

CONTENIDO

I.	Diagnóstico y Pronóstico de las Demandas Hídricas	3
1.	Introducción	3
2.	Los Usuarios en el Acuífero	4
3.	Los Potenciales Contaminantes del Acuífero	6
4.	Situación Actual y Proyecciones	7
4.1	Población y Viviendas	7
4.2	Consumos de Agua	26
4.3	Alcantarillado.....	30
4.4	Basura	35
5.	Conclusión	41
II.	Diagnóstico de la Situación Legal e Institucional Del Agua	42
1.	Instituciones Relacionadas a los Recursos Hídricos.....	42
2.	Marco Legal del Agua	47
3.	Proceso de Revisión del Marco Legal del Agua.....	50
4.	Lista de Acciones sobre el Marco Institucional y Legal.....	52
III.	Plan de Gestión	53
IV.	Reuniones para establecer un Consejo de Gestión	55
V.	Elaboración del Balance Hídrico del Acuífero Patiño.....	58
1.	Introducción	58
1.1	Antecedentes	58
1.2	Objetivos General Y Específicos	58
2.	Actividades realizadas	59
2.1	Revisión Metodológica de Balances Hídricos	59
2.1.1	Determinación del Balance Hídrico Simplificado en Paraguay,	59
2.1.2	Balance Hídrico subterráneo de Migjorn de Menorca, España,	60
2.1.3	Balance Hídrico del Valle de México:.....	62
2.1.4	Otros métodos analizados	64
2.2	Elección de metodología de aplicación.....	64
2.3	Información y datos para el balance	65
2.3.1	Datos Meteorológicos	65
2.3.2	Datos Hidrológicos	66
2.3.3	Datos de Suelo y Geología.....	68
2.3.4	Usos del Agua en la zona del Acuífero Patiño	68
3.	Otras actividades vinculadas al proyecto.....	68
3.1	Implementación de la red pluviométrica.....	68
3.2	Implementación de la red hidrométrica	68
3.3	Monitoreo de lluvias y caudales en tiempo seco	68

4. Cálculo del balance hídrico.....	69
4.1 Presentación de resultados parciales.....	69
4.2 Actividades en Curso y tareas pendientes.....	71
 Anexos	 74

INFORME ETAPA I

I. Diagnóstico y Pronóstico de las Demandas Hídricas

1. Introducción

El área del Acuífero Patiño tiene una forma triangular, bordeada en el Norte y Oeste por el Río Paraguay, abarcando una zona de 1176 km² de extensión, e incluye en su territorio la ciudad de Asunción y la zona conurbana constituida por las ciudades lindantes de San Lorenzo, Mariano R. Alonso, Luque, Fernando de La Mora, Lambaré, Ñemby, Villa Elisa, Limpio y Capiatá, además de otra decena de municipalidades ubicadas en la parte Norte del Departamento Central y en una pequeña parte del Departamento de Paraguari.

El siguiente Cuadro presenta las municipalidades ubicadas en el acuífero con sus respectivas áreas.

Municipio	Departamento	Área Total (Ha)	Área Patiño (Ha)	Porcentaje del Municipio
Aregua	Central	8.468,99	4.464,57	52,72%
Asunción	Asunción	11.344,37	11.344,37	100,00%
Capiatá	Central	8.227,60	8.227,60	100,00%
Fernando de la Mora	Central	2.077,47	2.077,47	100,00%
Guarambaré	Central	2.917,91	2.453,79	84,09%
Itá Central	Central	18.141,05	12.090,17	66,65%
Itaugua	Central	10.654,21	9.909,37	93,01%
J. Augusto Saldivar	Central	3.789,54	3.789,54	100,00%
Lambaré	Central	2.391,42	2.391,42	100,00%
Limpio	Central	9.056,95	7.116,38	78,57%
Luque	Central	15.284,29	10.917,36	71,43%
Mariano	Central	3.729,08	3.729,08	100,00%
Ñemby	Central	2.524,66	2.524,66	100,00%
Paraguarí	Paraguarí	46.205,48	3.372,30	7,30%
Pirayú	Paraguarí	17.408,67	6.700,33	38,49%
San Antonio	Central	1.927,18	1.927,18	100,00%
San Lorenzo	Central	5.668,04	5.668,04	100,00%
Villa Elisa	Central	1.779,35	1.779,35	100,00%
Villeta Central	Central	84.199,69	301,17	0,36%
Yaguarón	Paraguarí	23.109,31	10.926,28	47,28%
Ypacarai	Central	9.754,18	3.053,02	31,30%
Ypané	Central	4.786,33	2.849,60	59,54%
Total		293.445,77	117.613,05	40,08%

Cuadro 1: Acuífero Patiño – Municipios y áreas

Se debe resaltar el impacto provocado por la dinámica económica que, de manera desordenada, impulsa la ocupación del Área Metropolitana de Asunción, intensificando la degradación del agua superficial en los arroyos, y el riesgo potencial y efectivo de contaminación del Acuífero Patiño. Es notoria la descarga de efluentes industriales, de aguas negras domésticas y de desechos sólidos en general, descargados sin control en los cuerpos del agua superficial. Además, las prácticas y operaciones, sin ningún control o monitoreo, de estaciones de servicio, talleres y fábricas, aumenta el riesgo al Acuífero por los posibles derrames y disposición en el suelo y en los cauces de arroyos de desechos resultantes de sus actividades.

El Área Metropolitana de Asunción es la zona de mayor importancia socio-económica del Paraguay porque en la misma se desarrolla la mayor actividad social, económica y política de la República, donde, a pesar del clima con abundante lluvia, corre el riesgo de sufrir una severa escasez de agua para el consumo humano – en el corto y mediano plazo – necesaria para satisfacer las demandas de agua de una población de casi 2.000.000 habitantes y con permanente migración de personas del interior hacia la capital política del país. Los esfuerzos permanentes por aumentar el aprovechamiento de los recursos de agua disponibles han resultado en la presencia de alrededor de 1.500 pozos tubulares profundos para decenas de sistemas de abastecimientos públicos, industrias de consumo intensivo de agua, viviendas y pequeñas áreas de riego alimentados por algunos embalses de aguas superficiales.

Con respecto a los pozos, se puede observar que el uso de las aguas subterráneas ha ganado mucha importancia durante los últimos 20 a 25 años, debido a los programas de exploración de las aguas subterráneas y a la promoción simultánea de pozos perforados, a cuya consecuencia se bombean actualmente cantidades considerables de agua para distintos usos. Sin embargo, no hay registros ni controles o coordinación en relación a la explotación de las aguas subterráneas, además faltan previsiones tendientes a protegerlas contra la polución y para controlar impactos ambientales relacionados con la explotación de estos recursos. Dada la importancia y la intensidad de la explotación de las aguas subterráneas, tales deficiencias acarrearán inseguridad y constituyen riesgos significativos para el desarrollo óptimo y sostenible de la región.

La identificación de los principales usuarios del Acuífero con sus respectivos consumos además de sus proyecciones en el horizonte de proyecto es fundamental para la elaboración del Plan de Gestión del Acuífero Patiño, con el énfasis en el uso sostenible y protección del Agua Potable a ser utilizado como instrumento del planeamiento.

2. Los Usuarios en el Acuífero

El suministro de agua potable para la población del área es el objetivo prioritario del Acuífero Patiño, caracterizándose como su principal usuario.

Hasta el año 2000, el sector de agua potable carecía de una regulación específica y presentaba una estructura centralizada en los organismos del Gobierno, principalmente en el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, sin que existiera un organismo rector que planificara su desarrollo. Con la promulgación de la “Ley General del Marco Regulatorio y Tarifario del Servicio Público de Provisión de Agua

Potable y Alcantarillado Sanitario”¹, tal situación cambió. Esta Ley reorganizó el sector y creó el Ente Regulador de los Servicios Sanitarios (ERSSAN) tornando posible en Paraguay la separación de las funciones normativas y fiscalizadoras de aquellas productivas.

Las principales competencias del ERSSAN son: a) regular y supervisar las condiciones de prestación de los servicios sanitarios; b) reglamentar el régimen tarifario que establece la Ley 1614; c) proteger los intereses de la comunidad y los usuarios; y d) controlar y verificar la aplicación de las disposiciones normativas.

Además, la Ley atribuyó genéricamente al Poder Ejecutivo la titularidad de las políticas sectoriales, el cual, eventualmente, podría delegarla a los Gobiernos Municipales o Departamentales. Las principales atribuciones del titular son: a) determinar las políticas y planes sectoriales; b) proveer los servicios por sí o por medio de permisionarios o concesionarios; c) establecer las condiciones de los permisos o concesiones y, celebrar, prorrogar y extinguir dichos actos; d) establecer los valores tarifarios del servicio; y e) aplicar a los prestadores las sanciones establecidas en los documentos de concesión o de permiso.

El Decreto 18.880/2002, que reglamenta la Ley 1.614/2000, estableció que el Poder Ejecutivo, en el ejercicio de su titularidad, será asistido por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC). Así, el MOPC es el responsable de proponer y diseñar las políticas sectoriales, incluyendo las de financiamiento con destino al desarrollo de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.

