioradas sistemáticamente por la ausencia de redes de drenaje pluvial; ausentismo laboral y escolar, impactos sobre la salud pública ante la permanencia de agua estancada en zonas próximas a los cauces hídricos, donde generalmente se concentran la población marginal y residuos sólidos depositados en forma indebida. Los arroyos urbanos en estos casos se convierten en los evacuadores del agua pluvial, el cual desborda de su cauce

natural arrastrando todo tipo de residuos sólidos, que finalmente se depositan en la ribera del río Paraguay ocasionando un impacto ambiental sobre el cuerpo de agua.

Otro aspecto importante es el impacto que ocasiona la ausencia de drenaje pluvial sobre la escasa infraestructura de drenaje sanitario en ocasión de las tormentas donde el agua pluvial ingresa a la red cloacal sometiendo a ésta a sobre-presiones, reduciendo la eficiencia y su vida útil. Además en muchas zonas donde no se tiene aún red cloacal el impacto es aún mayor con el transporte de los efluentes sanitarios, en muchos por las calles hasta los cauces hídricos, los cuales se convierten en canales abiertos de desagüe cloacal.

En este capítulo sobre el Paraguay se realiza una descripción de las inundaciones urbanas y ribereñas. Se analiza también la situación actual de los drenajes urbanos y su interacción con las inundaciones, tanto de origen pluvial como ribereña o consecuencia de crecidas de los cauces hídricos

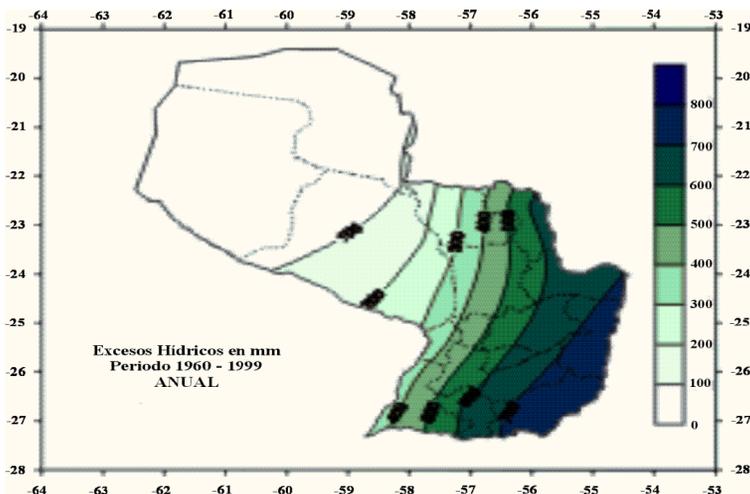
7.2. Indicadores de los recursos hídricos

7.2.1 Agua superficial

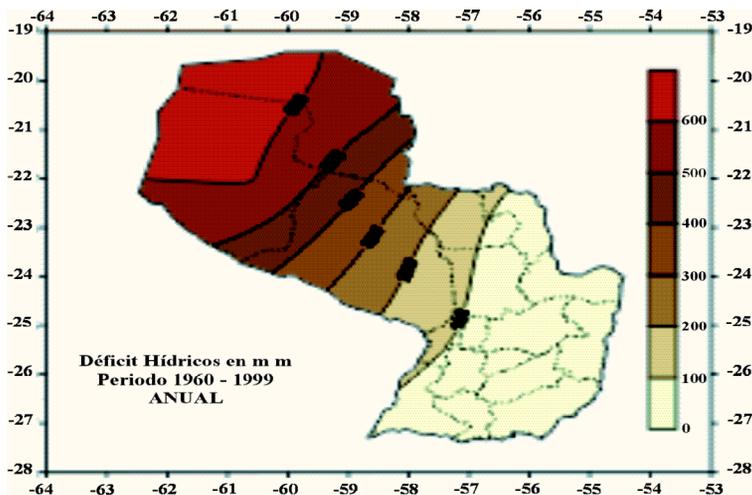
El Paraguay se ubica íntegramente en la cuenca del río de la Plata con un amplio sistema hídrico, conformado por los ríos Paraguay y Paraná. El río Paraguay es navegable para embarcaciones de calado mayor desde su confluencia con el río Paraná hasta Asunción, y desde Asunción hasta Corumbá (Brasil) para embarcaciones medianas.

El río Paraná tiene una extensión de 679 km y es navegable por embarcaciones de cualquier tamaño desde su confluencia con el río Paraguay hasta la Represa de Itaipú, y desde ésta hasta sus nacientes en el Brasil, por las embarcaciones menores.

El país posee 18.000 m³ de recursos hídricos renovables per cápita/año y un consumo de agua dulce per cápita de 112 m³. Si bien esta disponibilidad es alta, no está uniformemente distribuida en el territorio nacional, observándose dos regiones con características hídricas bien diferenciadas: El Chaco, con déficit hídrico durante todo el año y, la región oriental con mayor disponibilidad de agua (Monte y Báez, 2000), figuras 7.1 (a) y 7.1 (b).



(a) Excesos Hídricos medios anuales para el periodo 1960 - 1999



(b) Déficit Hídricos medios anuales para el mismo periodo.

Figura 7.1 Excesos y déficits hídricos en Paraguay.

Fuente de datos: DMH/DINAC

7.2.2 Clima

El clima del Paraguay experimenta una amplia variabilidad espacial, siendo de clima semiárido al oeste, en la frontera con Bolivia, donde la evaporación excede a la precipitación provocando déficit hídrico prácticamente durante todo el año, tornándose húmedo al oriente, con máximos de lluvia y excesos hídricos en los departamentos de Itapúa y Alto Paraná, conforme se ilustra en las figuras 7.1 (a) y (b).

Los volúmenes de precipitación anual varían de 1760 mm en regiones de los departamentos de Alto Paraná, Canindeyú e Itapúa, a valores inferiores a 500 mm en el oeste del Chaco. El ciclo anual de la lluvia es similar en todo el país, con máximos durante los meses estivales (noviembre-diciembre-enero-febrero) y mínimos en los invernales (junio-julio-agosto). En la zona más lluviosa y en general toda la región Oriental del país, los valores máximos ocurren durante los meses de transición entre la primavera - verano y verano - otoño, o sea durante los meses de octubre y noviembre y marzo y abril. La temperatura media anual del país es elevada, entre 20 y 24 °C, con un gradiente oeste - este, contrario al comportamiento de la precipitación. La temperatura máxima media anual varía entre 26 °C en el sur de la región Oriental y 31 °C al oeste del Chaco, mientras que la mínima media anual varía entre 15 y 18 °C, en la misma región. Los extremos de temperatura registrados ocurrieron al oeste del Chaco, específicamente en la localidad denominada Prats Gill, donde las temperaturas máximas alcanzaron los 44 °C a la sombra y la mínima llegó a -7 °C, en el invierno del año 2000.

7.2.3 Agua potable y saneamiento

En las últimas 3 décadas, el sector se vio afectado por un crecimiento sostenido de población en los centros urbanos (50 % de la población nacional) frente a la cobertura de abastecimiento de agua potable y saneamiento (tablas 7.1 y e 7.2).

No obstante, se han hecho esfuerzos en el sentido de buscar alternativas para elevar la cobertura y según informe del Banco Mundial (PNUD, 1999), uno de los mayores logros del sector, en los últimos 20 años, fueron las *Juntas de Saneamiento (JS)*, entidades civiles de carácter permanente, creadas en 1972 por ley, y que tienen como finalidad colaborar con las instituciones del sector como SENASA y los municipios en la ejecución, administración, operación y mantenimiento de obras y servicios de saneamiento básico y provisión de agua potable.

Tabla 7.1. Indicadores en Agua Potable

Tabla 7.2. Indicadores en Alcantarillado Sanitario

Tabla 7.1. Indicadores en Agua Potable		Tabla 7.2. Indicadores en Alcantarillado Sanitario	
Cobertura Nacional	42,4 %	Cobertura Nacional	30 %
Urbana – Corposana	22,0 %	Red de Alcantarillado	23 %
Rural – Senasa	12,8 %	Deposición Sanitaria de Excretas	7 %
Prestadores privados	7,3 %	Urbana - Corposana	11 %
		Rural – Senasa	17 %

Actualmente se estudia la alternativa de descentralizar, desmonopolizar y tercerizar los sistemas administrados por el gobierno central, en especial la Ex-CORPOSANA, hoy ESSAP, con el aumento de la participación del sector privado en la prestación de los servicios y la reestructuración los servicios públicos involucrados a fin de volverse eficientes y ajustados a las necesidades del mercado.

El sector presenta una estructura concentrada en los organismos del poder central, y con recursos financieros insuficientes. Las demandas insatisfechas son muchas y en un futuro próximo, de no adoptarse medidas decididas y coordinadas, las carencias del sector harán aumentar las inequidades y las diferencias entre los servidos y los necesitados especialmente entre la población más pobre.

Las inversiones públicas en los cinco últimos años, 103 US\$ millones, han sido considerables pero será necesario invertir 800 US\$ en los próximos 8 años para lograr aumentar la cobertura urbana de agua al 80% de la población y disposición sanitaria de excreta del 60% y, en el medio rural lograr el 60% de la población con cobertura de agua y el 45% con disposición sanitaria de excreta.

7.3 Poblacion e infraestructuras urbanas

7.3.1 Generalidades

De acuerdo al Censo de 1992, elaborado por la Dirección General de Estadísticas Encuestas y Censos (DGEEyC) la población total del país era de 4.152.588 habitantes, correspondiendo 2.089.688 a la población urbana (50,32 %) y 2.062.900 a rural (49,68 %). En 1998 la población total del país

estimada era del 5.405.475 siendo el 53,7% urbano y el 46,3% rural. La tasa de crecimiento poblacional en progresión geométrica, es 2,59 % anual. Se estima que la población del país en el 2015 será de 7,8 millones de habitantes con 65% de la población urbana, figura 7.2.

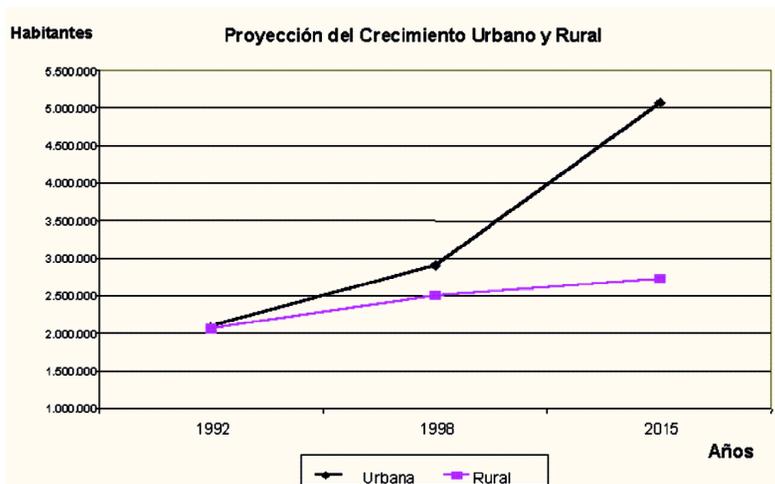


Figura 7.2 Proyección de la Población Urbana y Rural en Paraguay al año 2015 en base al censo de 1992.

Con el aumento generalizado de la población en las ciudades producto del éxodo del campo, las infraestructuras han quedado desfasadas frente a la demanda creciente de todo tipo de servicios. En consecuencia se generan una serie de desequilibrios entre la oferta y demanda de servicios públicos en general.

7.3.2 El drenaje urbano y las ciudades

Hasta la fecha, la construcción de infraestructuras de drenaje urbano han quedado reducidas a soluciones puntuales en las principales ciudades del país. Estas soluciones se refieren al drenaje sanitario - red cloacal y al drenaje pluvial, los cuales están concebidos como sistemas independientes o separados. Las coberturas ya señaladas indican que se tiene que ejecutar proyectos y obras en gran escala para satisfacer la demanda creciente de servicios.

7.4 Inundaciones

7.4.1 Descripción de las inundaciones en el Paraguay

Red hídrica nacional

El Paraguay se inserta íntegramente en la cuenca del río de la Plata. Dos de los principales tributarios de la cuenca están vinculados al territorio paraguayo, los ríos Paraguay y Paraná.

El río Paraguay constituye el afluente más importante del río Paraná con el cual es considerado el segundo sistema fluvial más importante de Sudamérica; conteniendo en su cuenca y sistema, al humedal más grande del mundo “El Pantanal”, el cual abarca más de 140.000 Km² (Hamilton, 1995) en Brasil, Paraguay y Bolivia.

La cuenca del río Paraguay (42 % de la cuenca del Plata) esta constituida principalmente por una gran planicie con una superficie que abarca unos 1.095.000 km², estando su nacimiento a unos 300 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo a varios autores, el río se divide en 4 sectores: (ver figura 5.3 y tabla 7.3): Zona 1: región del Pantanal (principalmente en Brasil); Zona 2; Región entre el Pantanal y el río Apa - margen izquierda; Zona 3; Región entre el Apa y el río Pilcomayo - margen derecha y Zona 4: región entre el río Pilcomayo y el río Paraná.

En el territorio paraguayo el río tiene una extensión de 1250 Km. En su ribera se asientan centros urbanos importantes como Concepción, Pilar y Asunción, capital del país.

El régimen hidrológico del río Paraguay se caracteriza por un módulo de 3000 m³/s, con caudales máximos del orden de 12.000 m³/s y mínimos del orden de 800 m³/s. El ciclo anual presenta picos de onda de crecidas extremas entre el mes de junio y julio, y mínimos de diciembre a febrero (figura 7.4). Los caudales están asociados con la variabilidad de las lluvias, incrementándose fuertemente con la ocurrencia del fenómeno “El Niño”.

El río Paraguay es un río de llanura, por lo que las variaciones de sus caudales son lentas a lo largo de todo el tramo de su recorrido, presentando un solo máximo y mínimo anual en todos los puntos de control. Como ejemplo, se muestra en la figura 7.5 la variación interanual de los niveles hidrométricos en el puerto de Asunción. Puede observarse en la misma figura un salto de los niveles a partir del inicio de la década de 1970.



Figura 7.3 Cuenca del río Paraguay.