Hasta el año 2000 el SENASA (organismo técnico dependiente del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social) era el encargado de elaborar las normas técnicas, sin embargo, el ERSSAN asumió esta atribución a partir de la reforma implementada en dicho año. Sin embargo, la Secretaría del Ambiente (SEAM) creada el año 2000 en el contexto del Sistema Nacional del Ambiente (SISNAM), tiene injerencia en el sector a través de las normas relacionadas con los niveles y estándares ambientales y, adicionalmente, fiscaliza la gestión y cumplimiento de los planes, programas y proyectos con impacto medioambiental.

Las modalidades de prestación de servicios de agua potable están definidas según zonas de servicio. En los centros urbanos la prestación de servicios está a cargo de la empresa pública ESSAP S.A., mientras que en las zonas periurbanas predomina la prestación por medio del sector privado, los “aguateros”, que son pequeñas empresas que ofrecen servicios de agua potable a través de cañería operando sus propios pozos y, finalmente, las Juntas de Saneamiento (JS) que operan en las áreas rurales.

Cabe señalar que la provisión del servicio por parte del sector privado está regulada por permisos de 10 años en sistemas con menos de 2.000 conexiones y por concesiones de hasta 30 años en los sistemas que superan este número.

En resumen, en el área del Acuífero Patiño como en Paraguay proveen el servicio de agua potable los siguientes prestadores:

- Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay S.A. (ESSAP SA).
- Juntas y Comisiones de Saneamiento.
- Aguaterías Privadas.

¹ Ley 1.614/2000.

- Otros (municipalidades, comunidades de vecinos, y otros)

ESSAP S.A. resultó de la transformación de la Corporación de Obras Sanitarias (CORPOSANA), la cual en virtud de la Ley 1.615/2000 fue declarada empresa pública en proceso de intervención y transformación, con vistas a la posterior concesión de sus servicios al sector privado.

De acuerdo a la Ley de creación de CORPOSANA, ésta tenía la responsabilidad de prestar el servicio de agua potable y alcantarillado en las poblaciones urbanas de más de 4.000 habitantes, y posteriormente con la Ley 1614/2000, en las poblaciones de más de 2.000 conexiones.

El SENASA promueve la creación de Juntas de Saneamiento (JS) que operan y administran los servicios de agua y saneamiento bajo su dirección y control para poblaciones con menos de 2000 conexiones. Las Juntas son entidades que se rigen por el derecho privado, cuyos miembros son elegidos por la propia comunidad. Cada JS se organiza en torno a una comisión directiva cuyos miembros son elegidos en asamblea de vecinos, a excepción de uno que es designado directamente por la municipalidad.

SENASA, ejecuta las obras y las Juntas se responsabilizan por la administración, operación, mantenimiento y ampliación de los sistemas. Una vez construido el sistema de abastecimiento de agua potable la se hace cargo de la operación del sistema y cobra a los usuarios las tarifas correspondientes, incluso para pagar al SENASA una proporción del costo de construcción del sistema. En la mayoría de los casos el SENASA continúa prestándoles asistencia técnica durante la fase de explotación.

Las aguaterías privadas surgieron en el primer quinquenio de los años 80 por la falta de cobertura de CORPOSANA (actual ESSAP) y del SENASA en determinadas áreas. Los aguateros son empresarios privados, con personería jurídica propia, organizados como empresas unipersonales o sociedades, que prestan exclusivamente servicios de agua potable mediante la explotación de pozos subterráneos. Están agremiados a la Cámara Paraguaya del Agua (CAPA).

Sin embargo, en el área del Gran Asunción se verifica una superposición de redes de distintos prestadores privados que compiten en las zonas periféricas de sus respectivos sistemas por la captación de clientes, como consecuencia de la falta de planificación integral y de normalización del sector en varias áreas urbanas.

Además de estos usuarios, en el área del Acuífero Patiño hay que señalar la presencia de grandes consumidores de agua industriales que tienen sus propios pozos destacándose las industrias de gaseosas y las cervecías. Como consumidores también debemos incluir los mataderos y los agricultores.

3. Los Potenciales Contaminantes del Acuífero

El efluente generado por la población que se ubica en el área del Acuífero Patiño es uno de los mayores responsables por colocar en riesgo el Acuífero Patiño con vistas a su utilización como manantial de agua potable.

En lo que se refiere al saneamiento en localidades rurales, actualmente existen Juntas de Saneamiento de mayor tamaño que ya planifican la prestación del servicio de alcantarillado.

Respecto a soluciones individuales de saneamiento, el SENASA y las JS desarrollan programas de educación para los usuarios sobre el uso y conservación de los servicios de saneamiento y la preservación del medioambiente. No hay todavía una cultura de preservación de la calidad del agua del acuífero, indicando una falta de armonización entre los valores sociales, ambientales, políticos y económicos, que hicieron que el agua haya sido considerada “desde siempre” con un bien inagotable, simplemente a disposición de quien lo necesite.

Además de los efluentes domésticos, también se caracteriza como una importante fuente de polución los efluentes industriales, en especial los de mataderos, industrias químicas, siderúrgicas, entre otras.

Merecen destaque igualmente los vertederos de basura, que pueden colocar en riesgo la calidad del agua del acuífero.

La caracterización del balance hídrico y las potenciales fuentes de contaminación y la configuración de un escenario futuro de estos aspectos deben alimentar la elaboración de simulaciones que irán justificar las medidas correctivas y mitigadoras del Plan de Gestión.

Así, a partir de datos de la situación actual es posible elaborar proyecciones de los más importantes parámetros relacionados con la cantidad y calida del agua del acuífero.

4. Situación Actual y Proyecciones

Los cuadros siguientes resumen los principales elementos que fueron utilizados para elaborar las proyecciones de las necesidades del agua del Acuífero Patiño, caracterizando la situación actual y la evolución de los mismos.

4.1 Población y Viviendas

Fueron utilizados los datos censales disponibilizados por DGEEC para determinar los parámetros que permitieron proyectar la evolución poblacional en el área del Acuífero Patiño. Las proyecciones tienen como objetivo tener una estimativa de la evolución futura de la población y de las viviendas para posibilitar estimar la cantidad de agua necesaria para satisfacer la demanda de la población ubicada en el área del acuífero, no teniendo una precisión demográfica más elaborada.

Los parámetros que se utilizaron fueron: tasas de crecimiento, porcentajes de participación de los Departamentos en el total de Paraguay, tasas de urbanización y personas por vivienda.

A partir de la evolución de las tasas de crecimiento de Paraguay se proyectó la evolución de esas tasas en el período de proyecto y la evolución poblacional, presentada en el cuadro

PARAGUAY

AÑO	POBLACION (hab.)			TASA DE CRECIMIENTO (%)		
	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL
1962	1.819.103	651.869	1.167.234			
1967	2.088.529	767.107	1.321.422	2,63%	3,07%	2,37%
1972	2.357.955	882.345	1.475.610	2,63%	3,07%	2,37%
1977	2.693.893	1.088.845	1.605.048	2,54%	3,91%	1,63%
1982	3.029.830	1.295.345	1.734.485	2,54%	3,91%	1,63%
1987	3.591.209	1.692.517	1.898.693	3,20%	4,90%	1,75%
1992	4.152.588	2.089.688	2.062.900	3,20%	4,90%	1,75%
1997	4.657.893	2.509.063	2.148.831	2,20%	3,43%	0,80%
2002	5.163.198	2.928.437	2.234.761	2,20%	3,43%	0,80%
2005	5.503.436	3.221.415	2.282.020	2,15%	3,23%	0,70%
2010	6.115.058	3.757.901	2.357.156	2,13%	3,13%	0,65%
2015	6.784.678	4.355.954	2.428.725	2,10%	3,00%	0,60%
2020	7.527.625	5.027.645	2.499.980	2,10%	2,91%	0,58%
2025	8.347.838	5.777.070	2.570.767	2,09%	2,82%	0,56%
2030	9.252.888	6.610.642	2.642.245	2,08%	2,73%	0,55%
2035	10.251.039	7.535.328	2.715.711	2,07%	2,65%	0,55%

Cuadro 2: Población del Paraguay - Evolución de 1962 hasta 2002 y Proyección hasta 2035

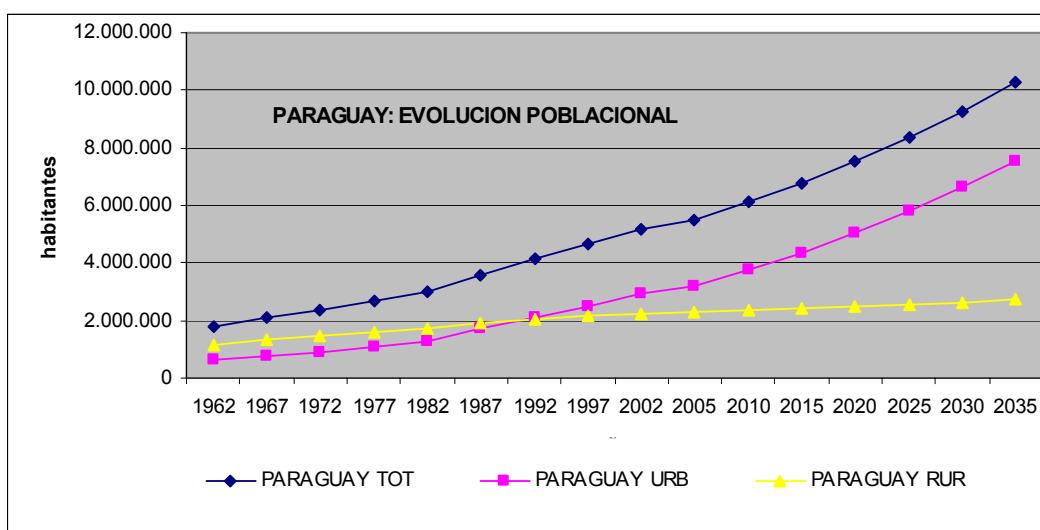


Grafico 1: Paraguay – Evolución Poblacional

Con la evolución poblacional de Paraguay se elaboraran las proyecciones para Asunción y los Departamentos Central y Paraguari, utilizándose las tasas de crecimiento y la participación de ellos en el total de Paraguay, como presentado en los cuadros y gráficos siguientes.

ASUNCION

AÑO	POBLACION (hab,)		TASA DE CRECIMIENTO (%)			PARTICIPACION (%)	
	TOTAL	URBANA	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA
1962	288.882	288.882				15,88%	44,32%
1967	338.920	338.920	3,02%	3,02%	0,00%		
1972	388.958	388.958	3,02%	3,02%	0,00%	16,50%	44,08%
1977	421.920	421.920	1,58%	1,58%	0,00%		
1982	454.881	454.881	1,58%	1,58%	0,00%	15,01%	35,12%
1987	477.910	477.910	0,97%	0,97%	0,00%		
1992	500.938	500.938	0,97%	0,97%	0,00%	12,06%	23,97%
1997	506.525	506.525	0,22%	0,22%	0,00%		
2002	512.112	512.112	0,22%	0,22%	0,00%	9,92%	17,49%
2005	527.630	527.630	1,00%	1,00%	0,00%	9,59%	16,38%
2010	554.544	554.544	1,00%	1,00%	0,00%	9,07%	14,76%
2015	582.831	582.831	1,00%	0,50%	0,00%	8,59%	13,38%
2020	612.561	612.561	1,00%	0,50%	0,00%	8,14%	12,18%
2025	643.808	643.808	1,00%	0,50%	0,00%	7,71%	11,14%
2030	676.649	676.649	1,00%	0,50%	0,00%	7,31%	10,24%
2035	711.165	711.165	1,00%	0,50%	0,00%	6,94%	9,44%

Cuadro 3: Población de Asunción - Evolución de 1962 hasta 2002 y Proyección hasta 2035

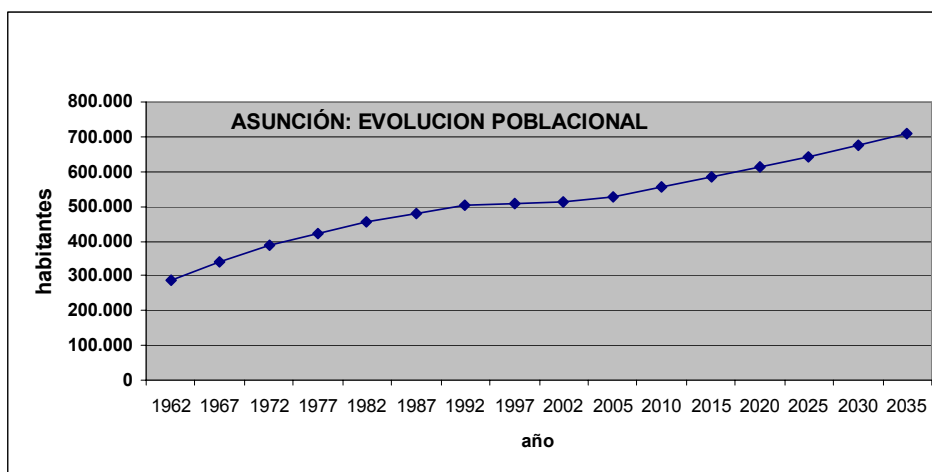


Gráfico 2: Asunción – Evolución Poblacional

CENTRAL

AÑO	POBLACION (hab,)			TASA DE CRECIMIENTO (%)			PARTICIPACION (%)		
	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL
1962	229.073	75.674	153.399				12,6%	11,6%	13,1%
1967	269.732	106.249	163.483						
1972	310.390	136.824	173.566	3,1%	6,1%	1,2%	13,2%	15,5%	11,8%
1977	403.889	217.432	186.457						
1982	497.388	298.040	199.348	4,8%	8,1%	1,4%	16,4%	23,0%	11,5%
1987	682.122	494.031	188.092						
1992	866.856	690.021	176.835	5,7%	8,8%	-1,2%	20,9%	33,0%	8,6%
1997	1.114.875	933.880	180.995						
2002	1.362.893	1.177.738	185.155	4,6%	5,5%	0,5%	26,4%	40,2%	8,3%
2005	1.533.069	1.345.684	187.386	4,0%	4,5%	0,4%	27,9%	41,8%	8,2%
2010	1.820.805	1.629.642	191.164	3,5%	3,9%	0,4%	29,8%	43,4%	8,1%
2015	2.121.079	1.926.061	195.018	3,1%	3,4%	0,4%	31,3%	44,2%	8,0%
2020	2.435.132	2.236.182	198.949	2,8%	3,0%	0,4%	32,3%	44,5%	8,0%
2025	2.768.594	2.565.634	202.960	2,6%	2,8%	0,4%	33,2%	44,4%	7,9%
2030	3.132.410	2.925.358	207.052	2,5%	2,7%	0,4%	33,9%	44,3%	7,8%
2035	3.544.034	3.332.808	211.226	2,5%	2,6%	0,4%	34,6%	44,2%	7,8%

Cuadro 4: Población del Departamento Central - Evolución de 1962 hasta 2002 y Proyección hasta 2035

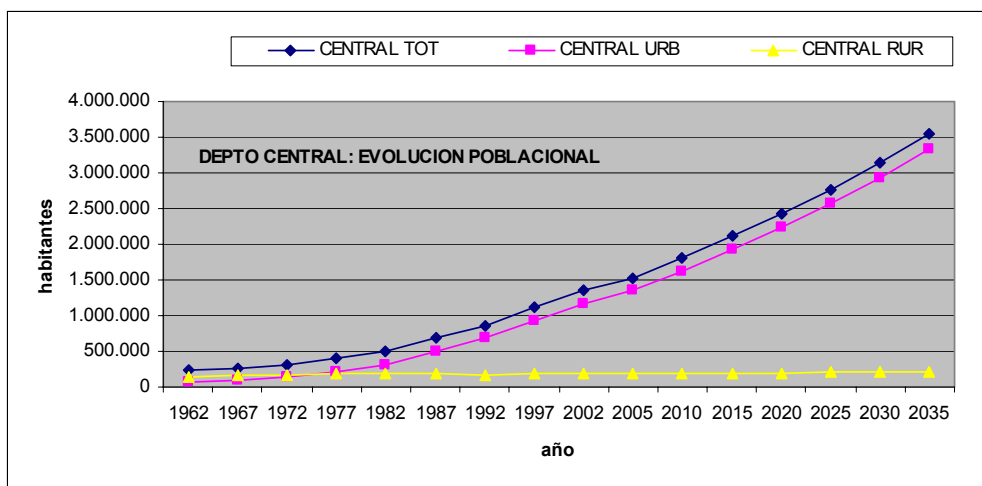


Grafico 3: Departamento Central – Evolución Poblacional

PARAGUARI

AÑO	POBLACION (hab.)			TASA DE CRECIMIENTO (%)			PARTICIPACION (%)		
	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL
1962	203.012	35.187	167.825				11,2%	5,4%	14,4%
	207.495	33.843	173.652						
1972	211.977	32.498	179.479	0,4%	-0,8%	0,7%	9,0%	3,7%	12,2%
	208.188	36.889	171.300						
1982	204.399	41.279	163.120	-0,4%	2,4%	-1,0%	6,7%	3,2%	9,4%
	206.463	42.867	163.597						
1992	208.527	44.454	164.073	0,2%	0,7%	0,1%	5,0%	2,1%	8,0%
	215.230	47.802	167.428						
2002	221.932	51.150	170.782	0,6%	1,4%	0,4%	4,3%	1,7%	7,6%
2005	228.657	55.817	172.840	1,0%	3,0%	0,4%	4,2%	1,7%	7,6%
2010	240.321	63.996	176.324	1,0%	2,8%	0,4%	3,9%	1,7%	7,5%
2015	252.579	72.700	179.879	1,0%	2,6%	0,4%	3,7%	1,7%	7,4%
2020	265.463	81.958	183.505	1,0%	2,4%	0,4%	3,5%	1,6%	7,3%
2025	279.005	91.800	187.205	1,0%	2,3%	0,4%	3,3%	1,6%	7,3%
2030	293.237	102.258	190.979	1,0%	2,2%	0,4%	3,2%	1,5%	7,2%
2035	308.195	113.365	194.829	1,0%	2,1%	0,4%	3,0%	1,5%	7,2%