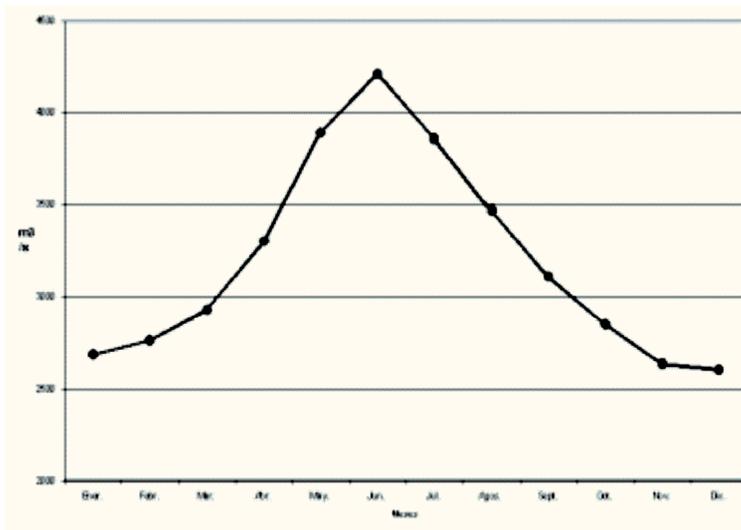


Figura 7.4 Caudales medios del río Paraguay en Asunción

Tabla 7.3 Tramos del río Paraguay.

Zona 1	Forma la naciente de la cuenca del río Paraguay. En sus primeros 50 km. se conoce al río con el nombre de Diamantino, juntamente con otras cabeceras cercanas a las estribaciones del Macizo de Matto Grosso (Brasil), luego de un recorrido aproximado de 270 Km., forma una zona de expansión y de embalse conocida como El Pantanal , de superficie superior a los 140.000 km ² . Desde su naciente hasta el fin del Pantanal, en territorio brasileño, el río tiene un recorrido de 1.260 Km.
Zona 2	Corresponde a la cuenca alta del río Paraguay en territorio paraguayo, desde la confluencia con el río Negro, en las cercanías de la Ciudad de Bahía Negra, hasta el río Apa, con un recorrido de 350 km. Esta zona es límite entre Brasil y Paraguay siendo la margen derecha Paraguay y la margen Izquierda Brasil.
Zona 3	Forma la cuenca media del río Paraguay en territorio nacional, con un recorrido de más de 500 Km., desde la confluencia con el río Apa hasta la confluencia del río Pilcomayo, frente a la Ciudad de Asunción. Recorre enteramente en territorio paraguayo en ambas márgenes.
Zona 4	Se denomina cuenca baja a la zona del río Paraguay aguas debajo de Asunción hasta la confluencia del río Paraguay con el Paraná desarrollando 400 Km., rodeado de extensas zonas húmedales o zonas de anegación.

El río Paraná, tiene una longitud total de aproximadamente 4.000 Km, de los cuales 818 Km. bañan costas paraguayas (687 Km. límite con Argentina y 131 Km. con el Brasil). Su caudal es considerable debido a las abundantes lluvias de la zona tórrida, donde se hallan las nacientes del río, zona esta que se caracteriza por la cantidad de precipitaciones pluviales (entre 1.200 mm. y 2.200 mm. por año). La velocidad de las aguas del río Paraná no es constante en todo su curso. Debido a la gran velocidad de las aguas y a su cauce rocoso, se forman fuertes remolinos en todo su curso, especialmente aguas arriba de Encarnación, lo cual constituye un serio obstáculo a la navegación. El ancho del río también es muy variable en todo su curso. Se presentan varios “pasos difíciles” a lo largo de su recorrido que son difíciles de franquear debido a la tortuosidad del canal, fuertes pendientes del río y por lo tanto velocidades considerables y las restingas altas próximas a la ruta de navegación. La cuenca hidrográfica del río Paraná es de aproximadamente 1.510.000 km².

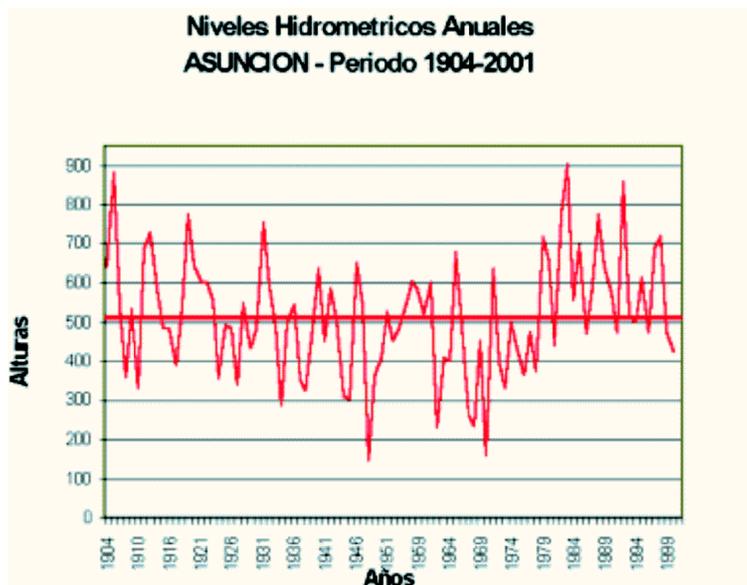


Figura 7.5 Los niveles máximos registrados en Asunción (1904 - 2001).

En la tabla 7.4, se describen las principales características hidrográficas de los ríos Paraná y Paraguay. En la tabla 7.5 se muestran las características hidrológicas de los afluentes y estimaciones de caudales medios anuales de los afluentes del río Paraná en base al estudio Litwin-Molas Franco (1987).

Tipología de las inundaciones

En el Paraguay se presentan dos tipos de inundaciones: (a) inundaciones ribereñas, debida fundamentalmente a las crecidas estacionales y extraordinarias de los grandes ríos, Paraná y Paraguay, y (b) inundaciones pluvial urbana, debida a las precipitaciones intensas en las ciudades y al aumento de los efectos de la urbanización.

El origen de las crecidas ribereñas debido al río Paraguay se presenta como consecuencia de las precipitaciones estacionales que se acumulan en el pantanal debido a las características geográficas de la zona, el cual actúa como un embalse natural, donde el agua de las crecientes se acumula lenta y progresivamente para luego entregarlas con regularidad al cauce del río

Paraguay durante seis meses, de abril a septiembre (meses de menor volumen de precipitación en El Pantanal), constituyéndose en un regulador de su régimen hidráulico.

Tabla 7.4. Características hidrográficas de los ríos paraguayos

RIOS Afluentes del río Paraná	Distancia a la de- serr-boca-	Superficie de la cuenca	Recorrido del curso del agua	Altura de la deserr- bocadura	Margen
	Km	Km ²	Km		
Pirati	865	1400	80	200	Derecha
Carapá	820	3110	150	180	Derecha
Itambey	795	1960	115	150	Derecha
Acaray	698	9920	160	97	Derecha
Monday	685	6660	150	87	Derecha
Nacunday	618	2750	150	86	Derecha
Yacuy Guazú	589	770	60	85	Derecha
Tembey	517	1350	95	82	Derecha
Pirayú-í	-	960	-	-	Derecha
Pirapó	-	1060	-	-	Derecha
Capiubary	-	980	-	-	Derecha
Tacuary	324	710	60	70	Derecha
Antiguy	-	1450	-	-	Derecha
Yabebyry	-	2500	-	-	Derecha
Afluentes del río Paraguay					
Apa	927	14960	380	76	Izquierda
San Carlos	794	4750	240	73	Derecha
Verde	750	6900	280	71	Derecha
Aquidabán	744	10860	275	71	Izquierda
Ypané	692	10200	282	70	Izquierda
Monte Lindo	621	14160	440	66	Derecha
Jejuí	571	20980	263	63	Izquierda
Negro	543	6940	275	60	Derecha
Tapiracuái	-	1550	-	-	Izquierda
Aguaray- Guazú	-	7020	-	-	Derecha
Manduvirá	448	8040	212	55	Izquierda
Pimbebuy	433	1568	100	54	Izquierda
Salado	419	1088	65	53	Izquierda
Confuso	410	-	550	53	Derecha
Pilcomayo	375	160000	1650	51	Derecha
Tebicuary	141	2880	500	47	Izquierda

Tabla 7.5 Características Hidrológicas de los Afluentes

	Afluente	Pmed año (mm)	Área (km ²)	Long. Cauces (km)	Pend. (m/km)	Q estimado Modelo 2 (m ³ /s)	Q estimado Modelo 3 (m ³ /s)
Margen Derecha	Monday	1660	6668	332	0,62	107,8	108,9
	Itá-Coty	1705	124	19	8,13	3,7	3,1
	Ytuí	1704	200	28	5,97	5,5	4,7
	Pirí-Pytá	1715	336	57	3,34	8,6	7,6
	Nacunday	1684	2484	230	0,64	48,7	47,3
	Imperial	1728	105	31	5,71	3,2	2,7
	Yacuí Guazú	1724	790	130	2,04	17,7	16,4
	San Juan	1725	110	27	6,23	3,4	2,8
	Yhací Guazú	1725	302	56	3,41	7,9	6,9
	Guarapay	1747	441	68	2,76	10,8	9,8
	Tembey	1734	1266	156	1,31	26,4	25,3
	Pirayú-í	1740	1244	147	1,29	26,0	25,0
	Yaguarazapá	1791	186	44	3,16	5,2	4,6
	Manduvuyú	1750	344	55	2,16	8,8	7,9
	Pirapó	1709	986	133	1,73	21,4	19,9
	Mborozé	1740	161	36	3,00	4,6	4,0
	Capiúary	1700	985	107	1,19	21,4	19,8
Margen Izquierda	Yasú Arg.	1725	151	26	7,14	4,4	3,7
	Urugua-í	1784	2491	241	1,87	46,9	47,8
	Tupicúa	1750	183	82	2,12	5,2	4,5
	Aguaray G.	1777	856	88	2,67	19,0	18,2
	Aguaray M.	1750	112	23	6,69	3,4	2,8
	Piray Minú	1793	1467	212	1,55	29,9	29,8
	Piray Guazú	1824	2144	196	1,57	41,3	42,6
	Itacuruzú	1816	265	47	4,72	7,0	6,4
	Paranay Guazú	1925	1311	115	2,27	27,2	28,7
	3 de Mayo	1877	119	20	6,17	3,6	3,2
	Garuhapé	1921	535	71	2,53	12,8	12,7
	Capióví	1907	119	21	4,69	3,6	3,3
	Cuñapiró	1925	507	63	2,49	12,2	12,2
	Tabay	1893	375	37	4,28	9,5	9,1
	Nacanguazú	1850	346	39	2,80	8,8	8,3
Yabebiry	1895	876	127	0,99	19,4	19,7	
San Juan	1833	152	25	2,79	4,4	3,9	
			28740			589,7	573,6

Fuente: elaboración propia en base a Litwin-Molas Franco (1987).

Este efecto regulador provoca una demora de alrededor de 3 o 4 meses en la ocurrencia del pico de crecida, ya que aguas arriba del Pantanal (Pto. Cáceres) las crecidas tienen su pico entre los meses de febrero y marzo, mientras que aguas abajo (Corumbá), generalmente se dan en los meses de abril-junio.

En la cuenca media, zona 3 de la figura 7.3, sobre margen izquierda los tributarios mas significativos son los ríos Apa, Aquidaban, Ypane, Jejui Guazu, Manduvirá, Piribebuy y Salado.

Los picos de crecidas pasan por Asunción típicamente entre los meses de mayo a julio.

Las cuencas media y baja, a diferencia del Pantanal, aportan al río las aguas producto de las precipitaciones, en forma mucho más rápida, alterando su régimen fluvial regular. En la medida en que las lluvias sobrepasen los valores medios mensuales, estas, ocasionan crecientes extraordinarias.

Las inundaciones de los afluentes no son siempre coincidentes con las crecidas del río Paraguay, la integración de las diversas contribuciones, sufre grandes variaciones, tanto en tiempo como en espacio tornando muy complejo el régimen, en su conjunto, sobre todo para los trechos inferiores.

Los niveles de agua del río Paraná tienen un efecto importante de remanso aguas arriba de la confluencia con el río Paraguay, por lo tanto los niveles de agua de este último no es solo función de la descarga. El efecto de remanso bajo ciertas circunstancias se observa aguas arriba tan lejos como Formosa (Argentina) y Alberdi (Paraguay).

También se conoce que el efecto remanso es ocasionado por las crecidas de dos principales tributarios aguas abajo de Asunción. El de margen derecha, el río Bermejo que tiene una crecida anual regular entre enero y marzo, derivado de los deshielos de los Andes. Las crecidas provenientes del río Tebicuary (margen izquierda), el cual es el tributario drenante más al sur del río Paraguay, en ciertas ocasiones duplica las descargas del Paraguay en la confluencia de los dos cursos de agua, sin embargo dichas crecidas no son de carácter estacional.

También contribuye a la formación del remanso, la diferencia en el régimen de crecidas entre el río Paraná y el río Paraguay. La onda de crecida proveniente del río Paraguay llega con un retardo de aproximadamente 3 meses con respecto a la onda proveniente del alto Paraná en Confluencia. Esto implica que la máxima descarga del Paraguay ocurre cuando el Paraná lleva menores caudales.

En la tabla 7.6, se ilustran las principales características de los ríos Paraguay, Paraná y Pilcomayo.

En conclusión, si el río Paraguay tiene el alto aporte de la zona de El Pantanal (normalmente entre abril y septiembre) y se añade las crecidas de las cuencas altas y media (normalmente entre junio y agosto) se producen las inundaciones a partir de la cuenca alta. En época del fenómeno “El Niño” este período suele avanzar desde el mes de Mayo.

Tabla 7.6 Comparación de ríos Principales Cuenca Paraguay - Paraná.

RÍO	PILCOMAYO	PARAGUAY	PARANA
Pendiente Media	30	3	7
Módulo	180	3.000	10.000
Caudal Máximo	5.000	12.000	42.000
Caudal Mínimo	3	800	3.000
Relación Mód/ Q máx	1/28	1/4	1/4
Relación Mód/ Q mín	60/1	4/1	3/1

La situación se agrava en la cuenca baja, cuando este evento coincide con las crecidas del río Paraná, las que originan el efecto de remanso o taponamiento en el río Paraguay.

En el río Paraná, como causa de las diferencias morfológicas y climatológicas, las cuencas superior e inferior están sujetas a diferentes tipos de crecidas que ocurren en épocas distintas del año.

Las crecidas de la cuenca alta son producidas por períodos prolongados de intensas y frecuentes tormentas consecutivas que producen, en conjunto, crecidas de gran volumen y picos suavizados, principalmente en el verano y principios del otoño.