Cuadro 5: Población del Departamento Paraguari - Evolución de 1962 hasta 2002 y Proyección hasta 2035

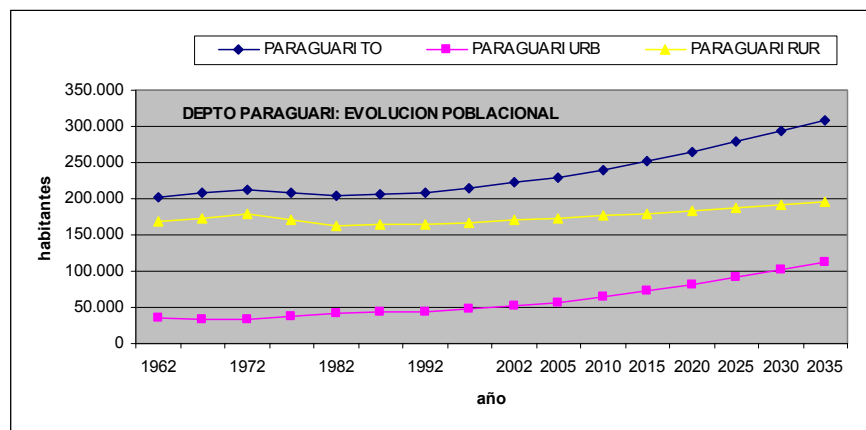


Grafico 4: Departamento Paraguari – Evolución Poblacional

Para proyectar la evolución de la población en los municipios que se ubican en el área del Acuífero se utilizaron los índices de participación de los mismos en sus respectivos departamentos, mientras que con las tasas de urbanización se proyectó la población urbana y rural. Los resultados de las proyecciones se presentan en los cuadros siguientes. Esos valores corresponden a la población total del municipio, que después se utilizó para estimar la población que se ubica en el área o que utiliza agua del acuífero.

Para cada municipio se estimó los porcentuales de población urbana y rural dependientes del agua del Acuífero Patiño, que se utilizó para llegar a los valores de población dependiente del Acuífero en cada municipio.

INFORME ETAPA I

Departamento	Municipalidades	Censo 1962			Censo 1972			Censo 1982			Censo 1992			Censo 2002		
		total	urbana	rural	total	urbana	rural	total	urbana	rural	total	urbana	rural	total	urbana	rural
Paraguay Asunción Central		1.819.103	661.869	1.167.234	2.357.955	882.345	1.475.610	3.029.830	1.295.345	1.734.485	4.152.588	2.062.900	5.163.198	2.928.437	2.234.761	
	Asunción	288.882	288.882	0	388.958	388.958	0	454.881	454.881	0	500.938	500.938	0	512.112	0	
	Aregua	229.073	75.674	153.399	310.390	136.824	173.566	497.388	298.040	199.348	866.856	690.021	1.76.835	1.362.893	1.177.738	
	Itá Central	10.287	3.699	6.588	11.202	3.916	7.286	14.568	5.177	9.381	24.777	6.374	18.403	44.566	10.009	
	Capiatá	20.892	2.062	18.830	26.417	2.811	23.606	44.629	4.456	40.173	83.773	83.773	0	154.274	154.274	
	Fernando de la Mora	14.519	10.194	4.325	36.892	36.892	0	66.597	66.597	0	95.072	95.072	0	113.560	113.560	
	Guarambaré	6.490	3.467	3.023	6.809	3.696	3.113	8.648	4.499	4.149	12.298	6.995	5.303	16.887	8.846	
	Itá Central	23.863	6.265	17.598	25.201	7.069	18.132	28.419	9.311	19.108	36.886	14.259	22.627	50.391	17.469	
	Itaugua	17.645	3.064	14.581	20.209	3.762	16.447	25.959	5.382	20.577	37.664	13.910	23.754	60.601	45.577	
	J. Augusto Saldívar			0			0				21.132	2.013	19.119	37.374	3.977	
	Lambaré	20.778	8.300	12.478	31.732	31.732	0	67.168	67.168	0	99.572	99.572	0	119.795	119.795	
	Lirio	10.126	1.438	8.688	12.767	2.232	10.535	16.036	3.288	12.748	35.297	26.177	9.120	73.158	73.158	
	Luque	30.834	11.008	19.826	40.677	13.945	26.732	64.288	25.896	38.392	116.600	84.877	31.723	185.127	170.986	
	Mariano	5.686	796	4.890	7.388	1.486	5.902	14.636	2.681	11.955	39.289	39.289	0	65.229	65.229	
	Nemby	5.964	796	5.168	6.899	861	6.038	11.994	2.556	9.438	38.516	26.999	11.517	71.909	71.909	
	San Antonio	5.965	4.247	1.718	7.321	4.891	2.430	8.293	5.320	2.973	14.919	7.371	7.548	37.795	37.795	
San Lorenzo	18.573	8.593	9.980	36.811	11.621	25.190	74.552	74.552	0	133.395	133.395	0	204.366	204.366		
Villa Elisa	3.214	526	2.688	4.774	609	4.165	12.038	6.784	5.254	29.796	29.796	0	53.166	53.166		
Villeta Central	12.795	3.020	9.775	13.474	3.164	10.310	15.107	5.250	9.857	16.908	7.439	9.469	22.429	10.106		
Ypacarai	10.102	5.281	4.821	10.493	5.211	5.282	12.057	5.719	6.338	14.495	7.160	7.335	18.530	9.073		
Ypané	5.389	1.489	3.920	5.472	1.488	3.984	6.392	2.229	4.163	9.341	3.901	5.440	25.421	5.972		
Paraguay		203.012	35.187	167.825	211.977	32.498	179.479	204.399	41.279	163.120	208.527	44.454	164.073	221.932	51.150	
Paraguayí	13.028	4.880	8.148	13.724	4.990	8.734	13.644	6.592	7.052	19.278	7.269	12.009	22.154	8.307		
Pirayú	10.871	2.753	8.118	10.934	2.698	8.236	11.905	3.308	8.597	12.816	3.132	9.684	15.003	3.856		
Yaguaron	17.084	2.763	14.331	19.312	3.366	15.926	21.301	4.476	16.825	21.815	5.325	16.490	25.984	6.788		
Acuífero Patiño		553.017	373.503	179.514	737.466	535.418	202.048	993.102	786.122	226.980	1.414.577	1.205.036	209.541	1.929.621	223.301	

Cuadro 6: Datos Censales de Población en el Área del Acuífero

INFORME ETAPA I

Departamento	Municipalidades	CENSO								ADOPTADO								
		1962	1972	1982	1992	2002	2.005	2.010	2.015	2.020	2.025	2.030	2.035					
Central	Aregua	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	Capiatá	4,5%	3,6%	2,9%	2,9%	3,3%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%	3,30%
	Fernando de la Mora	9,1%	8,5%	9,0%	9,7%	11,3%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%
	Guarambaré	6,3%	11,9%	13,4%	11,0%	8,3%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%
	Itá Central	2,8%	2,2%	1,7%	1,4%	1,2%	1,20%	1,20%	1,20%	1,20%	1,20%	1,20%	1,20%	1,20%	1,20%	1,20%	1,20%	1,20%
	Itaugua	10,4%	8,1%	5,7%	4,3%	3,7%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%	3,50%
	J. Augusto Saldivar	7,7%	6,5%	5,2%	4,3%	4,4%	4,40%	4,40%	4,40%	4,40%	4,40%	4,40%	4,40%	4,40%	4,40%	4,40%	4,40%	4,40%
	Lambaré	0,0%	0,0%	0,0%	2,4%	2,7%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%	2,80%
	Limpio	9,1%	10,2%	13,5%	11,5%	8,8%	8,40%	8,40%	8,40%	8,40%	8,40%	8,40%	8,40%	8,40%	8,40%	8,40%	8,40%	8,40%
	Luque	4,4%	4,1%	3,2%	4,1%	5,4%	5,60%	5,60%	5,60%	5,60%	5,60%	5,60%	5,60%	5,60%	5,60%	5,60%	5,60%	5,60%
	Mariano	13,5%	13,1%	12,9%	13,5%	13,6%	13,60%	13,60%	13,60%	13,60%	13,60%	13,60%	13,60%	13,60%	13,60%	13,60%	13,60%	13,60%
	Nemby	2,5%	2,4%	2,9%	4,5%	4,8%	4,80%	4,80%	4,80%	4,80%	4,80%	4,80%	4,80%	4,80%	4,80%	4,80%	4,80%	4,80%
	San Antonio	2,6%	2,2%	2,4%	4,4%	5,3%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%	5,50%
	San Lorenzo	2,6%	2,4%	1,7%	1,7%	2,8%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Villa Elisa	8,1%	11,9%	15,0%	15,4%	15,0%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	
Villeta Central	1,4%	1,5%	2,4%	3,4%	3,9%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	
Ypacarai	5,6%	4,3%	3,0%	2,0%	1,6%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	1,60%	
Ypané	4,4%	3,4%	2,4%	1,7%	1,4%	1,40%	1,40%	1,40%	1,40%	1,40%	1,40%	1,40%	1,40%	1,40%	1,40%	1,40%	1,40%	
Paraguari	Ypané	2,4%	1,8%	1,3%	1,1%	1,9%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
	Paraguari	8,4%	9,1%	10,4%	10,5%	11,7%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%	11,90%
	Pirayú	6,4%	6,5%	6,7%	9,2%	10,0%	10,20%	10,20%	10,20%	10,20%	10,20%	10,20%	10,20%	10,20%	10,20%	10,20%	10,20%	10,20%
	Yaguaron	5,4%	5,2%	5,8%	6,1%	6,8%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%

Cuadro 7: Participación de los Municipios en sus Departamentos

INFORME ETAPA I

Departamento	Municipalidades	CENSO					ADOPTADO							
		1962	1972	1982	1992	2002	2.005	2.010	2.015	2.020	2.025	2.030	2.035	
Central	Aregua	36,0%	35,0%	35,6%	25,7%	22,5%	21,00%	21,00%	21,00%	21,00%	21,00%	21,00%	21,00%	21,00%
	Capiatá	9,9%	10,6%	10,0%	100,0%	100,0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	Fernando de la Mora	70,2%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	Guarambaré	53,4%	54,3%	52,0%	56,9%	53,0%	52,00%	52,00%	52,00%	52,00%	52,00%	52,00%	52,00%	52,00%
	Itá Central	26,3%	28,1%	32,8%	38,7%	34,7%	34,00%	34,00%	34,00%	34,00%	34,00%	34,00%	34,00%	34,00%
	Itaugua	17,4%	18,6%	20,7%	36,9%	75,2%	80,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	J. Augusto Saldívar				9,5%	10,6%	11,00%	11,00%	11,00%	11,00%	11,00%	11,00%	11,00%	11,00%
	Lambaré	39,9%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	Limpio	14,2%	17,5%	20,5%	74,2%	100,0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	Luque	35,7%	34,3%	40,3%	72,8%	92,4%	94,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	Mariano	14,0%	20,1%	18,3%	100,0%	100,0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	Nemby	13,3%	12,5%	21,3%	70,1%	100,0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	San Antonio	71,2%	66,8%	64,2%	49,4%	100,0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	San Lorenzo	46,3%	31,6%	100,0%	100,0%	100,0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	Villa Elisa	16,4%	12,8%	56,4%	100,0%	100,0%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	Villeta Central	23,6%	23,5%	34,8%	44,0%	45,1%	46,00%	46,00%	46,00%	46,00%	46,00%	46,00%	46,00%	46,00%
Ypacarai	52,3%	49,7%	47,4%	49,4%	49,0%	49,00%	49,00%	49,00%	49,00%	49,00%	49,00%	49,00%	49,00%	
Ypané	27,3%	27,2%	34,9%	41,8%	23,5%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	25,00%	
Paraguari	Paraguari	16,2%	17,5%	21,0%	24,4%	26,1%	28,00%	28,00%	28,00%	28,00%	28,00%	28,00%	28,00%	
	Prayú	37,5%	36,4%	48,3%	37,7%	37,5%	38,00%	38,00%	38,00%	38,00%	38,00%	38,00%	38,00%	
	Yaguairón	25,3%	24,7%	27,8%	24,4%	25,7%	27,00%	27,00%	27,00%	27,00%	27,00%	27,00%	27,00%	

Cuadro 8: Tasas de Urbanización de los municipios

INFORME ETAPA I

Departamento	Municipalidades	2002	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Paraguay		5.163.198	5.503.436	6.115.058	6.784.678	7.527.625	8.347.838	9.252.888	10.251.039
Asunción	Asunción	512.112	527.630	554.544	582.831	612.561	643.808	676.649	711.165
Central		1.362.893	1.533.069	1.820.805	2.121.079	2.435.132	2.768.594	3.132.410	3.544.034
	Aregua	44.566	50.591	60.087	69.996	80.359	91.364	103.370	116.953
	Capiatá	154.274	176.303	209.393	243.924	280.040	318.388	360.227	407.564
	Fernando de la Mora	113.560	122.646	145.664	169.686	194.811	221.487	250.593	283.523
	Guarambaré	16.687	18.397	21.850	25.453	29.222	33.223	37.589	42.528
	Itá Central	50.391	53.657	63.728	74.238	85.230	96.901	109.634	124.041
	Itaugua	60.601	67.455	80.115	93.327	107.146	121.818	137.826	155.937
	J. Augusto Saldívar	37.374	42.926	50.983	59.390	68.184	77.521	87.707	99.233
	Lambaré	119.795	128.778	152.948	178.171	204.551	232.562	263.122	297.699
	Limpio	73.158	85.852	101.965	118.780	136.367	155.041	175.415	198.466
	Luque	185.127	208.497	247.630	288.467	331.178	376.529	426.008	481.989
	Mariano	65.229	73.587	87.399	101.812	116.886	132.892	150.356	170.114
	Nemby	71.909	84.319	100.144	116.659	133.932	152.273	172.283	194.922
	San Antonio	37.795	45.992	54.624	63.632	73.054	83.058	93.972	106.321
	San Lorenzo	204.356	229.960	273.121	318.162	365.270	415.289	469.861	531.605
	Villa Elisa	53.166	61.323	72.832	84.843	97.405	110.744	125.296	141.761
	Villeta Central	22.429	24.529	29.133	33.937	38.962	44.297	50.119	56.705
	Ypacarai	18.530	21.463	25.491	29.695	34.092	38.760	43.854	49.616
	Ypané	25.421	30.661	36.416	42.422	48.703	55.372	62.648	70.881
Paraguari		221.932	228.657	240.321	252.579	265.463	279.005	293.237	308.195
	Paraguari	22.154	23.323	24.513	25.763	27.077	28.458	29.910	31.436
	Pirayú	15.003	16.006	16.822	17.681	18.582	19.530	20.527	21.574
	Yaguaron	25.984	27.210	28.598	30.057	31.590	33.202	34.895	36.675
Acuífero Patiño		1.880.487	2.067.435	2.377.183	2.699.344	3.036.447	3.394.031	3.782.780	4.219.694

Cuadro 9: Área del Acuífero Patiño – Proyección de la Población Total

INFORME ETAPA

Departamento	Municipalidades	2.002	2.005	2.010	2.015	2.020	2.025	2.030	2.035
Paraguay		2.928.437	3.221.415	3.757.901	4.355.954	5.027.645	5.777.070	6.610.642	7.535.328
Asunción Central	Asunción	512.112	527.630	554.544	582.831	612.561	643.808	676.649	711.165
	Aregua	1.177.738	1.345.684	1.629.642	1.926.061	2.236.182	2.565.634	2.925.358	3.332.808
	Capiatá	10.009	10.624	12.618	14.699	16.875	19.186	21.708	24.560
	Fernando de la Mora	154.274	176.303	209.393	243.924	280.040	318.388	360.227	407.564
	Guarambaré	113.560	122.646	145.664	169.686	194.811	221.487	250.593	283.523
	Itá Central	8.846	9.566	11.362	13.236	15.195	17.276	19.546	22.115
	Itaugua	17.469	18.244	21.668	25.241	28.978	32.946	37.276	42.174
	J. Augusto Saldívar	45.577	53.964	80.115	93.327	107.146	121.818	137.826	155.937
	Lambaré	3.977	4.722	5.608	6.533	7.500	8.527	9.648	10.916
	Limpio	119.795	128.778	152.948	178.171	204.551	232.562	263.122	297.699
	Luque	73.158	85.852	101.965	118.780	136.367	155.041	175.415	198.466
	Mariano	170.966	195.988	247.630	288.467	331.178	376.529	426.008	481.989
	Nemby	65.229	73.587	87.399	101.812	116.886	132.892	150.366	170.114
	San Antonio	71.909	84.319	100.144	116.659	133.932	152.273	172.283	194.922
	San Lorenzo	37.795	45.992	54.624	63.632	73.054	83.058	93.972	106.321
	Villa Elisa	204.356	229.960	273.121	318.162	365.270	415.289	469.861	531.605
	Villeta Central	53.166	61.323	72.832	84.843	97.405	110.744	125.296	141.761
	Ypacarai	10.106	11.283	13.401	15.611	17.923	20.377	23.055	26.084
	Ypané	9.073	10.517	12.491	14.551	16.705	18.993	21.488	24.312
Paraguari		5.972	7.665	9.104	10.605	12.176	13.843	15.662	17.720
	Paraguari	51.150	55.817	63.996	72.700	81.958	91.800	102.258	113.365
	Pirayú	8.307	8.863	9.315	9.790	10.289	10.814	11.366	11.946
	Yaguaron	3.856	4.322	4.542	4.774	5.017	5.273	5.542	5.825
		6.788	7.619	8.007	8.416	8.845	9.296	9.771	10.269
Acuífero Patiño		1.696.214	1.868.482	2.175.094	2.468.140	2.774.783	3.100.045	3.453.615	3.850.902