Las crecidas en la cuenca inferior son ocasionadas por precipitaciones excesivas ocurridas durante períodos de unos pocos días, generalmente en el final del otoño y el comienzo de la primavera. Los volúmenes de las crecidas son menores y sus picos más agudos que los de la Cuenca Superior.

El régimen general del río Paraná está determinado por su Cuenca Superior. La Cuenca Inferior, particularmente el río Iguazú si bien tiene solamente un pequeño efecto en el derrame total anual del año, es responsable de crecidas de corta duración, pero de gran caudal de pico.

Las situaciones más críticas de crecida se producen por la superposición de fuertes picos provenientes del río Iguazú sobre caudales elevados del río Paraná.

Con relación a las inundaciones de origen pluvial, éstas se dan a partir de la interacción dos situaciones específicas: (a) tormentas severas y (b) alteración de la cuenca por efecto de la urbanización descontrolada.

Normalmente se producen tormentas en Paraguay entre los meses de octubre y abril, que en ocasiones pueden generar volúmenes de precipitación superior a la capacidad de evacuación en las ciudades. Esta situación es muy común en la ciudad de Asunción, Villarrica, Concepción y Encarnación, figura 7.6.

7.4.2 Inundaciones de origen fluvial - ribereña

Eventos históricos

Los eventos de inundaciones ribereñas más significativos en los últimos 100 años se registraron en 1905, 1982/1983, 1992 y 1997/1998. En la tabla 7.7 se presentan los record históricos de caudales calculados a partir de los registros hidrográficos en la ciudad de Asunción. En la tabla 7.8 se describe las características de las estaciones hidrométricas en el río Paraguay con indicadores de eventos extremos.

En cuanto al río Paraná, existen antecedentes de crecidas inferidas y registradas como extraordinarias de carácter catastrófico. Dichos eventos se dieron en los años 1612, 1748, 1812, 1858, 1878, 1905 (C. Larsen) y las producidas en 1982-83, 1992 y 1997-98.

En Posadas, Argentina, frente a la ciudad de Encarnación, en el año 1905, se tiene registrado el pico máximo histórico de 53.000 m³/s. El mismo se produjo por la superposición de un pico violento, bien marcado del río Iguazú, aguas arriba de Posadas, y proveniente del alto Paraná.

En el año 1992 se disponen registros de la crecida de mayo-junio, donde el caudal máximo en Encarnación-Posadas fue de 49.000 m³/s (tercer pico histórico). El mismo se formó por una onda violenta del río Iguazú de 29.000 m³/s que se superpuso sobre un caudal de base del río Paraná de 20.000 m³/s. La recurrencia de este pico está en el orden de los 100 años.

Desde principio de 1970 se intensifica el ritmo de construcción de presas en toda la cuenca del Paraná. En la actualidad, en el conjunto de estas presas se cuenta con un volumen de almacenamiento útil superior al 25% del derrame medio anual del río Paraná en Posadas (380 Km³).

La presencia de las presas en la cuenca tiene fundamentalmente dos efectos principales y en cierta medida contrapuestos. Estos efectos son los siguientes:

- ◆ Regulación del caudal por llenado y vaciado del volumen útil.
- ◆ Reducción del tiempo de concentración de los aportes de las subcuencas y reducción del tiempo de traslación de crecidas.

La regulación del caudal tiende a aumentar los caudales mínimos y a disminuir los caudales de pico. La reducción de los tiempos de concentración y traslación provoca que los hidrogramas de crecidas sean de forma menos suave, con picos más altos.

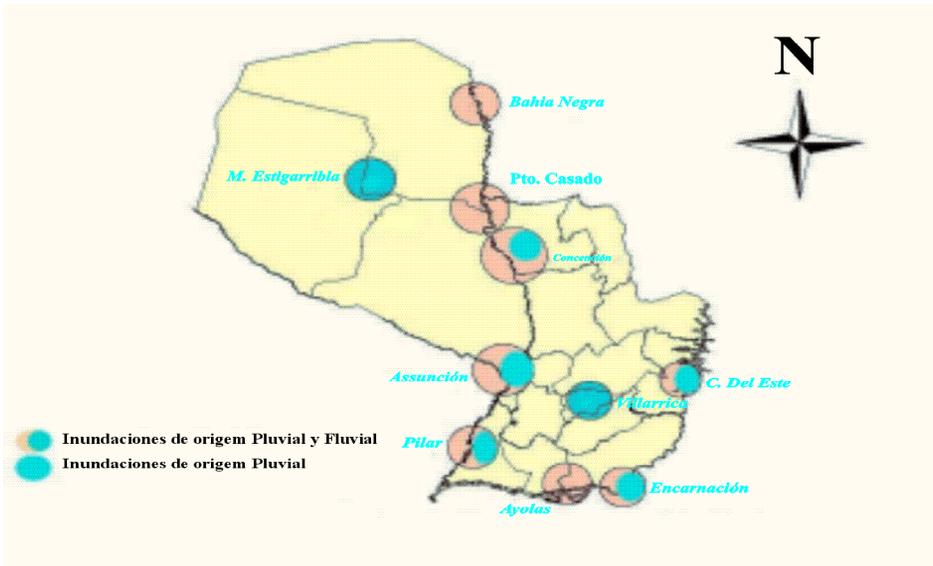


Figura 7.6 Centros urbanos afectados por las inundaciones ribereñas y pluviales.

Tabla 7.7 Caudales Históricos en Asunción, río Paraguay.

Año	Mes	Caudal (m ³ /s)	Año	Mes	Caudal (m ³ /s)	Año	Mes	Caudal (m ³ /s)
1905	Jun	11007	1979	jun	7463	1997	Dic	6421
1983	Jun	10663	1998	may	7402	1965	Jun	6369
1992	Jun	9712	1913	may	7160	1989	Sep	6121
1988	Jul	8593	1912	ene	7100	1956	May	6062
1982	Jul	8384	1985	jun	6991	1940	Jun	6029
1919	Jun	8264	1911	dic	6536	1957	May	5996
1931	Jun	7895	1980	jul	6470			

En los últimos años se ha observado una mezcla de algunos de estos efectos, ya que se ha registrado un notorio aumento del caudal mínimo mientras que los caudales de pico se han mantenido dentro de los valores históricos. La última década en particular ha sido muy húmeda con picos de crecida violentos.

Paralelamente con la construcción de las presas, la cuenca sufrió también otras modificaciones importantes que pueden estar influyendo en las características de sus derrames. Fundamentalmente, se ha alterado el uso

del suelo debido a la masiva deforestación y a la práctica de técnicas agrícolas intensivas.

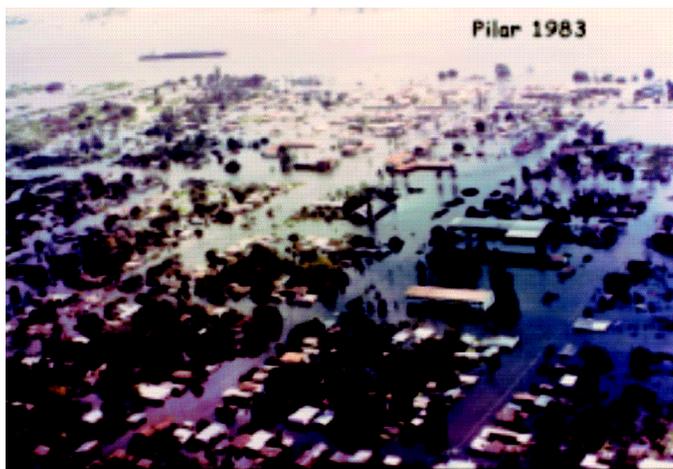


Figura 7.7 Crecida de 1983: La ciudad de Pilar, sur de Asunción, bajo agua.

Se puede afirmar que el río Paraná ha transformado sus descargas históricas, no siendo la serie de caudales desde 1901 representativa de las características actuales del río. Esta serie sólo se la puede utilizar para la evaluación de la recurrencia de los caudales de pico. En la actualidad no son esperables caudales afluentes inferiores a los 7.000 m³/s.

De un análisis de las descargas desde Enero de 1901 de década en década y considerando hasta fines de la década de los 90. Se observa que la tendencia creciente comienza a consolidarse en la década del cincuenta.

No obstante los comentarios formulados se debe señalar que se debe ser cuidadoso en el análisis de las conclusiones presentadas pues la consideración de períodos de escasa longitud podría inducir a errores derivados de ciclos estacionales (plurianuales) en el derrame del río.

Se requieren mayores años de registro para consolidar las tendencias que surgen de los valores de la última década en cuanto a un mayor aumento del caudal mínimo y la magnitud del crecimiento del caudal medio. De esta forma se podrá evaluar la influencia de un posible ciclo de la naturaleza y confirmar las tendencias actuales.

Las crecidas ordinarias ocurren en los meses de verano (febrero, marzo) y el estiaje se centra en invierno (julio, agosto). Sin embargo, las crecidas

extraordinarias (envolventes de máximos) pueden producirse en cualquier época del año, habiéndose registrado los máximos históricos entre mayo y julio.

En general el Paraná muestra una apreciable regularidad de sus caudales en comparación con otros ríos. La relación entre el caudal pico y el caudal mínimo es baja y las fluctuaciones estacionales de caudal no son extremas.

Desde 1901 se realizan lecturas diarias de niveles del río Paraná en la ciudad de Posadas. Con frecuencia se han realizado controles de la curva clave local. Se han registrado caudales entre 3.900 m³/s (1944) y 53.000 m³/s (1905)

Para el período 1901-1997, el caudal medio es de 12.400 m³/s: Para el período 1971-1997 el módulo es de 14.500 m³/s. Se distingue el excepcional caudal medio anual del año 1983 y una tendencia creciente del módulo en los últimos 25 años. Esto último también se ha observado en otras estaciones de la Cuenca Superior.

Áreas afectadas

Las principales áreas expuestas a inundaciones ribereñas ocurren en el río Paraguay, caracterizado por ser un cauce fluvial de llanura con escasa

Tabla 7.8 Características de Estaciones Hidrométricas

Río	Estación	Primer Instalación	Cota cero sobre mar	Altura	Máximas observadas		T <u>retorno</u>
					cota	fecha	
Paraguay	Bahía Negra	1931	76,69	6,95	83,64	13/06/1982	59 años
	La Victoria	1937	70,26	8,66	78,92	24/06/1988	58 años
	Concepción	1927	64,42	8,66	73,08	20/05/1992	-
	Rosario	1931	58,34	8,20	66,54	22/05/1997	-
	Asunción	1912	54,04	9,01	63,05	29/05/1983	86 años
	Villeta	1934	52,86	8,94	61,08	30/05/1983	-
	Guyratí	1970	51,32	9,90	61,22	29/05/1983	-
Paraná	Pilar	1931	46,46	10,05	56,51	29/05/1983	58 años
	Itaipú	1972	93,7	30,80	124,5	15/01/1995	
	Encarnación	1929	72,5	7,16	79,66	12/07/1983	-

s. Informe: "Preparación ante posibles inundaciones que pueda ocasionar el fenómeno "El Niño", P. Basabe, UNDHA 1997; DNNP (Dirección Nacional de Navegación y Puertos), DMH-DINAC (Dirección de Meteorología e Hidrología – Dirección Nacional de Aeronáutica Civil)]. Armada Nacional

pendiente longitudinal y grandes planicies de inundación asociadas al propio río. Este fenómeno se halla documentado en el estudio Zonificación de Areas Inundables del río Paraguay, elaborado por la Facultad de Ingeniería - UNA, para el Comité de Emergencia Nacional - CEN, ente nacional que atiende contingencias de desastres.

A continuación, se presentan algunos mapas de inundación de dicho proyecto a nivel departamental y a nivel de municipios ribereños.

Problemática de las inundaciones ribereñas en Asunción

La inundación es uno de los problemas naturales socioambientales más serios, en el municipio, donde alrededor de 55.000 personas o 10.000 familias viven en las zonas anegadizas del norte y del sur de la ciudad, denominados Bañados, con una ocupación espacial de 1.650 has. a lo largo del río Paraguay y en la Bahía de Asunción.

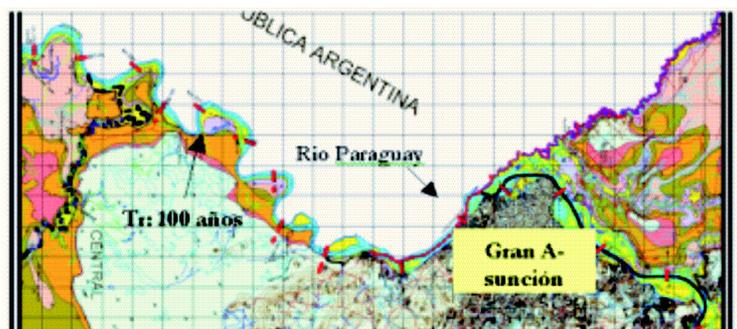


Figura 7.8 Mapa de inundación: Departamento Central, incluido el Gran Asunción

Aunque el río Paraguay, cuya área de captación es de alrededor de 1.000.000 km², es más bien estable en términos de volumen de agua. Cuando el nivel del agua sube a la cota 58 m, las áreas severamente afectadas son el Bañado Tacumbú, Banco San Miguel, una parte de Ricardo Brugada y Blanco Cue de Tablada Nueva. En los últimos 15 años, el río Paraguay ha experimentado dos crecientes muy significativas: 63 m en 1983 y 62,3 m en 1992. Debido a las crecientes del río, los residentes de las áreas anegadizas, en particular en la Franja Costera, deben abandonar sus casas hasta durante 6

meses. Durante este periodo de evacuación, las condiciones de vida de estas personas se deterioran considerablemente debido a la falta de trabajo, comida y acceso a infraestructuras sanitarias, las cuales causan serios problemas sociales, económicos, culturales, psicológicos y a todo esto se suman los problemas de salud pública y medioambiental.

Por otro lado, el costo de evacuación y emergencia para la Municipalidad de Asunción es tal que los gastos económicos causados por las inundaciones sobrepasan la capacidad económica del gobierno municipal.

Impactos socioecómicos

Las crecidas de un río condicionan fuertemente la vida social sólo cuando una comunidad las incorpora como un aspecto más de su cultura. Las crecidas catastróficas, con una probabilidad de ocurrencia muy inferior a las crecidas históricas conocidas, no influirán en el comportamiento de las personas si no existe ninguna evidencia fáctica de las mismas (memoria colectiva).

Por el contrario, las crecidas históricas determinan el uso del suelo y las formas de organización social asociados a dichos usos; sobre todo cuando el suelo opera como un factor productivo. El control y el ordenamiento territorial de un área afectada por las crecidas reconocidas por la comunidad, se justifica, entonces por un doble beneficio: la evitación de daños y el subsiguiente desarrollo inducido.

En la evaluación de los daños desde una perspectiva social, sólo se considera a aquel sector de población que ha sufrido la exposición a una.

Los asentamientos activos

Se incluyen en este tipo de asentamiento a aquellos sectores que presentan una ocupación territorial considerablemente más capitalizada.

Son los casos de aprovechamiento agropecuario y forestal intenso. En estos asentamientos, se efectúan obras de protección contra las crecidas (endicamiento, polderización, muros de defensa costera, como también inversiones complementarias de alto valor económico: sistematización, canalización, equipos de bombeo, etc.). Si bien estas obras de protección pueden presentar una efectividad diferencial contra las crecidas, según las características técnicas de las mismas, representan un esquema de

asentamiento totalmente diverso al anterior (terrenos destinados a pequeñas industrias como caleras y de cerámica). El objetivo fundamental, en estos casos es independizar el nivel de actividad de los ciclos naturales de los ríos. La actividad económica no tiene un carácter aleatorio, como en las circunstancias en que se desenvuelven los agricultores de sub-sistencia y los pescadores, ni tampoco es de naturaleza complementaria o marginal como corresponde a la mayoría de los ganaderos extensivos.

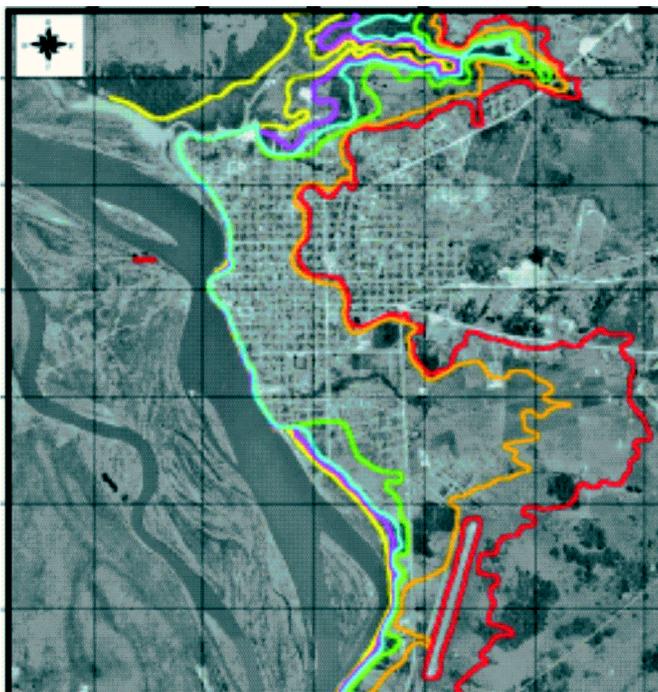


Figura 7.9 Mapas de Inundación de la ciudad de Concepción con las áreas de inundación de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años.

Los asentamientos residenciales

Son aquellas formas de ocupación de las riberas e islas cuyo propósito básico es el de alojamiento, es decir sí el desarrollo de una actividad productiva autónoma. El hombre, en este caso ocupa el espacio con fines puramente habitacionales.

Este sector tiene una inserción ocupacional netamente asalariada, no sólo en el ámbito de las islas, sino además, en los centros urbanos cercanos. Este último hecho se explica por verificarse cierta tendencia de mayores instalaciones de este tipo en las islas y riberas cercanas a los grandes centros urbanos del área.

Zonas de islas y riberas de territorio paraguayo

La población ribereña e isleña constituye el sector más afectado por las inundaciones. Desde 1965 a 1979, sólo para dar un periodo de referencia, han sufrido los efectos de seis crecidas severas y del 82 al 98 de otras seis entre las más severas del siglo XX.

Teniendo en cuenta la alta recurrencia de las inundaciones, es obvio que las mismas operan como un fuerte condicionante del tipo y nivel de actividad desarrollada; dependiendo ello fundamentalmente, del instrumental tecnológico utilizado por el hombre para instalarse en estas áreas.

Características de la población isleña y ribereña

Las características de asentamiento y áreas expuestas a inundaciones periódicas y las modalidades de actividad económicas dominadas por formas productivas con escasa capacidad de generación de valor y actividades asalariadas estacionales imprimen rasgos sociales de alta marginalidad general en la población isleña y ribereña, definidos en sus aspectos más visibles por condiciones materiales de vida de muy reducido nivel: bajos ingresos medios y condiciones habitacionales precarias, (sin considerar otros indicadores de nivel de vida como salud y educación).

Relacionando el análisis de la información ocupacional disponible, con los esquemas de asentamiento población se podría concluir que existe un fuerte predominio de los asentamientos que hemos denominado pasivo y residencial, teniendo cierta significación el asentamiento activo.

Las áreas rurales

Elementos que definen las características del ambiente rural: En los ambientes rurales, la identificación de sectores sociales afectados por las crecidas pasa necesariamente por el análisis de las características de la estructura agraria en donde esta inmersa dicha población. Una estructura

agraria a su vez, esta definida entre otras cosas, por el tipo de productores rurales que la conforman. Las distintas formas productivas, delimitan las condiciones y perspectivas de vida de los productores y en definitiva de la población rural toda.

Con el objeto de determinar el tipo de productores rurales afectados se ha enunciado una tipología de productores elemental, la que tiene como criterio básico de diferenciación, aspectos que hacen a las condiciones de desenvolvimiento socio-económico de los productores ante eventuales modificaciones de elementos que hacen a sus respectivas condiciones de capitalización y aumento de la producción, tales como movimientos de precios, política económica general y, lo que interesa en particular en este estudio, cambios en el carácter de los recursos naturales disponibles, tal como puede suceder como consecuencia de las crecidas.

Con este criterio se distinguieron tres tipos de productores: minifundista, familiar capitalizado y empresarial.

El sector minifundista: Se trata de productores que tienen una muy baja disponibilidad de recursos productivos, tanto de capital, como de tierras. El único recurso abundante, lo constituye la propia mano de obra familiar que, por lo general, no alcanza a tener una incorporación totalmente productiva en la explotación. Debido a ello, es común observar situaciones de verdadero desempleo disfrazado.

Las condiciones de evolución de estas explotaciones son tales que sólo posibilitan estar por debajo del nivel de subsistencia, sin permitir un proceso de acumulación.

Las formas de tenencia legal en este sector son muy variadas; van desde una situación de disposición total de la tierra a través de la propiedad, hasta formas muy ambiguas en las que resulta difícil distinguir si se trata de verdaderos productores rurales o mano de obra de otras explotaciones. Estos son los típicos casos de “puesteros”.

Los distintos tipos de productores son función de un determinado tamaño de sus explotaciones que van modificándose de acuerdo a la actividad predominante que desarrollan: agricultura o ganadería y en el caso de los productores agrícolas del tipo de actividad agrícola que realizan.

El sector familiar capitalizado: Este sector comprende a aquellos productores que tienen una disponibilidad de recursos sensiblemente más amplia que el anterior. Al igual que él grupa minifundista se caracteriza por

el hecho de que la fuerza de trabajo utilizada es de carácter familiar, lo cual no significa que prescinda de la mano de obra asalariada; esta es incorporada por lo general en forma- temporaria, en los momentos de “pico” de requerimiento de trabajo en la explotación, como sucede en el periodo de cosecha.

Pero además una nota diferenciadora es que las condiciones de desenvolvimiento de estos productores les permiten un mayor nivel de capitalización que se expresa en una tecnología más elevada, que se manifiesta en el nivel de mecanización; por lo general están con mejores equipos de labranza y aperos, como mayores instalaciones fijas.

Es evidente entonces que es un sector que está muy potenciado en su capacidad productiva. El régimen de tenencia de la tierra es, típicamente, en propiedad; aunque también es difundida la tenencia bajo arrendamiento en dinero.

El sector empresarial: Este sector se caracteriza por el hecho fundamental de basar su actividad rural en la utilización de mano de obra asalariada.: Este es un rasgo excluyente.

Dentro de este tipo de productor existe una extensa variedad de situaciones. No obstante ello, el elemento englobante es el definido precedentemente y el disponer de extensiones de tierra considerables.

Estos productores, pueden ser diferenciados en su interior por la magnitud del elemento tierra disponible y /o por el volumen de mano de obra utilizado.

Sin embargo, un criterio más significativo lo constituye las formas productivas predominantes y, en consecuencia las condiciones de capitalización que le son propias.. En este sentido se podría distinguir desde explotaciones muy extensivas, caso típico de haciendas ganaderas tradicionales, a explotaciones muy intensivas.

La forma de tenencia más generalizada es la propiedad, aunque puede ser complementada con arrendamientos en dinero.

Aglomerados urbanos

Las características recopiladas de los centros afectados, indican una clara estratificación socioeconómica de los espacios urbanos. El principal elemento organizador de esta estratificación es el precio de la tierra urbana. En este sentido se puede afirmar que las áreas inundables (por las crecidas

históricas y las recurrentes), son ocupadas principalmente por los sectores más bajos del sistema de estratificación urbano. Se trata de tierras de menor precio relativo o de tierras fiscales.

La relación entre la población urbana afectada y la población urbana total de los aglomerados tocados por los diversos tipos de crecidas (ver anexo 4-8, Motor Columbus, Estudio de Crecidas ríos Paraná y Paraguay), indica que las crecidas históricas o recurrentes afectan una proporción relativamente baja de estas poblaciones. En cambio con las crecidas teóricas la proporción de afectación crece rápidamente, llegando a más del 60% de la población urbana del área con la Crecida Máxima Probable (CMP calculado por Motor Columbus).

Estas simples proporciones son consistentes con los comentarios referidos al tipo de sectores sociales afectados por las diversas crecidas; sólo a partir de las crecidas teóricas se estarían involucrando a estratos sociales de más alto nivel socioeconómico.

La gente que vive en las tierras inundables en aglomerados urbanos es gente pobre, que por lo general gana menos del salario mensual mínimo. La mayoría no son asalariados sino que trabajan como comerciantes de calle o trabajadores jornaleros, y en otro tipo de trabajos manuales. Ellos forman parte del grande sector informal que existe en las ciudades ribereñas importantes y su salario diario no es estable (Evaluación de Daños a Viviendas Por Las Inundaciones en Asunción - PADCO, INC).

Muchos de ellos nacieron en áreas rurales y vinieron a la ciudad cuando no había más trabajo en las fincas rurales. Por lo general, ellos vinieron sin recursos y, por lo tanto, tuvieron que ubicarse en áreas donde nadie estaba viviendo o donde nadie quería vivir. Por ejemplo, en Asunción, esas áreas eran las tierras inundables de las riberas del río Paraguay. Las razones por las cuales esa gente pobre optó por vivir en los asentamientos son muchas y variadas. Sin embargo, una de las razones más comunes es económica. La vivienda en los asentamientos de Asunción, por ejemplo, no requiere pagos de ningún tipo, ni para alquiler, ni para la compra. Además, el uso de la tierra es gratis. Los pocos servicios que están disponibles por lo general no son cargados o cobrados. Otra razón abrumadora es la cercanía. Particularmente en las áreas situadas en el centro, muchos de los habitantes pueden caminar hasta sus empleos. La cercanía incide como un factor económico, puesto que los costos de transporte son mínimos o inexistentes.

7.4.3 Impactos en el medio antrópico

Al analizar el impacto en el medio antrópico, se utilizó como metodología analizar para eventos específicos de avenidas, de distribución espacial y temporal de acuerdo a la información recopilada, para cada caso. En primer lugar, se relaciona al impacto socioeconómico y ambiental inserto en el medio antrópico, que luego se verá aún en más detalle en otro estudio, para este caso analizado se comparan dos momentos antes y durante la inundación. La mayoría de los damnificados por las crecidas del río Paraguay fueron funcionales integrados al mercado informal de trabajo con una inserción inestable y de bajas calificaciones para el trabajo (escaso ingreso y casi ninguna perspectiva de mejoramiento). Para este grupo de damnificados las fuentes de trabajo no fueron más que en algunos rubros afectadas por las crecientes. Por ejemplo, en el Gran Asunción quedaron bajo agua algunas industrias cerámicas y de cal, pero la estructura productiva de la ciudad de Asunción, durante las crecidas de los años 1982 y 1983, no se vio obstaculizada por el avance de las aguas.

El máximo impacto lo soportaron los damnificados desposeídos, tanto los rurales como aquellos urbanos de las poblaciones del Litoral Sur y del Alto Chaco, que perdieron sus viviendas y gran parte de sus medios de vida. (Fuente: Encuesta CEP - ENPS)

En términos generales, la magnitud de las ocupaciones precarias e inestables, la ínfima cantidad de personas con ocupaciones estables (empleados, obreros o maestros); la gran cantidad de personas que no perciben ingreso, comprendiendo dentro de estas a las mujeres (quehaceres domésticos), desocupados y desocupadas (cesantes) y presumiblemente niños (estudiantes), estos rasgos, confirman las tendencias de carácter central, de empeoramiento luego de la inundación, con excepción del Gran Asunción.

En todos los casos aumentó marcadamente el número de personas sin ingreso y en menor grado el de ocupaciones precarias y trabajadores por cuenta propia, permaneciendo constante (con ligera disminución) el número de personas con empleos estables.

Las inconsistencias de la encuesta se reflejarían en el caso del Bajo Chaco, donde un gran número de personas no contestaron acerca de la ocupación actual (Encuesta: CEP-ENPS). Ello se explicaría considerando que muchos jefes de familia no quisieron manifestar que se encontraban trabajando con el objeto de recibir ayuda, o no desearon confesar su calidad de cesantes.

En el caso singular del Gran Asunción aumentaron las actividades remuneradas, aunque mínimamente. Sin embargo cabe mencionar la cantidad de personas que carecían de ingresos durante las crecientes: en el Gran Asunción sólo el 8,8 %, el Litoral Sur con 43,1 %, el Bajo Chaco con 20.4 %, con la acotación aportada anteriormente, el Alto Chaco con 50,8 % y el Litoral Norte con 57.6 %.