Cuadro 10: Área del Acuífero Patiño – Proyección de la Población Urbana

INFORME ETAPA I

Departamento	Municipalidades	2002	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Paraguay		2.234.761	2.282.020	2.357.156	2.428.725	2.499.980	2.570.767	2.642.245	2.715.711
Asunción	Asunción	0	0	0	0	0	0	0	0
Central	Aregua	185.155	187.386	191.164	195.018	198.949	202.960	207.052	211.226
	Capiatá	34.557	39.967	47.468	55.297	63.484	72.177	81.662	92.393
	Fernando de la Mora	0	0	0	0	0	0	0	0
	Guarambaré	7.841	8.830	10.488	12.217	14.026	15.947	18.043	20.414
	Itá Central	32.922	35.414	42.061	48.997	56.252	63.955	72.359	81.867
	Itaugua	15.024	13.491	0	0	0	0	0	0
	J. Augusto Saldívar	33.397	38.204	45.374	52.857	60.683	68.993	78.060	88.317
	Lambaré	0	0	0	0	0	0	0	0
	Limpio	0	0	0	0	0	0	0	0
	Luque	14.141	12.510	0	0	0	0	0	0
	Mariano	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nemby	0	0	0	0	0	0	0	0
	San Antonio	0	0	0	0	0	0	0	0
	San Lorenzo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Villa Elisa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Villeta Central	12.323	13.246	15.732	18.326	21.040	23.921	27.064	30.620
	Ypacarai	9.457	10.946	13.001	15.145	17.387	19.768	22.365	25.304
	Ypané	19.449	22.996	27.312	31.816	36.527	41.529	46.986	53.161
Paraguari		170.782	172.840	176.324	179.879	183.505	187.205	190.979	194.829
	Paraguari	13.847	14.460	15.198	15.973	16.788	17.644	18.544	19.490
	Pirayú	11.147	11.684	12.280	12.907	13.565	14.257	14.984	15.749
	Yaguairón	19.196	19.591	20.591	21.641	22.745	23.905	25.125	26.406
Acuífero Patiño		184.273	198.953	202.090	231.204	261.664	293.985	329.165	368.792

Cuadro 11: Área del Acuífero Patiño – Proyección de la Población Rural

		Porcentaje de Población Dependiente	
Departamento	Municipalidades	urbana	rural
Paraguay			
Asunción	Asunción	100,00%	0,00%
Central			
	Aregua	100,00%	90,00%
	Capiatá	100,00%	0,00%
	Fernando de la Mora	100,00%	0,00%
	Guarambaré	100,00%	90,00%
	Itá Central	100,00%	90,00%
	Itaugua	100,00%	100,00%
	J. Augusto Saldívar	100,00%	100,00%
	Lambaré	100,00%	0,00%
	Limpio	100,00%	0,00%
	Luque	100,00%	90,00%
	Mariano	100,00%	0,00%
	Nemby	100,00%	0,00%
	San Antonio	100,00%	0,00%
	San Lorenzo	100,00%	0,00%
	Villa Elisa	100,00%	0,00%
	Villeta Central	0,00%	0,00%
	Ypacarai	100,00%	50,00%
	Ypané	100,00%	85,00%
Paraguarí			
	Paraguarí	100,00%	50,00%
	Pirayú	100,00%	80,00%
	Yaguarón	100,00%	95,00%

Cuadro 12: Área del Acuífero Patiño – Porcentaje de Población Dependiente del Acuífero

INFORME ETAPA 1

Departamento	Municipalidades	2002	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Paraguay		1.880.487	2.067.435	2.377.183	2.699.344	3.036.447	3.394.031	3.782.780	4.219.694
Asunción	Asunción	512.112	527.630	554.544	582.831	612.561	643.808	676.649	711.165
Central		1.315.347	1.483.813	1.763.791	2.054.662	2.358.880	2.681.901	3.034.325	3.433.060
	Aregua	41.110	46.595	55.340	64.466	74.011	84.146	95.203	107.714
	Capiatá	154.274	176.303	209.393	243.924	280.040	318.388	360.227	407.564
	Fernando de la Mora	113.560	122.646	145.664	169.686	194.811	221.487	250.593	283.523
	Guarambaré	15.903	17.514	20.801	24.231	27.819	31.628	35.785	40.487
	Itá Central	47.099	50.116	59.522	69.338	79.604	90.505	102.398	115.854
	Itaugua	60.601	67.455	80.115	93.327	107.146	121.818	137.826	155.937
	J. Augusto Saldívar	37.374	42.926	50.983	59.390	68.184	77.521	87.707	99.233
	Lambaré	119.795	128.778	152.948	178.171	204.551	232.562	263.122	297.699
	Limpio	73.158	85.852	101.965	118.780	136.367	155.041	175.415	198.466
	Luque	183.713	207.246	247.630	288.467	331.178	376.529	426.008	481.989
	Mariano	65.229	73.587	87.399	101.812	116.886	132.892	150.356	170.114
	Nemby	71.909	84.319	100.144	116.659	133.932	152.273	172.283	194.922
	San Antonio	37.795	45.992	54.624	63.632	73.054	83.058	93.972	106.321
	San Lorenzo	204.356	229.960	273.121	318.162	365.270	415.289	469.861	531.605
	Villa Elisa	53.166	61.323	72.832	84.843	97.405	110.744	125.296	141.761
	Villeta Central	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ypacarai	13.802	15.990	18.991	22.123	25.398	28.876	32.671	36.994
	Ypané	22.504	27.212	32.319	37.649	43.224	49.143	55.600	62.907
	Paraguari	53.028	55.993	58.849	61.851	65.006	68.322	71.807	75.470
	Pirayú	15.231	16.093	16.914	17.777	18.683	19.636	20.638	21.691
	Yaguarón	12.774	13.669	14.366	15.099	15.869	16.679	17.530	18.424
		25.024	26.231	27.569	28.975	30.453	32.006	33.639	35.355
Acuífero Patiño		1.880.487	2.067.435	2.377.183	2.699.344	3.036.447	3.394.031	3.782.780	4.219.694

Cuadro 13: Acuífero Patiño – Población Total Dependiente del Acuífero

INFORME ETAPA I

Departamento	Municipalidades	2.002	2.005	2.010	2.015	2.020	2.025	2.030	2.035
Paraguay	Asunción	1.696.214	1.868.482	2.175.094	2.468.140	2.774.783	3.100.045	3.453.615	3.850.902
	Central	512.112	527.630	554.544	582.831	612.561	643.808	676.649	711.165
	Aregua	1.165.151	1.320.049	1.598.685	1.862.329	2.138.070	2.430.853	2.750.287	3.111.697
	Capiatá	10.009	10.624	12.618	14.699	16.875	19.186	21.708	24.560
	Fernando de la Mora	154.274	176.303	209.393	243.924	280.040	318.388	360.227	407.564
	Guarambaré	113.560	122.646	145.664	169.686	194.811	221.487	250.593	283.523
	Itá Central	8.846	9.566	11.362	13.236	15.195	17.276	19.546	22.115
	Itaugua	17.469	18.244	21.668	25.241	28.978	32.946	37.276	42.174
	J. Augusto Saldivar	45.577	53.964	80.115	93.327	107.146	121.818	137.826	155.937
	Lambaré	3.977	4.722	5.608	6.533	7.500	8.527	9.648	10.916
	Limpio	119.795	128.778	152.948	178.171	204.551	232.562	263.122	297.699
	Luque	73.158	85.852	101.965	118.780	136.367	155.041	175.415	198.466
Mariano	170.986	195.988	247.630	288.467	331.178	376.529	426.008	481.989	
Nemby	65.229	73.587	87.399	101.812	116.886	132.892	150.356	170.114	
San Antonio	71.909	84.319	100.144	116.659	133.932	152.273	172.283	194.922	
San Lorenzo	37.795	45.992	54.624	63.632	73.054	83.058	93.972	106.321	
Villa Elisa	204.356	229.960	273.121	318.162	365.270	415.289	469.861	531.605	
Villeta Central	53.166	61.323	72.832	84.843	97.405	110.744	125.296	141.761	
Ypacarai	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ypané	9.073	10.517	12.491	14.551	16.705	18.993	21.488	24.312	
Paraguari	5.972	7.665	9.104	10.605	12.176	13.843	15.662	17.720	
Pirayú	18.951	20.803	21.864	22.980	24.152	25.384	26.679	28.040	
Yaguaron	8.307	8.863	9.315	9.790	10.289	10.814	11.366	11.946	
	3.856	4.322	4.542	4.774	5.017	5.273	5.542	5.825	
	6.788	7.619	8.007	8.416	8.845	9.296	9.771	10.269	
Acuífero Patiño	1.696.214	1.868.482	2.175.094	2.468.140	2.774.783	3.100.045	3.453.615	3.850.902	