El impacto psicofísico de la inundación en los damnificados podría hipotetizarse a partir del tiempo en que estos vivieron en los campamentos (en crecidas extremas más del 75% del año).

En el caso del Gran Asunción y del Litoral Norte, el aparato productivo permaneció prácticamente intacto. En ambas áreas, sólo la zona ribereña fue afectada, incidiendo sólo de manera marginal en la estructura de la producción, preferentemente en la de alimentos.

En el Alto Chaco, las poblaciones ubicadas en el margen del río Paraguay habían sido afectadas por crecientes en forma continua desde 1979 inclusive (existen registros hidrométricos para Asunción desde 1904 y Ladario (Br) desde 1900), encontrándose desalojados y desposeídos gran número de damnificados. La escasa agricultura de esta región explotación forestal y en menor medida ganadera desapareció bajo las aguas. Por consiguiente, esta zona tuvo que ser auxiliada por vía fluvial, pues las pistas de aterrizaje al igual que las posibles rutas (precarias) fueron afectadas y quedaron fuera de servicio durante los largos períodos de crecientes extremas.

En el Bajo Chaco un importante sector del aparato productivo fue afectado por las aguas de los ríos Paraguay y Pilcomayo, así como otros ríos menores que surcan esta baja región. Principalmente la ganadería y la agricultura en menor medida los enclaves industriales azucareros fueron tan impactados por la creciente que parte de la población damnificada cruzó el río hacia la capital. en busca de ayuda(años 1982 - 1983).

El Litoral Sur se caracteriza por la ganadería extensiva y agricultura minifundiaria, con algunos enclaves industriales (como en Pilar) o comerciales (como en Alberdi y Encarnación). Esta zona fue afectada por los ríos Paraguay y Paraná, que a su vez influyeron tanto en los desbordes de afluentes y arroyos como en la elevación del nivel de las aguas de los esteros que abundan en la región. De esta forma, la creciente provocó que gran parte de la producción de alimentos quedara bajo el agua y una interrupción de las vías de comunicación terrestre, manteniéndose la vía fluvial, como en el Alto Chaco, como única vía de acceso. Sólo en Pilar el aeropuerto estuvo habilitado la mayor parte del tiempo.

Problemas de saneamiento

Las condiciones de saneamiento, se miden a través de las condiciones del agua en calidad y en cantidad para el consumo del ser humano, la disposición de excreta, tratamiento de las basuras, control de vectores y roedores y la contaminación de alimentos

Las deficiencias de lo anteriormente mencionado nos daría como consecuencia las enfermedades de origen hídrico (impactos), como las diarreas y gastroenteritis, paludismo, fiebre tifoidea, infestación con larvas de moscas, conjuntivitis, parasitosis intestinal, etc.

Condiciones desfavorables de la vivienda: Con instalaciones precarias de maderas, cartones, carpas, plásticos, *etc*, con deficiente ventilación e iluminación, hacinamiento, por escasa superficie ocupada por habitante, deficiencia en el abrigo de las personas, quienes quedan expuestas a lluvias, humedad, etc. Estas condiciones de insalubridad constituyen un alto riesgo, favoreciendo a la proliferación de enfermedades como la piodermitis, escabiosis, pediculosis, enfermedades venéreas, respiratorias agudas, sofocamiento, problemas de conducta, etc.

Condiciones sociales: El ambiente es propicio para la convivencia inarmónica, prácticas desfavorables para la salud y bienestar comunitario, aumento de la dependencia, promiscuidad, recreaciones inadecuadas y teniendo en cuenta que la población infantil, menores de 5 años de edad es del 17%, siendo estas condiciones propicias para enfermedades diarreicas, infecciones respiratorias agudas, varicela, sarampión, parotiditis, meningitis y otras prevenibles por vacunas. Contribuye a su vez la falta de aseo personal, el alto índice de alcoholismo y los malos hábitos y costumbres, son desfavorables para la salud de la familia y el bienestar de la comunidad.

Vectores, agentes : Las malas condiciones de saneamiento sumadas a las malas condiciones de vivienda y hacinamiento, crean el ambiente propicio para la proliferación de vectores (moscas y mosquitos, insectos y roedores, la higiene de alimentos inadecuada, la dificultad en el control de salud, de manipuladores de alimentos, siendo ésta de alta peligrosidad para la proliferación de enfermedades de origen hídrico como la gastroenteritis, diarreas, salmonelosis, shigelosis, cólera, parasitosis intestinal, hepatitis

infecciosa, intoxicación estafilocócica, deshidratación, lo que constituiría verdaderos focos epidémicos, pudiendo llegar en algunos casos hasta la muerte).

7.4.4 Población y viviendas en Asunción y el País durante las crecidas de 1997/98

En la ciudad de Asunción, la creciente extraordinaria del río Paraguay ha significado el traslado de 4.995 familias con una población de 24.975 personas. (Crecida 1997/1998- Campaña Salvavidas - Informe Final-PNUD-Julio 1998)

En el interior del país, en donde las crecidas de los ríos o las lluvias tuvieron un mayor impacto, los departamentos de Neembucú, Concepción, Cordillera (Arroyos y Esteros) y el Chaco alcanzaron un total de 10.815 familias damnificadas con una población de 54.000 personas.

Resumiendo el total de afectados en el país, se elevó a 15.810 familias, siendo la población afectada de 78.975 personas.

Población de los campamentos (Asunción 1997/1998)

En los campamentos de emergencia ubicados en los Bañados Norte y Sur se ha instalado un total de 4.185 viviendas con una población de 19.508 personas.

La población mencionada fue distribuida en 84 campamentos. De las familias afectadas por la creciente extraordinaria del río Paraguay en Asunción, un 19,3% vivió fuera de los campamentos, es decir estaban en las casas de parientes, amigos o alquileres. Esta situación fue detectada durante la mudanza de los damnificados.

Saneamiento de los campamentos de Asunción (1997/1998)

Para las 19.508 personas que residieron en los campamentos, se contó con 543 sanitarios y 392 duchas públicas con eliminación a la red de alcantarillado sanitario de CORPOSANA, arroyos y pozos ciegos. Las condiciones de funcionalidad de los sanitarios fueron pésimas debido a la falta de limpieza y en especial el mantenimiento.

La relación de personas por sanitario fue en términos medios del orden de 40 personas por cada sanitario, debiendo mencionarse que las normas

internacionales sobre el tema recomiendan 20 personas por sanitario. Existieron 140 letrinas saturadas en los campamentos de emergencia que debían ser clausuradas, durante esa emergencia, lo cual nos permite ilustrar una idea de las condiciones ambientales ocasionadas indirectamente por el avance de las aguas a aglomerados humanos de alta vulnerabilidad (inundabilidad), al riesgo de las extraordinarias crecidas (amenaza) del río Paraguay.

Economía del País

Las extraordinarias inundaciones del río Paraguay asociadas al fenómeno El Niño han obligado a los pobladores de las zonas bajas (riberañas) a trasladarse en lugares más altos, libre del alcance de las aguas, estos lugares denominados campamentos de damnificados, que en su mayoría se han convertido en asentamientos provisorios y precarios .

Las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que han asistido a esta población durante las crecidas desde el año 1982 al año 1998, han registrado gastos en transporte, personal contratado, víveres, atención médica, servicios sanitarios , agua, luz, entre otros, los cuales para 6 ondas de crecidas (1982/3, 1985, 1988/9, 1992, 1995, 1997/8), alcanzaron la suma de 38.500.000 US\$.

Las diversas inundaciones del río Paraguay ocasionan al país pérdidas millonarias, afectando a miles de personas, destruyendo viviendas, edificios públicos, caminos, ganado y zonas agrícolas. Un registro preliminar de personas damnificadas en las inundaciones de 1982/83, se estimó en más de 60.000 en la Ciudad de Asunción. Un registro relativamente preciso y que fue realizado por el Comité de Emergencia Nacional (CEN), eleva a más de 70.000 personas las afectadas por inundaciones del río Paraguay y tributarios en el año 1992.

Es así que la población afectada fue del orden de 25.000 personas en Asunción (principal centro urbano de Paraguay) y para el interior del país más de 80.000 personas en el período 1997/98.

A fin de tener una idea de la incidencia que tienen los fenómenos naturales destructivos, y en particular las inundaciones, en la economía del Paraguay, se ha compilado y graficado (ver figura 7.11) el producto interno bruto en porcentaje anual de los últimos 20 años, superponiendo las épocas de acción del fenómeno “El Niño”, en que se produjeron grandes inundaciones.

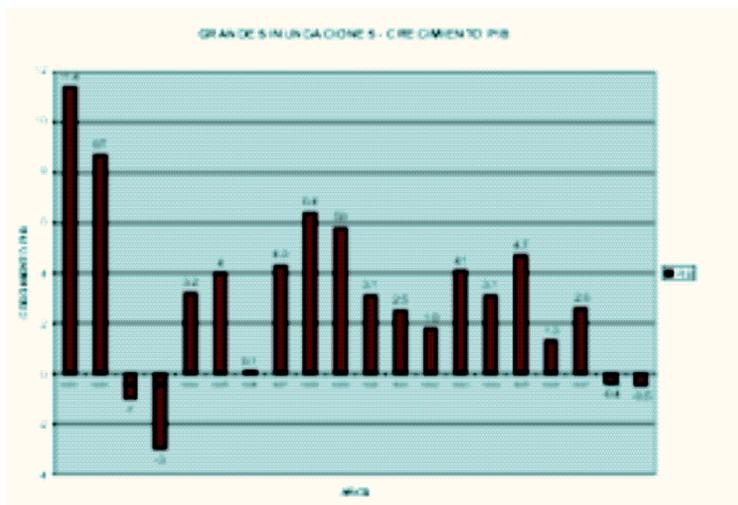


Figura 7.10 Años de acción del fenómeno “El Niño” (CEN)

Se puede apreciar que en los años de acción del fenómeno de “El Niño”, se produjeron grandes inundaciones, y se dieron un decrecimiento del PIB.

El caso del fenómeno “El Niño” de 1982/83, que fue fuerte, es el más marcado. En 1981 el PIB era de +8.7% descendiendo a -1% en 1982 y a -3% en 1983. En 1986 existe la acción de otro fenómeno “El Niño”, pero moderado, el PIB desciende de 4% en 1985 a 0% en 1986. En 1992 existe otro fenómeno “El Niño”, el PIB no tiene mayor variación.

Entre abril de 1997 y octubre de 1998, un fenómeno “El Niño”, produjo las mayores pérdidas de vidas humanas, de infraestructura, de bienes y de servicios

7.5 Inundaciones de origen pluvial lluvias intensas

El origen de las inundaciones pluviales urbanas están asociadas con la ocurrencia de tormentas severas (TS) y el efecto de la urbanización creciente.

Las tormentas en Paraguay ocurren con mayor frecuencia durante el semestre de verano, de noviembre a abril, como consecuencia de las condiciones favorables de calor y humedad en la región. Estas tormentas están asociadas a sistemas meteorológicos conocidos como Complejos

Convectivos de Mesoescala (CCM) y líneas de turbonada, ambos bien estudiados en la región (BAEZ y MONTE, 1999). El inicio de los CCM se presenta con mayor frecuencia entre las 21:00 y las 00:00 hora local con un máximo secundario entre las 13:00 y 16:00 hora local. La máxima extensión e intensidad de estos sistemas ocurre después de la medianoche (aproximadamente a las 03:00 hora local) y el tiempo promedio de disipación es la 09:00 hora local. De esta forma la duración promedio de los CCM es de 11:00 horas. La extensión promedio de los CCM esta entre 200.000 y 500.000 km². La mayor ocurrencia de las TS como consecuencia de los CCM se presenta en los meses de noviembre y abril.

7.5.1 - Principales ciudades afectadas

Conforme se ilustra en la figura 7.12, las principales ciudades localizadas en la región Oriental están expuestas a este fenómeno.

En Asunción, las tormentas de lluvias de alta intensidad no solamente afectan las zonas ribereñas, sino también las zonas con pendientes, principalmente las calles. Debido a la falta de un sistema apropiado de desagüe, las lluvias caídas se concentran en las calles. De acuerdo con el Informe del Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Desagüe de la JICA del año 1986, la inclinación del río varía de 1/34 a 1/318. La mayoría de las inclinaciones son más empinadas que 1/100 entonces el tiempo de concentración es corto y el pico de descarga máxima es significativo.

El grado de daño por inundación a las calles y bocacalles está determinado principalmente por sus condiciones topográficas, así como también por el nivel de urbanización. La construcción de casas y calles causa la reducción de las áreas permeables disminuyendo así el tiempo de concentración del agua y aumentando el coeficiente de raudales.

Los daños causados directamente por estos raudales se clasifican grosso modo en dos tipos: 1) interrupción del tráfico causada por las inundaciones en la superficie de las calles, y 2) inundaciones temporarias de pertenencias a lo largo del río, en las áreas de confluencia y en los cruces de ríos y calles.

La interrupción del tráfico debido a problemas de desagüe pluvial causa un aumento del tiempo de viaje ya que los vehículos se ven obligados a desviarse y a reducir la velocidad, lo que a su vez causa una reducción de la productividad. La pérdida de tiempo de viaje varía de menos de una hora a seis horas. Las inundaciones temporarias generalmente afectan a las propiedades privadas como casas y sus respectivos muebles, las cuales

permanecen a veces hasta doce horas bajo agua; y también dañan la agricultura y otros cultivos menores.

7.5.2 Descripción del desagüe pluvial de Asunción

El sistema de desagüe pluvial, está instalado en el Micro Centro y a lo largo de otras pocas vías, las cuales están conectadas con los arroyos. Por lo tanto, el agua de lluvia corre por la mayoría de las superficies viales y obstruye el flujo de tráfico cuando llueve. El agua de lluvia de por sí se escurre dentro de 1 a 2 horas debido a las ondulaciones topográficas. Sin embargo, tiende a erosionar los materiales de curso de base, lo que daña el pavimento. Los tramos con graves problemas de desagüe, de acuerdo a la Municipalidad de Asunción, se muestran en la Fig. 7.11.



Figura 7.11 Mapa de la ciudad de Asunción con problemas de drenaje pluvial.

Fuente: JICA - MUNICIPALIDAD DE ASUNCION - ESTUDIO DE TRANSPORTE URBANO, 1999.

El área metropolitana de Asunción comprende cerca de 711 km² y está situada entre los 27° 38' 28" (latitud sur) y 25° 16' 16" (longitud norte) con una población de alrededor de 1.372.000 habitantes de acuerdo al Censo Nacional de Población y Viviendas de 1992. Aproximadamente el 11% de la población, alrededor de 55.000 personas o 10.000 familias, viven en las zonas anegadizas del norte y del sur (Bañado Norte y Sur). El área norte incluye el Jardín Botánico y Artigas y el sur se extiende desde Tacumbú hacia la laguna Cateura. Estas áreas anegadizas ocupan alrededor de 1.650 has. a lo largo del río Paraguay y la Bahía de Asunción.

7.5.3 Registros de tormentas severas

En la tabla 7.10 se presentan los volúmenes de precipitación máximos en 24 horas para tres ciudades del país (DINAC, 2000)

7.5.4 Respuestas ante las inundaciones

Medidas estructurales

En el año 1978 el río Paraguay termina con una década de estiaje muy importante que incluso se registra el mínimo histórico en Asunción, hasta ese evento las crecidas del río no producía a la población impactos importantes.

A partir del año 1979 comienza casi 25 años de aguas altas, según los registros existentes, lo cual obliga a las poblaciones ribereñas a tomar las primeras medidas estructurales con la construcción de muros para defenderse de las aguas que avanzaban sobre las ciudades, más aún con las crecidas históricas de los años 1982-83. Estos muros eran construidos casi sin ningún diseño de ingeniería, incluso si tener en cuenta los drenajes pluviales.

Con esos antecedentes al final de la década de 1980, el gobierno construye muros perimetrales a las ciudades afectadas que son: Bahía Negra, Olimpo, Concepción, Antequera y Pilar.

Con las crecidas, a consecuencia del fenómeno El Niño 1992-1993, el gobierno recibe un crédito para mejorar las infraestructuras existentes de puentes, muros, refugios y obras complementarias.

Las ciudades de Concepción, Alberdi y Pilar actualmente están mejorando su defensa con la ampliación de los muros: en longitud y cotas.

Como ejemplo se presenta el Sistema de defensa existente en la ciudad de Concepción.

En Asunción se han construido refugios consistentes en plataformas dentro del área de inundación del río Paraguay pero con cota superior a las alturas registradas, con el fin de en caso de ocurrir crecidas los pobladores afectados tengan lugares donde refugiarse durante la crecida, que normalmente suele tener duraciones de varios meses.

Estos refugios fueron construidos uno en el llamado bañado norte y dos en la zona sur de la ciudad de Asunción con áreas de aproximadamente dos a tres hectáreas libres con el fin de construir campamentos, cuenta con provisión de energía eléctrica y sistema sanitarios.

Proyecto Franja Costera de Asunción (en gestión)

La franja costera es una fracción de tierra en la ciudad de Asunción, la cual ha sido delimitada a través de una ordenanza en noviembre de 1996. La franja costera ocupa 1.650 has y se extiende desde el Puerto Botánico del

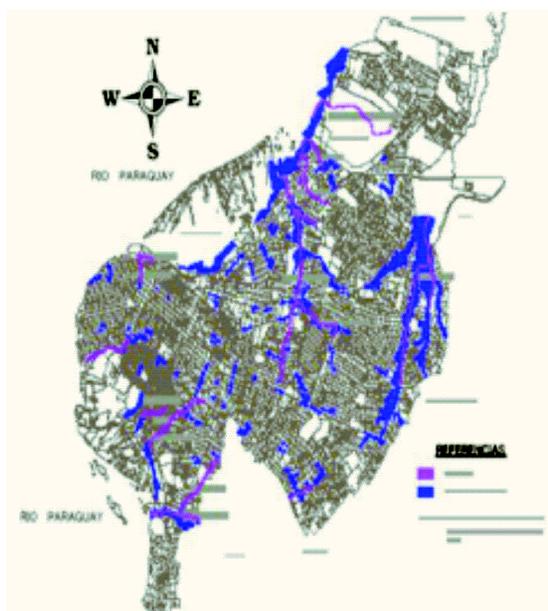


Figura 7.12 Áreas Inundables ante Tormentas Severas

Fuente: JICA - MUNICIPALIDAD DE ASUNCION - ESTUDIO DE TRANSPORTE URBANO, 1999.

Bañado Norte (Franja Costera norte) hasta el Cerro Lambaré del Bañado Sur (Franja Costera Sur).

Alrededor de 10.000 familias viven en la Franja Costera, que es aproximadamente el 11% de la población de Asunción. Estas familias son de ingreso económico bajo, y el área se conoce como el Cinturón de Pobreza. Estas familias inmigran periódicamente a campamentos temporales de emergencia en áreas más elevadas durante la época de inundaciones.

Tabla 7.10 Lluvia intensas en Assución Ancarnación y Concepción

Asunción		Encarnación		Concepción	
Data	Lluvia mm	Data	Lluvia Mm	Data	Lluvia Mm
12/22/97	190,8	29/12/97	268	13/12/97	256,8
19/11/82	161,7	14/2/59	232.1	25/2/98	242,4
15/10/74	155,2	9/10/97	193.4	15/3/85	203
14/11/96	141,4	16/3/59	168.7	9/5/83	184,9
13/12/97	137,7	14/9/94	166.2	14/11/95	178
5/11/60	131	12/10/55	162.9	20/4/01	164
15/2/83	126,4	17/5/61	162.6	21/11/95	155,8
17/10/93	126	10/11/82	162	18/5/79	155,5
24/11/97	123,7	7/11/63	160.3	26/3/79	154
12/11/72	122,5	15/2/83	157	19/5/80	150
2/11/84	115,3	22/11/61	146.4	27/1/76	139,4
22/1/67	110,8	16/12/82	143.5	9/5/65	139
26/2/98	110	29/6/86	143	21/12/68	136,6
7/4/75	105,8	21/3/63	135.2	17/12/60	134,2
6/4/98	103	11/9/73	135	8/1/71	133
18/1/99	101	14/4/85	135	13/10/51	132,8
		10/2/82	134.2	7/10/80	128,5
		12/12/99	132	4/2/87	128,1
		19/12/68	130	29/4/83	124,2
		23/11/97	129.2	31/1/95	122
		17/3/59	127.4	18/1/86	121,3
		9/5/64	127	7/1/71	120
		22/4/61	124	31/10/90	114,8
		21/9/75	122	28/12/70	114,2
		2/11/82	122	30/4/92	112,5
		26/2/83	121.2	23/2/89	111
		31/10/57	117.8	14/3/64	110,8
		9/10/96	116.6	5/5/83	109,8
		14/4/98	115.8	12/5/91	109,8
		16/2/58	115.7	12/11/87	105,2
		26/4/54	114	13/4/83	103,8

Desde 1960, se produjo una inmigración gradual desde el campo a Asunción y ciudades vecinas a la misma, donde no existe planificación urba-

na. Esto ha contribuido al deterioro de las condiciones sociales y ambientales en estas áreas. Hoy en día la Franja Costera es identificada como un cuello de botella en términos de elevada contaminación ambiental, no solamente para los habitantes de esta área, sino también para todos los habitantes de otras áreas de la ciudad.

A fin de entender la interrelación entre Franja Costera y otras partes de la ciudad, es importante analizarlo desde los siguientes puntos de vista: Interface: Costa del río; Interface: Costa a Costa; Interface: Costa - ciudad.

Interface: costa del río

En esta zona costera encontramos varias playas y grandes variaciones en la topografía del terreno a lo largo de su extensión. Hay pocos habitantes en esta área, y ellos son generalmente pescadores, areneros y trabajadores de barcos. De acuerdo con los informes de EIA por el BID, esta costa está altamente contaminada a consecuencia de los arroyos contaminados que desembocan en el río.

Interface: costa a costa

En esta área propensa a inundaciones viven aproximadamente 7.000 familias. El nivel de inundación de esta área varía de 57.2m a 63.5m, el cual se registró en 1992. Esta franja es el área terminal de todos los arroyos de Asunción. El tipo de suelo en esta área es arcilloso y está altamente contaminada ya que los habitantes tiran los desperdicios en pozos utilizados como pozos ciegos. Los desperdicios son arrastrados por las corrientes de agua en los días de lluvia e inundaciones y se forman lagos con focos de contaminación.

Interface: costa - ciudad

Esta es zona altamente conflictiva debido a las siguientes razones: Grandes fábricas, instituciones militares, edificios altos forman una barrera entre la costa y la ciudad..

Los arroyos del área se han convertido en vertederos.

Las personas son evacuadas a causa de las inundaciones a campamentos ubicados en plazas y parques.

A fin de mejorar esta situación, la Municipalidad de Asunción y el

Gobierno Paraguayo han planeado el desarrollo del proyecto de la Franja Costera.

En la época que vive el país, la ciudad es participe de nuevos proyectos como el Plan de Desarrollo Urbano Ambiental, La Franja Costera, es otro proyecto cuyo objetivo fundamental es la de proteger a la ciudad contra las inundaciones periódicas que afectan a las zonas ribereñas.

Cabe señalar que el Plan de la Franja Costera comprende siete objetivos:

- ◆ Defensa contra inundaciones y paseo costanero
- ◆ Desarrollo de barrios y parques residenciales
- ◆ Relocalización de habitantes de zonas inundadas dentro de la misma Franja.
- ◆ Consolidación de barrios
- ◆ Reconversión de grandes equipamientos
- ◆ Areas Naturales protegidas
- ◆ Mejoramiento del empleo

Debido a que los proyectos que integran este emprendimiento incluyen la construcción de nuevos colectores cloacales que descargarían en los emisarios de Bella Vista y Varadero, rehabilitados y diseñados como emisarios subfluviales, esto redundaría en el enorme beneficio ambiental del mejoramiento de la calidad del agua en toda la Bahía de Asunción, la

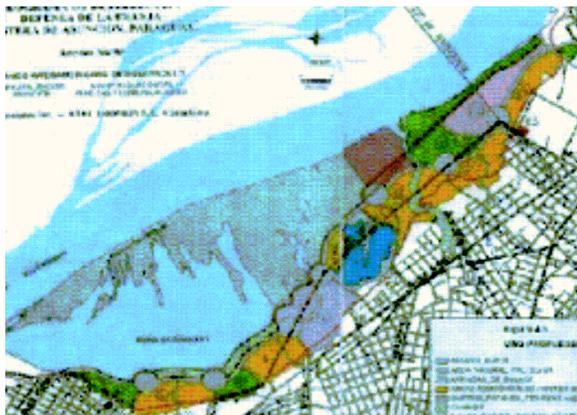


Figura 7.13 Localización de las obras del proyecto Franja Costera.

Fuente: Municipalidad de Asunción

protección contra inundaciones ribereñas por subida del nivel del río, el saneamiento ambiental básico en toda una zona de habitantes de pocos recursos. Sin embargo, para que se obtengan los máximos beneficios se debe terminar con la interacción actual existente entre los alcantarillados cloacal y pluvial, conduciendo cada uno las aguas que le corresponden, en forma 100% separada, y permitiendo desde luego, cantidades razonables de infiltración y exfiltración.

Muros de defensa costera de otras ciudades

Ciudad de Concepción: El proceso de construcción de obras de defensa se inició en el Año 1.986 con el MURO SUR, encarado por el IDM y consiste básicamente en 300 m de Muro de Tierra en la desembocadura del “Arroyo Guazu” (San Antonio), con Cota de coronamiento de proyecto igual 73.30 m, altura máxima 7,00 m, altura promedio 4,50 m, talud 1:2, esclusa de H°A°, compuerta metálica, área de aquietamiento para la acumulación temporal de las aguas a ser bombeadas

Una ampliación del Muro, fue encarada por la Municipalidad de Concepción con el apoyo del MOPC, consistiendo en la prolongación hacia el Norte del “Dique IDM” en unos 600m, utilizando como base las calles adyacentes al río Paraguay. Este tramo es conocido como Muro de Emergencia, considerando la forma en que fue construido, su Cota de coronamiento varía entre 71,96 m y 73,25 m y su ancho de coronamiento es del orden de 3,00m

Una segunda ampliación, consistió en la prolongación hacia el Sur del “Dique IDM” en unos 800 m, con ancho de coronamiento variable entre 3,00 m y 0,80 m.

El proceso de construcción de obras de defensa se inició en el Año 1.986 con el MURO SUR, encarado por el IDM y consiste básicamente en 300 m de Muro de Tierra en la desembocadura del “Arroyo Guazu” (San Antonio), con Cota de coronamiento de proyecto igual 73.30 m, altura máxima 7,00 m, altura promedio 4,50 m, talud 1:2, esclusa de H°A°, compuerta metálica, área de aquietamiento para la acumulación temporal de las aguas a ser bombeadas

Una ampliación del Muro, fue encarada por la Municipalidad de Concepción con el apoyo del MOPC, consistiendo en la prolongación hacia el Norte del “Dique IDM” en unos 600m, utilizando como base las calles adyacentes al río Paraguay. Este tramo es conocido como Muro de

Emergencia, considerando la forma en que fue construido, su Cota de coronamiento varia entre 71,96 m y 73,25 m y su ancho de coronamiento es del orden de 3,00m

Una segunda ampliación, consistió en la prolongación hacia el Sur del “Dique IDM” en unos 800 m, con ancho de coronamiento variable entre 3,00 m y 0,80 m.

Muros de defensa en otras ciudades costeras

Se han ejecutado muros de defensa en otras ciudades de menor porte a fin de proteger a las comunidades, éstas ciudades son: Pilar y Alberdi, entre otros.

Medidas no estructurales

A nivel nacional, actúa el Comité de Emergencia Nacional - CEN, organismo responsable de la gestión de desastres para mitigar los efectos producidos por las inundaciones. En ese orden, el estado actúa en forma posterior a la ocurrencia de los desastres naturales. Existen algunas iniciativas de medidas no estructurales de carácter preventivo a través estudios y Ordenanzas Municipales, como son: El estudio de Zonificación de Áreas Inundables ya descrito y una ordenanza en la Municipalidad de Asunción que establece una cota por debajo del cual se restringen las construcciones permanentes.

Aspectos institucionales: En el Paraguay se conoce la ocurrencia sistemática de inundaciones ribereñas y no así las pluviales urbanas cuyos impactos y/o efectos en muchos casos llegan considerables.

En ambos casos, se identifican instituciones que trabajan para la gestión de desastres en la atención de personas, pero no existen antecedente relacionados al ordenamiento del territorio.