Cuadro 14: Acuífero Patiño – Población Urbana Dependiente del Acuífero

PRIME ETAPA

Departamento	Municipalidades	2002	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Paraguay	Asunción	184.273	198.953	202.090	231.204	261.664	293.985	329.165	368.792
	Central	150.196	163.764	165.105	192.333	220.810	251.048	284.038	321.362
	Capiatá	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fernando de la Mora	0	0	0	0	0	0	0	0
	Guarambaré	7.057	7.947	9.439	10.996	12.624	14.352	16.238	18.372
	Itá Central	29.630	31.873	37.855	44.097	50.626	57.559	65.123	73.680
	Itaugua	15.024	13.491	0	0	0	0	0	0
	J. Augusto Saldívar	33.397	38.204	45.374	52.857	60.683	68.993	78.060	88.317
	Lambaré	0	0	0	0	0	0	0	0
	Limpio	0	0	0	0	0	0	0	0
	Luque	12.727	11.259	0	0	0	0	0	0
	Mariano	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ñemby	0	0	0	0	0	0	0	0
	San Antonio	0	0	0	0	0	0	0	0
	San Lorenzo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Villa Elisa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Villeta Central	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ypacarai	4.729	5.473	6.500	7.572	8.693	9.884	11.183	12.652
	Ypané	16.532	19.547	23.215	27.044	31.048	35.300	39.938	45.186
Paraguay	Paraguari	34.077	35.189	36.984	38.871	40.854	42.938	45.128	47.430
	Pirayú	6.924	7.230	7.599	7.987	8.394	8.822	9.272	9.745
	Yaguarón	8.918	9.347	9.824	10.325	10.852	11.406	11.988	12.599
	Yaguarón	18.236	18.612	19.561	20.559	21.608	22.710	23.868	25.086
Acuífero Patiño		184.273	198.953	202.090	231.204	261.664	293.985	329.165	368.792

Cuadro 14: Acuífero Patiño – Población Rural Dependiente del Acuífero

Para la proyección del número de viviendas en el área del Acuífero se utilizó la relación personas por vivienda ocurrida en 2002 adoptándola constante en el tiempo.

ACUÍFERO PATIÑO		total	urbano	rural
Paraguay		4,700	4,700	4,700
Asunción	Asunción	4,455	4,455	
Central		4,600	4,600	4,600
	Aregua	4,764	4,732	4,774
	Capiatá	4,660	4,660	0,000
	Fernando de la Mora	4,463	4,463	0,000
	Guarambaré	4,894	4,847	4,947
	Itá Central	4,668	4,626	4,690
	Itaugua	4,515	4,456	4,702
	J. Augusto Saldivar	4,781	4,729	4,787
	Lambaré	4,718	4,718	0,000
	Limpio	4,620	4,620	0,000
	Luque	4,736	4,752	4,551
	Mariano	4,662	4,662	0,000
	Nemby	4,668	4,668	0,000
	San Antonio	4,603	4,603	0,000
	San Lorenzo	4,583	4,583	0,000
	Villa Elisa	4,690	4,690	0,000
	Villeta Central	4,380	4,403	4,361
	Ypacarai	4,509	4,541	4,478
	Ypané	4,619	5,083	4,493
Paraguarí		4,558	4,340	4,628
	Paraguarí	4,558	4,340	4,628
	Pirayú	4,410	4,352	4,430
	Yaguarón	4,715	4,571	4,768

Cuadro 15: Acuífero Patiño – Relación Personas por Vivienda

Con los valores del cuadro anterior fue elaborada la evolución del número de viviendas en el período de proyección, como mostrado a seguir.

Departamento	Municipalidades	2002	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Paraguay	Asunción	409.777	450.160	517.160	586.798	659.667	736.961	820.980	915.386
		114.954	118.437	124.479	130.828	137.502	144.516	151.888	159.635
		283.205	319.445	379.778	442.408	507.912	577.464	653.348	739.203
		8.630	9.780	11.616	13.531	15.535	17.662	19.983	22.609
		33.105	37.832	44.933	52.343	60.093	68.322	77.300	87.457
		25.445	27.481	32.639	38.021	43.651	49.628	56.149	63.528
		3.252	3.580	4.252	4.953	5.687	6.465	7.315	8.276
		10.093	10.739	12.754	14.857	17.057	19.393	21.942	24.825
		13.423	14.979	17.979	20.944	24.045	27.337	30.930	34.994
		7.818	8.980	10.665	12.424	14.263	16.217	18.348	20.759
		25.391	27.295	32.418	37.764	43.355	49.292	55.770	63.098
		15.834	18.581	22.069	25.708	29.515	33.556	37.966	42.955
		38.775	43.714	52.106	60.699	69.687	79.229	89.641	101.420
		13.991	15.784	18.746	21.838	25.071	28.504	32.250	36.488
15.404	18.062	21.452	24.990	28.690	32.619	36.906	41.755		
8.211	9.992	11.867	13.824	15.871	18.044	20.416	23.098		
44.588	50.175	59.592	69.419	79.697	90.611	102.518	115.990		
11.336	13.075	15.529	18.090	20.769	23.613	26.716	30.226		
		0	0	0	0	0	0	0	
Paraguay	Ypacarai	3.054	3.538	4.202	4.895	5.620	6.390	7.229	8.179
	Ypané	4.855	5.859	6.959	8.106	9.306	10.581	11.971	13.544
	Paraguari	11.619	12.277	12.904	13.562	14.254	14.981	15.745	16.548
Paraguay	Pirayú	3.410	3.604	3.788	3.981	4.184	4.398	4.622	4.858
	Yaguaron	2.899	3.103	3.261	3.427	3.602	3.786	3.979	4.182
		5.310	5.570	5.854	6.153	6.467	6.797	7.143	7.508
Acuífero Patiño		409.777	450.160	517.160	586.798	659.667	736.961	820.980	915.386

Cuadro 16: Acuífero Patiño – Proyección de Viviendas Totales (urbanas y rurales) Dependientes del Acuífero

INFORME ETAPA I

Departamento	Municipalidades	2002	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Paraguay		370.481	407.751	474.172	537.627	604.029	674.459	751.008	837.000
Asunción	Asunción	114.954	118.437	124.479	130.828	137.502	144.516	151.888	159.635
Central		251.242	284.612	344.751	401.605	461.068	524.206	593.091	671.028
	Aregua	2.115	2.245	2.666	3.106	3.566	4.054	4.587	5.190
	Capiatá	33.105	37.832	44.933	52.343	60.093	68.322	77.300	87.457
	Fernando de la Mora	25.445	27.481	32.639	38.021	43.651	49.628	56.149	63.528
	Guarambaré	1.825	1.974	2.344	2.731	3.135	3.564	4.033	4.562
	Itá Central	3.776	3.943	4.684	5.456	6.264	7.121	8.057	9.116
	Itaugua	10.228	12.110	17.979	20.944	24.045	27.337	30.930	34.994
	J. Augusto Saldívar	841	999	1.186	1.381	1.586	1.803	2.040	2.308
	Lambaré	25.391	27.295	32.418	37.764	43.355	49.292	55.770	63.098
	Limpio	15.834	18.581	22.069	25.708	29.515	33.556	37.966	42.955
	Luque	35.979	41.240	52.106	60.699	69.687	79.229	89.641	101.420
	Mariano	13.991	15.784	18.746	21.838	25.071	28.504	32.250	36.488
	Nemby	15.404	18.062	21.452	24.990	28.690	32.619	36.906	41.755
	San Antonio	8.211	9.992	11.867	13.824	15.871	18.044	20.416	23.098
	San Lorenzo	44.588	50.175	59.592	69.419	79.697	90.611	102.518	115.990
	Villa Elisa	11.336	13.075	15.529	18.090	20.769	23.613	26.716	30.226
	Villeta Central	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ypacarai	1.998	2.316	2.751	3.204	3.679	4.182	4.732	5.354
	Ypané	1.175	1.508	1.791	2.087	2.396	2.724	3.082	3.486
Paraguari		4.285	4.702	4.942	5.194	5.459	5.737	6.030	6.337
	Paraguari	1.914	2.042	2.146	2.256	2.371	2.492	2.619	2.752
	Pirayú	886	993	1.044	1.097	1.153	1.212	1.273	1.338
	Yaguaron	1.485	1.667	1.752	1.841	1.935	2.034	2.138	2.247
Acuífero Patiño		370.481	407.751	474.172	537.627	604.029	674.459	751.008	837.000

Cuadro 16: Acuífero Patiño – Proyección de Viviendas Urbanas Dependientes del Acuífero

INFORME ETAPA I

Departamento	Municipalidades	2002	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Paraguay	Asunción Central	39.296	42.409	42.988	49.171	55.639	62.502	69.972	78.386
		0	0	0	0	0	0	0	0
		31.963	34.834	35.026	40.802	46.844	53.258	60.257	68.175
		6.515	7.535	8.949	10.425	11.969	13.608	15.396	17.419
		0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0
		1.427	1.607	1.908	2.223	2.552	2.901	3.282	3.714
		6.317	6.795	8.071	9.402	10.794	12.272	13.884	15.709
		3.195	2.869	0	0	0	0	0	0
		6.977	7.981	9.479	11.042	12.677	14.413	16.308	18.450
		0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0
		2.796	2.474	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0		
1.056	1.222	1.452	1.691	1.941	2.207	2.497	2.826		
3.680	4.351	5.167	6.019	6.911	7.857	8.890	10.058		
7.334	7.576	7.962	8.368	8.795	9.244	9.715	10.211		
1.496	1.562	1.642	1.726	1.814	1.906	2.003	2.106		
2.013	2.110	2.217	2.331	2.449	2.574	2.706	2.844		
3.825	3.903	4.103	4.312	4.532	4.763	5.006	5.261		
		39.296	42.409	42.988	49.171	55.639	62.502	69.972	78.386
Acuífero Patiño									

Cuadro 16: Acuífero Patiño – Proyección de Viviendas Rurales Dependientes del Acuífero

4.2 Consumos de Agua

Tomándose como referencias los valores proyectados de población y viviendas se estimó, a partir de informaciones de conexiones de ESSAP y ERSAN, las coberturas de agua potable (cuadros 17 a 19).