7.6 Drenaje urbano

7.6.1 Características del drenaje urbano en el Paraguay

Las coberturas de drenaje urbano en el Paraguay presentan déficits. A nivel cloacal, la cobertura urbana de la cuenca asciende a 30 %, mientras que a nivel de drenaje pluvial, solo se cubre el 10 % en territorio.

Esta situación se arrastra desde hace más de una década y dada la coyuntura socio- económica del país y la región, no se avizoran grandes cambios en el sector.

De acuerdo a la tabla de la Sección 1.1.3 donde se señaló que la cobertura nacional del alcantarillado sanitario es de 23%, la red pluvial a nivel nacional es prácticamente nula, presentándose soluciones puntuales sólo en las ciudades de Asunción, Encarnación, Ciudad del Este, Concepción, entre otras.

En Asunción, la red de alcantarillado sanitario está diseñada como completamente separada de la red de aguas pluviales.

La red de alcantarillado pluvial está diseñada para captar agua de alcantarillas laterales ubicadas debajo de la vereda. Fuera del área cubierta por la red pluvial, toda el agua de lluvia se descarga sobre el pavimento y escurre por canales naturales, arroyos y las mismas calles hasta sus vertientes naturales que son la Bahía de Asunción y el río Paraguay.

7.6.2 Características del drenaje pluvial en Asunción e impactos

El sistema de desagüe pluvial está instalado en el Micro Centro y a lo largo de otras pocas vías, las cuales están conectadas con los arroyos. Por lo tanto, el agua de lluvia corre por la mayoría de las superficies viales y obstruye el flujo de tráfico cuando llueve. El agua de lluvia de por sí se escurre dentro de 1 a 2 horas debido a las ondulaciones topográficas. Sin embargo, tiende a erosionar los materiales de curso de base, lo que daña el pavimento. Los tramos con graves problemas de desagüe, de acuerdo con una entrevista a conductores, se muestran en la figura 7.14. El área metropolitana de Asunción comprende cerca de 711 km² y está situada entre los 27° 38' 28" (latitud sur) y 25° 16' 16" (longitud norte) con una población de alrededor de 1.372.000 habitantes de acuerdo al Censo Nacional de Población y Viviendas de 1992. Aproximadamente el 11% de la población, alrededor de 55.000 personas o 10.000 familias, viven en las zonas anegadizas del norte y del sur (Bañado Norte y Sur). El área norte incluye el Jardín Botánico y Av. Artigas y el sur se extiende desde el barrio Tacumbú hacia la laguna Cateura. Estas áreas anegadizas ocupan alrededor de 1.650 has. a lo largo del río Paraguay y la Bahía de Asunción.

Con relación al alcantarillado sanitario, se observa que el 100 % de las descargas se conducen a cauces hídricos, ya sean arroyos y al río Paraguay, tal como se ilustra en la figura 7.15. En la tabla 7.10 se presentan las características de los colectores cloacales de Asunción.

Falta de cobertura de las redes cloacales

En todas las cuencas cubiertas por el alcantarillado sanitario se verifica el fenómeno de la falta de cobertura en las proximidades del río Paraguay. A medida que la red se extiende hacia las costas del río en zonas bajas, el emisario, a presión, se hace más largo y no se pueden aceptar contribuciones al mismo, produciéndose descargas de viviendas e industrias situadas en estos lugares a arroyos, si es que existen, o a sistemas de absorción en el suelo cuyo diseño no incluye una distancia razonable hasta la napa freática.

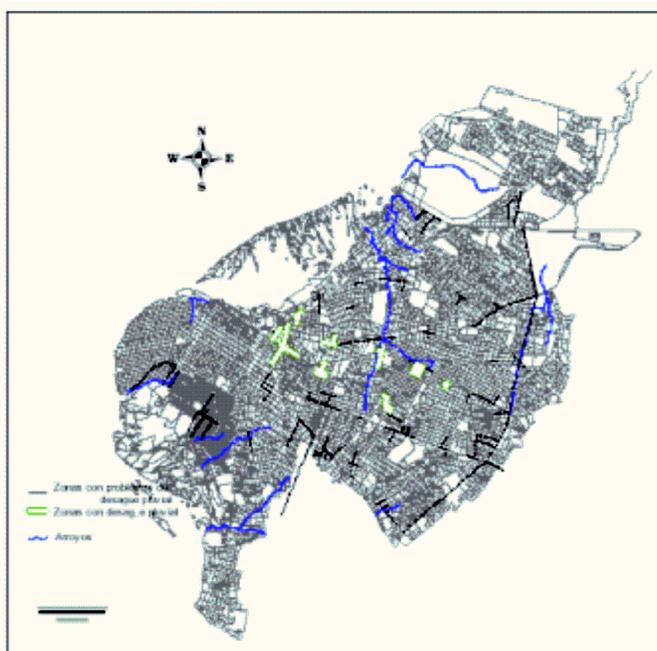


Figura 7.14 Tramos con serios problemas de drenaje (JICA)

En la cuenca de Varadero, que incluye el microcentro de Asunción, hay varias calles que por tener pendiente hacia la Bahía de Asunción, no pueden descargar en el colector de la calle El Paraguayo Independiente, última calle de la Ciudad Formal. Todas estas cañerías, si se usan para conducir descargas de aguas servidas, necesariamente deben descargar en los Arroyos de la Chacarita, que a su vez conducen sus aguas a la Bahía de Asunción.

En las demás cuencas, el mismo problema de falta de cobertura determina que descargas en los arroyos que son parte del drenaje natural de aguas pluviales y que la población cercana al río carezca de alcantarillado sanitario.

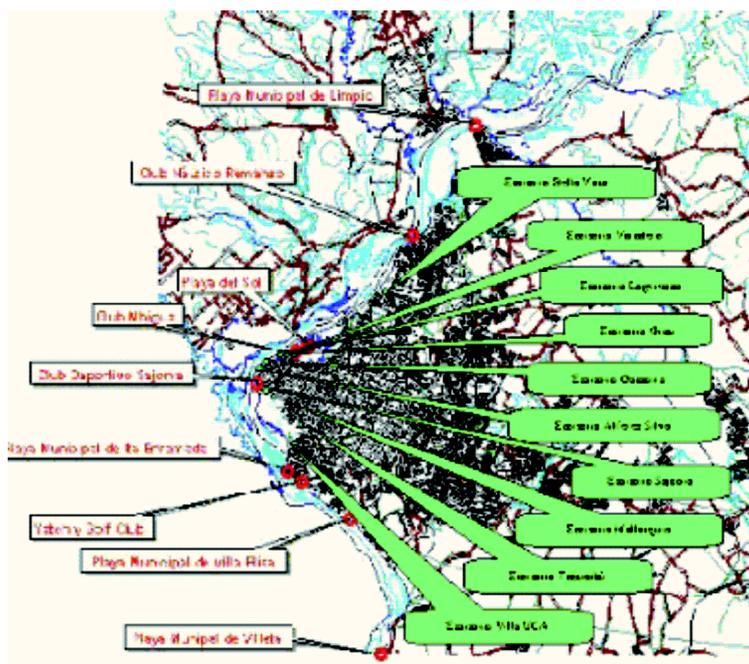


Figura 7.15 Diagrama de la Ubicación de los Emisarios del Alcantarillado Cloacal (Ref. 22).

Las soluciones para problemas de falta de saneamiento básico en estos ambientes urbanos son netamente diferentes a las que cabría aplicar en el medio rural, dada la insuficiencia hidráulica (pendientes negativas, napas que afloran, terrenos con infiltración muy grande o muy baja, insuficiente distancia entre pozos de agua y pozos absorbentes, inundaciones periódicas, y otras), que pueden obviarse en el medio rural con la selección adecuada de los asentamientos y el ordenamiento territorial de los municipios.

La cuenca de Bella Vista, es la mayor en área y población dentro de la Ciudad formal de Asunción, y ha sido recientemente estudiada, encontrándose severas roturas y descargas a aliviaderos que contaminan

innecesariamente la Bahía de Asunción y el Arroyo Mburicaó, que corre paralelo al emisario de esta cuenca, en la calle Capitán Lombardo.

Tabla 7.10 Características de los Emisarios Cloacales .

CUENCAS	POBLACION (hab)	AREA (Há)	CAUDAL (l/s)
Bella Vista	200.000	3200	505
Tacumbú	62.325	670	145
Varadero	55.100	515	129
Mallorquín	33.730	355	79
Universidad Católica	15.680	53	37
Villa Victoria	17.405	263	41
Sajonia	13.060	146	30
Vista Alegre	12.735	151	30
L. A. de Herrera	9.600	156	22
San Antonio	11.345	96	26
Grau	1.740	24	4
Alfárez Silva	1.685	22	4
Gamarra	130	4	0,3

La cuenca Itay (WILLIAM HALCROW AND PARTNERS, 1995) se encuentra en el límite natural entre la ciudad de Asunción y el Municipio de Luque, abarcando en parte los Municipios de Limpio y Mariano Roque Alonso. Abarca más de 120 Km² y el Arroyo Itay y afluentes reciben descargas cloacales e industriales crudas y caudales superiores a los 200 m³/s en tormentas de recurrencia 1/10 años. Esta área ha recibido atención en la última década debido a un Programa de Construcción Vial, Alcantarillado Pluvial, Alcantarillado Sanitario y de Servicios Telefónicos y Eléctricos. La interacción de todos los entes públicos encargados de todas estas áreas fue vista anticipadamente como un potencial problema ya en 1997, donde se recomendó extremo cuidado de compatibilización de las obras a realizar en la misma cuenca. El proyecto lleva actualmente un atraso considerable, habiéndose concluido un túnel de conducción de aguas servidas que no tiene estructura de aporte ni descarga. Mientras tanto, todas las descargas de aguas residuales de la cuenca se realizan al Arroyo Itay. Dado que no toda la extensión de este Arroyo ha sido considerada en las evaluaciones de impacto ambiental, los desbordes e inundaciones que produce dentro y fuera de la

ciudad formal pueden ser causa de problemas sanitarios agudos aparte de la destrucción de calles, viviendas y erosión causada por las aguas pluviales.

En otras ciudades ribereñas del río Paraguay, como Concepción, Pilar y Alberdi, se vienen realizando obras de protección contra inundaciones, pero éstas no incluyen el alcantarillado pluvial que conduzca la escorrentía pluvial. Estas últimas también carecen de alcantarillado sanitario.

7.6.3 El drenaje pluvial en otras ciudades en el río Paraguay y el río Paraná

Las únicas ciudades sobre el río Paraguay que poseen alcantarillado sanitario son Villeta y Pilar, los dos primeros ejemplos de sistemas diseñados con emisarios subacuáticos. Las mismas, sin embargo, carecen de alcantarillado pluvial.

Sobre el río Paraná, las ciudades de Ciudad del Este y Encarnación carecen de alcantarillado pluvial y Encarnación cuenta con un trazado mínimo de alcantarillado sanitario que se encuentra completamente abandonado con sus estaciones de bombeo en desuso (Dominguez, 2002)

Encarnación tiene registrada a lo largo de su historia, grandes crecidas y precipitaciones que la enmarcan como una de las ciudades más húmedas y frías del Paraguay. Los fenómenos de lluvia y crecidas más grandes registradas fueron en los años 1983 y 1997. Aparte de las grandes lluvias que ocurren en su área, la ciudad fue golpeada por grandes heladas en el invierno, registrándose en el año 1975 a mediados de julio, la caída de nieve sobre la misma; sin asimismo olvidar el gran ciclón que tuvo lugar en el año 1926.

La ciudad posee en su casco urbano antiguo, un trazado regular sobre una superficie prácticamente rodeada de agua que la asemeja a una península y cuya semejanza será más acentuada cuando el nivel de los lechos del río Paraná y los arroyos Mbói-Caé, Yacu-Paso y Poti'y que encierran la parte más antigua y poblada de la ciudad aumente hasta la cota 83' final, cuando sean culminadas las grandes obras pertenecientes a la represa de Yacyretá.

Esto nos indica que el espejo de agua aumentará en medida muy considerable, con lo que acarreará grandes cambios fisiológicos, climatológicos y otros.

Con el aumento de nivel de los cursos del agua, aumentará el caudal de los mismos y las condiciones ambientales del lugar a nivel de Macro drenaje, necesitando reestructurar sus costas y realizar estudios y proyecciones de los futuros niveles de agua de los lechos mencionados.

Al nivel del Microdrenaje, la ciudad no tiene grandes problemas aún debido a que el tamaño de la misma en territorio no es descomunal, pero ya lo bastante considerable como para no pasar por alto las escenas de inundaciones y grandes caudales que escurren velozmente por las calles en días de intensas lluvias dificultando el tránsito tanto peatonal como vehicular. La velocidad de los caudales es debido a la Topografía accidentada que posee la ciudad, distribuyéndose las cotas en forma de anillos, desde el centro de la ciudad que es la única parte plana constituida por mas o menos de 15 a 20 manzanas a la redonda, para luego descender de nivel hasta los niveles de agua que rodean dicha área.

Otro factor importante que genera la formación de grandes caudales en los días de lluvia, es el grado de impermeabilización acentuado y todavía en aumento que posee el casco antiguo y céntrico de la ciudad. El Plan Director Urbanístico se encuentra bien definido en ésta área, que hoy en día está reforzado por el correspondiente de la franja costera realizado por Yacyretá y que se acoplará al ya existente, pero al mismo tiempo, en los barrios aledaños al centro, el crecimiento en los últimos años fue desordenado, debido a la desactualización en el estudio del crecimiento urbanístico por parte del Municipio y por las relocalizaciones de barrios afectados por el embalse de la represa cuyos reasentamientos se realizaron sin tener en cuenta todos los aspectos pertinentes. Se suma a todo, el catastro entero de toda la zona que no se ha concluido desde hace ya 20 años por cuestiones internas del ente Binacional.

La ciudad no posee un Plano Director de Drenaje Urbano que al menos establezca una proyección de la ciudad con respecto a comportamiento pluvial de sus zonas residenciales y comerciales y pronto se tornará indispensable con los grandes cambios ya mencionados.

La zona este de la ciudad, cuenta con un drenaje que consiste en un gran ramal a lo largo de gran parte de la Avenida Irrazábal, paralela al arroyo Potí'y y llamada también Avenida Internacional, que conecta al acceso que conduce al Puente San Roque González. Este ramal capta las aguas que escurren hacia la bajada este del casco antiguo, cuya zona está menos urbanizada que la zona oeste que descarga al río Paraná y arroyo Mbói-Caé que se encuentra desprovisto de drenaje, siendo la que mayor escurrimiento superficial aloja.

Otro ramal está ubicado en la Avenida B. Caballero, que se encuentra al norte y en sentido paralelo a los arroyos Mbói-Caé y Yacu Paso, pero que no se ocupa de toda la zona restante que está necesitando de otros ramales que puedan amortiguar los caudales pluviales.

Yacyretá tiene previsto en sus proyectos de obras complementarias y de mejoras, el desagüe pluvial de la franja costera sobre una superficie que se rellenará y urbanizará en zona oeste sobre el río Paraná y arroyo Yacu-Paso, pero el mismo no es suficiente para aplacar los caudales que se van a formar al nivel céntrico del lado oeste mencionado.

El desagüe de la franja costera consiste en un proyecto más bien de Macrodrenaje, puesto que va a captar caudales grandes ya originados de la ciudad y los descargará al río y arroyo mencionados, pero no resolverá como ya lo establecimos, la mitigación del escurrimiento a nivel céntrico.

Encarnación necesita un estudio y dimensionamiento a nivel de anteproyecto para poder establecer un Plan Director que pueda resolver por un lado, la problemática de la zona oeste y sur, y casi toda la zona norte que sólo cuenta con cunetas en casi todas sus vías, las cuales no resuelven los inconvenientes en un área que es prácticamente mixta (comercial-residencial) y de gran circulación de personas y tráfico en sus calles; y por otro, la planificación de los barrios formados por las relocalizaciones, para que los mismos no tengan un crecimiento desordenado que desemboque a otros problemas a nivel de Microdrenaje.

7.6.4 Interacción con el drenaje sanitario y los residuos sólidos.

Existe una fuerte interacción entre las redes cloacal y pluvial, con el ingreso de aguas pluviales clandestinas de las viviendas a la red cloacal, el derrame consecuente de las cañerías cloacales en las calles y el ingreso de estas aguas cloacales diluidas en la red pluvial.

Además la red pluvial capta basuras dejadas en las calles o depositadas dentro de las mismas alcantarillas pluviales, lo cual aumenta mucho la concentración de contaminantes en las aguas pluviales que se descargan íntegramente a la bahía de Asunción y al río Paraguay.

Por tanto, las redes de alcantarillado Pluvial , Cloacal y de recolección de basuras *interaccionan entre sí en tiempo lluvioso*, a pesar de estar diseñadas como 100% separadas.

En la Fig. 7.16 se ilustra una de las salidas del alcantarillado pluvial situado en el barranco de la calle Antequera y el Paraguayo Independiente,(area del microcentro), donde puede verse el estado de la estructura en tiempo seco (foto arriba) y en tiempo lluvioso (foto abajo). Puede notarse la presencia de un caudal (no pluvial) en tiempo seco por un lado y la destrucción de la estructura de amortiguamiento de energía por las descargas pluviales en la otro foto.



Figura 7.16 Barranco de la Calle Antequera.

7.6.5 Tendencia del drenaje urbano

A pesar de que actualmente se puede percibir un entendimiento y aceptación mundiales de que la salud humana depende también del saneamiento ambiental y la higiene adecuada, estos factores todavía se consideran separados del sector de suministro de agua.

Es actualmente prudente discutir cómo la pobreza se encuentra “anidada” con variables sociales y costumbres culturales y hasta qué grado puede interpretarse en un sentido más concreto, esto es, allí donde el acceso a los recursos productivos, como ser tierra y agua, es la causa principal de la pobreza.

Sólo relacionando el agua, el alivio de la pobreza y los programas sociales, considerando los intereses en competencia por el agua y los recursos, incluyendo los energéticos, dentro de una cuenca, el precio del agua y la participación de los miembros comunitarios afectados y tomadores de decisiones, se podrá tener una perspectiva que logre producir un entendimiento más acertado de la dinámica urbana, la calidad de vida urbana y el agua como catalizador del desarrollo (Falkeman, 2000).

En consecuencia, es de esperar que a mediano plazo realice una reedificación de la función del alcantarillado pluvial como parte integrante de un plan maestro de drenaje urbano que debe compatibilizar necesariamente las redes cloacales, pluviales y de residuos sólidos.

7.6.6 Medidas de control

Las medidas se definen como los instrumentos necesarios para comprender y evaluar el crecimiento de la demanda de servicios de alcantarillado pluvial y cloacal así como para el diagnóstico de las redes existentes y en operación

Las medidas de control pueden dividirse en estructurales y no estructurales.

Entre las medidas estructurales se incluyen a los instrumentos de medición y control tanto en calidad como cantidad de efluente.

Las medidas no estructurales se asocian a las disposiciones legales y normativas y a las herramientas de gestión territorial, como son los planes de ordenación del uso suelo.

7.6.7 Aspectos institucionales

Para poder implementar medidas y acciones en el campo del drenaje urbano abarcando tanto las redes de alcantarillado sanitario y pluvial se deben diseñar políticas públicas y legislación correlacionada para incorporar dentro del proceso de reforma del estado un marco regulatorio similar al ente ERSSAN (Empresa Reguladora de Agua potable y alcantarillado sanitario) y que incorpore el drenaje pluvial como parte de los servicios sanitarios del país, identificando claramente el rol que deben cumplir el estado, el sector privado y fundamentalmente los gobiernos locales (gobernaciones y los municipios).

7.7 GLOSARIO y SIGLAS

El siguiente Glosario fue realizado para ayudar al lector de este documento debido a que muchas expresiones en el sector pueden tener significados diferentes según cada localidad o país una vez ya que para muchos términos no hay una definición internacional.

- ◆ *Baño moderno*: baño con retrete, o inodoro en el cual el desagüe se efectúa por una cañería conectada a la red pública de alcantarillado.
- ◆ *Baño moderno con pozo ciego*: baño con retrete o inodoro donde los líquidos desaguan directamente a un pozo ciego; o primeramente a una cámara séptica y luego al pozo ciego.
- ◆ *Concentración*: término general que se refiere a cantidad de materia o substancia contenida en una unidad de un medio (WHO 1989).
- ◆ *Exposición*: cantidad de un agente ambiental que impacta o que haya sido absorbido por un individuo (o comunidad).
- ◆ *Letrina tipo municipal*: letrina con pozo sanitario excavado protegida por una caseta de material cosido o de madera i tapada con techo de cemento o madera.
- ◆ *Letrina común*: simples excavaciones o pozos tapados con troncos, tablas con o sin caseta de aislamiento.
- ◆ *Peligro*: Propiedad inherente de una substancia que la hace capaz de causar efectos adversos a personas o al medio ambiente bajo algunas condiciones de exposición.
- ◆ *Morbilidad*: cualquier alteración, subjetiva u objetiva, del estado fisiológico o psicológico o del bienestar (enfermedad).
- ◆ *Red privada de agua*: sistema de cañería que suministra agua potable, proveído por cualquier persona o empresa sin la participación de los organismos estatales de APS.
- ◆ *WC red pública*: son los llamados “baños modernos” cuyo servicio sanitario está conectado a una red pública de alcantarillado.
- ◆ *WC pozo ciego*: sistema sanitario individual con las mismas características del baño moderno con la diferencia de no estar conectado a la red pública sino que debe poseer un pozo ciego.
- ◆ *Excusado municipal*: una unidad sanitaria que posee un asiento de material o madera y está conectado a un pozo ciego.
- ◆ *Letrina común*: unidad sanitaria que posee un asiento y un hoyo no estando conectado ni a pozo ciego ni a red.

- ◆ *Tubería en la casa*: servicio de agua por cañería de red pública o privada que llega hasta dentro de la vivienda.
- ◆ *Tubería en el patio*: servicio de agua por cañería de red pública o privada que llega hasta el patio exterior a las viviendas.
- ◆ *Pozo con bomba*: el agua es extraída del subsuelo utilizando medios mecánicos; bombas eléctricas o manuales.
- ◆ *Pozo sin bomba*: el agua es extraída del subsuelo sin utilizar medios mecánicos.
- ◆ *Canilla pública*: servicio de agua por cañería de red pública o privada fuera de la propiedad del usuario.
- ◆ *Manantial*: afloramiento de una napa freática superficial.
- ◆ *Vendedor de agua*: vendedor ambulante de agua con carro y tanque.
- ◆ *Aljibe*: sistema de almacenamiento de agua de lluvia, consistente en un tanque enterrado de mampostería.

ASAPS	Análisis Sectorial Agua Potable y Saneamiento
APS	Agua Potable y Saneamiento
AID	Agencia Internacional de EUA para el Desarrollo
AIDIS	Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
CORPOSANA	Corporación de Obras Sanitarias de Asunción
DACH	Dirección de Aguas del Chaco
DMH / DINAC	Dirección de Meteorología e Hidrología
DRH	Departamento de Recursos Hídricos
ERSSAN	Ente Regulador de Servicios Sanitarios
GOB	Gobernaciones
GTZ	Sociedad Alemana de Cooperación
IDM	Instituto de Desarrollo Municipal
JICA	Agencia Internacional de Cooperación Japonesa
JS	Juntas de Saneamiento
MUNICIP	Municipalidades
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MDN	Ministerio de Defensa Nacional
MEC	Ministerio de Educación y Culto
MH	Ministerio de Hacienda
OI	Organismos Intermedios (AIDIS, Col. De Ingenieros, etc.)
ONG's	Organizaciones no Gubernamentales

OP	Operadores Privados, Aguateros
OPS/OMS	Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PSP	Participación Sector Privado
SENASA	Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental
STP	Subsecretaría Técnica de Planificación
UNICEF	Fondo de Naciones Unidas para la Infancia
PLANASAN	Plan Nacional de Saneamiento.

Referencias

ABT, 1997 *Programa de Desarrollo y Defensa de la Franja Costera*. EIA. Informe Final. Abt Associates Inc., 1997

AGUILERA SAMANIEGO, CARLOS, (s/d) a. *Reforma del Marco Institucional del Sector Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Desagüe Pluvial*. Ing. Carlos Aguilera Samaniego.

AGUILERA SAMANIEGO, CARLOS, (s/d) b. *Programa de Descentralización del Sector Agua y Saneamiento*,

ARRÉLLAGA, H.R., 1996. *Closure of the Cateura Landfill*, Hernán R. Arréllaga, MSc. Thesis, Univ. of Texas at Austin, May 1996

BIESINGER, BRIGITE, 1998b. *Sector Agua Potable y Saneamiento*, - Proyecto Plandes, julio de 1998.

CEPIS, 2000. *Evaluación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento 2000 en las Américas*, CEPIS, 2000

CGR, (1999) *Informe Final: Situación Ambiental De Los Emisarios Cloacales Fluviales De Corpusana En El Rio Paraguay, en el Area del Gran Asunción*. Contraloría General de la República

DAMES & MOORE, 1995. *Informe Final del Ordenamiento Ambiental de la Cuenca del Lago Ypacarai y la Bahía de Asunción*, USAID, Dames & Moore, MAG, SSERNMA, 1995, Vol. 1 y 2.

DGCA, 1997 *Informe Final del Examen Especial a la CORPOSANA*. DGCA, CGR, 1997

DINAC, *Banco de Datos Meteorológicos de la Dirección de Meteorología e Hidrología* - DINAC, 2000

FACETTI, J. 1966. *Estudio de la Contaminación Industrial y Urbana en el Paraguay*. GTZ./ ENAPRENA.

DOMINGUEZ, J.F., 2002. *Informe descriptivo acerca del Drenaje Urbano en la ciudad de Encarnación*. 2002

FALKENMARK, M., 2000. *No Freshwater Security Without Major Shift in Thinking*”, Ten-Year Message from the Stockholm Water Symposia By Professor Malin Falkenmark, in Cooperation with the Stockholm Water Symposium Scientific Program Committee Published 2000.

GWP, 2000. *Agua para el Siglo XXI: de la visión a la acción*. Global Water Partnership, Marzo 2000.

GTZ, 2000. *Estructura Institucional para la Gestión Integrada de la Cuenca del Lago Ypacarai, Centro Alter Vida*, GTZ, Sep. 2000.

JICA, 1996 *Storm Drainage Improvement Project in Asunción City.*, JICA, 1986.

JICA, 1999. *Estudio de Observación Acerca de la Planificación del Transporte Urbano en el Area Metropolitana de Asunción*, JICA , Informe Final, Oct. 1999.

MSP, 1998 *Análisis del Sector Salud del Paraguay*- MSP y BS, 1998

PARAGUAY, 1998a. *Análisis Sectorial de Agua Potable y Saneamiento*. Paraguay, marzo de 1998.

MONTE, R. y BAEZ, J., 1999. *Estudio de las Tormentas Severas y su Impacto en Áreas Urbanas de Asunción..* DI - UNA

PARAGUAY 1998. *Proyecto de Ley General del Marco Regulatorio y Tarifario del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para la República del Paraguay*, diciembre 1998

PERITO, A 1990. *Estudio Medioambiental para la Propuesta de Recuperación e Integración de la Ciudad de Asunción al Área de la Bahía. Situación general de las fuentes, conducción y destino de aguas servidas y desechos sólidos y estado de los servicios sanitarios en el Centro Histórico de Asunción. Diagnóstico de contaminación de aguas de la Bahía y su entorno inmediato.*

PERITO, A 1991. *Mejoramiento Ambiental de los Barrios Chacarita y San Gerónimo. Su integración a la ciudad y la Recuperación de las costas de la Bahía. Informe de la 1ª Etapa: Recolección de Datos Existentes.*, Centro Alter Vida.

PLANASAN. (s/d) *Plan Nacional de Saneamiento Ambiental del Paraguay*, PLANASAN.

PNUD, 1999. *Los pequeños operadores en el sector de agua potable y saneamiento en Paraguay*, PNUD-Banco Mundial Programa Conjunto para el Agua y el Saneamiento, 1999 (www.wsp.org/spanish/pubs).

SRUNITZ, 1966. *Diagnóstico Legal e Institucional del Sector Agua y Saneamiento*, Consorcio Stunitz. Abril de 1996.

WILLIAM HALCROW AND PARTNERS, 1985 *Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario de Asunción*, Sir William Halcrow and Partners, 1985, Vol. 1 , 6 y 9.

WILLIAM HALCROW AND PARTNERS, 1995 *Informe Final del Proyecto Ejecutivo de Alcantarillado Sanitario de la Cuenca del Itay*, Sir William Halcrow and Partners, Ltd., junio 1995

YOUNG, D 1994. *Polución del Agua del Arroyo Mburicao*, British Executive Service Overseas.