En secuencia se estimó la evolución de cobertura de agua y de la demanda por agua en el horizonte de proyecto (2035), presentados en los cuadros siguientes.

TOTAL		COBERTURA AGUA 2005					TOTAL
Departamento	Municipalidades	AG. SUP	ACUIFERO			SUBTOT	
		ESSAP	ESSAP	JS	OTROS		
Paraguay							
Asunción	Asunción	96,3%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	96,4%
Central							
	Aregua	0,0%	0,0%	70,3%	14,5%	84,8%	84,8%
	Capiatá	0,0%	0,0%	26,3%	52,7%	79,0%	79,0%
	Fernando de la Mora	77,8%	0,0%	0,0%	9,3%	9,3%	87,1%
	Guarambaré	0,0%	0,0%	71,1%	7,5%	78,6%	78,6%
	Itá Central	0,0%	16,6%	28,5%	13,7%	58,7%	58,7%
	Itaugua	0,0%	0,0%	62,1%	19,4%	81,5%	81,5%
	J. Augusto Saldívar	0,0%	0,0%	60,8%	28,0%	88,8%	88,8%
	Lambaré	78,2%	0,0%	0,0%	11,9%	11,9%	90,1%
	Limpio	0,0%	0,0%	33,9%	45,1%	78,9%	78,9%
	Luque	25,8%	0,0%	12,3%	26,6%	38,9%	64,7%
	Mariano	81,0%	0,0%	0,0%	3,7%	3,7%	84,7%
	Ñemby	0,0%	0,0%	53,9%	36,7%	90,6%	90,6%
	San Antonio	8,8%	0,0%	56,9%	25,6%	82,5%	91,2%
	San Lorenzo	24,7%	0,0%	1,1%	50,2%	51,4%	76,1%
	Villa Elisa	9,2%	0,0%	0,0%	75,9%	75,9%	85,0%
	Villeta Central	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Ypacarai	0,0%	0,0%	50,9%	17,7%	68,6%	68,6%
	Ypané	0,0%	0,0%	24,5%	50,5%	75,1%	75,1%
Paraguari							
	Paraguari	0,0%	43,7%	20,1%	6,2%	70,1%	70,1%
	Pirayú	0,0%	0,0%	58,3%	12,1%	70,5%	70,5%
	Yaguarón	0,0%	0,0%	35,0%	9,8%	44,8%	44,8%
Acuífero Patiño		42,7%	0,7%	16,3%	23,4%	40,46%	83,6%

Cuadro 17: Acuífero Patiño – Cobertura de Agua Total (urbana y rural)

URBANO		COBERTURA AGUA 2005					
Departamento	Municipalidades	AG. SUP	ACUIFERO			SUBTOT	TOTAL
		ESSAP	ESSAP	JS	OTROS		
Paraguay							
Asunción	Asunción	96,3%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	96,4%
Central							
	Aregua	0,0%	0,0%	79,4%	8,9%	88,3%	88,3%
	Capiatá	0,0%	0,0%	26,3%	52,7%	79,0%	79,0%
	Fernando de la Mora	77,8%	0,0%	0,0%	9,3%	9,3%	87,1%
	Guarambaré	0,0%	0,0%	82,5%	8,2%	90,7%	90,7%
	Itá Central	0,0%	45,6%	16,8%	0,0%	62,4%	62,4%
	Itaugua	0,0%	0,0%	64,3%	20,0%	84,3%	84,3%
	J. Augusto Saldivar	0,0%	0,0%	56,7%	26,2%	82,9%	82,9%
	Lambaré	78,2%	0,0%	0,0%	11,9%	11,9%	90,1%
	Limpio	0,0%	0,0%	33,9%	45,1%	78,9%	78,9%
	Luque	27,3%	0,0%	13,2%	24,0%	37,2%	64,5%
	Mariano	81,0%	0,0%	0,0%	3,7%	3,7%	84,7%
	Nemby	0,0%	0,0%	53,9%	36,7%	90,6%	90,6%
	San Antonio	8,8%	0,0%	56,9%	25,6%	82,5%	91,2%
	San Lorenzo	24,7%	0,0%	1,1%	50,2%	51,4%	76,1%
	Villa Elisa	9,2%	0,0%	0,0%	75,9%	75,9%	85,0%
	Villeta Central	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Ypacarai	0,0%	0,0%	64,3%	14,5%	78,8%	78,8%
	Ypané	0,0%	0,0%	0,0%	93,1%	93,1%	93,1%
Paraguari							
	Paraguari	0,0%	79,4%	5,2%	9,8%	94,5%	94,5%
	Pirayú	0,0%	0,0%	79,8%	12,6%	92,4%	92,4%
	Yaguarón	0,0%	0,0%	63,1%	15,1%	78,2%	78,2%
Acuífero Patiño		47,3%	0,8%	13,3%	23,5%	37,54%	84,8%

Cuadro 18: Acuífero Patiño – Cobertura de Agua en el Área Urbana

RURAL		COBERTURA AGUA 2005					
Departamento	Municipalidades	AG. SUP	ACUIFERO			SUBTOT	TOTAL
		ESSAP	ESSAP	JS	OTROS		
Paraguay							
Asunción	Asunción	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Central							
	Aregua	0,0%	0,0%	67,3%	16,3%	83,6%	83,6%
	Capiatá	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Fernando de la Mora	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Guarambaré	0,0%	0,0%	56,5%	6,6%	63,1%	63,1%
	Itá Central	0,0%	0,0%	35,4%	21,9%	57,3%	57,3%
	Itaugua	0,0%	0,0%	55,2%	17,2%	72,4%	72,4%
	J. Augusto Saldivar	0,0%	0,0%	61,2%	28,2%	89,5%	89,5%
	Lambaré	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Limpio	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Luque	0,0%	0,0%	0,0%	60,8%	60,8%	60,8%
	Mariano	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Nemby	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	San Antonio	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	San Lorenzo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Villa Elisa	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Villeta Central	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Ypacarai	0,0%	0,0%	25,6%	23,7%	49,2%	49,2%
	Ypané	0,0%	0,0%	32,3%	37,0%	69,3%	69,3%
Paraguari							
	Paraguari	0,0%	0,0%	39,1%	1,7%	40,8%	40,8%
	Pirayú	0,0%	0,0%	48,9%	11,9%	60,8%	60,8%
	Yaguarón	0,0%	0,0%	24,1%	7,7%	31,8%	31,8%
Acuífero Patiño		0,0%	0,0%	45,5%	22,4%	67,83%	67,8%

Cuadro 19: Acuífero Patiño – Cobertura de Agua en el Área Rural

TOTAL		2005			2035		
Departamento	Municipalidades	MANANTIAL SUPERFIC	ACUIFERO PATIÑO	TOTAL	MANANTIAL SUPERFIC	ACUIFERO PATIÑO	TOTAL
Paraguay							
Asunción	Asunción	96,3%	0,1%	96,4%	96,3%	3,7%	100,0%
Central							
	Aregua	0,0%	84,8%	84,8%	0,0%	85,0%	85,0%
	Capiatá	0,0%	79,0%	79,0%	0,0%	100,0%	100,0%
	Fernando de la Mora	77,8%	9,3%	87,1%	77,8%	22,2%	100,0%
	Guarambaré	0,0%	78,6%	78,6%	0,0%	90,9%	90,9%
	Itá Central	0,0%	58,7%	58,7%	15,5%	72,0%	87,5%
	Itaugua	0,0%	81,5%	81,5%	0,0%	100,0%	100,0%
	J. Augusto Saldivar	0,0%	88,8%	88,8%	0,0%	91,1%	91,1%
	Lambaré	78,2%	11,9%	90,1%	78,2%	21,8%	100,0%
	Limpio	0,0%	78,9%	78,9%	0,8%	99,2%	100,0%
	Luque	25,8%	38,9%	64,7%	27,3%	72,7%	100,0%
	Mariano	81,0%	3,7%	84,7%	81,0%	19,0%	100,0%
	Nemby	0,0%	90,6%	90,6%	0,0%	100,0%	100,0%
	San Antonio	8,8%	82,5%	91,2%	8,8%	91,2%	100,0%
	San Lorenzo	24,7%	51,4%	76,1%	24,7%	75,3%	100,0%
	Villa Elisa	9,2%	75,9%	85,0%	9,2%	90,8%	100,0%
	Villeta Central	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Ypacarai	0,0%	68,6%	68,6%	0,0%	71,9%	71,9%
	Ypané	0,0%	75,1%	75,1%	0,0%	82,4%	82,4%
Paraguari							
	Paraguari	0,0%	70,1%	70,1%	30,2%	35,7%	65,9%
	Pirayú	0,0%	70,5%	70,5%	0,0%	79,6%	79,6%
	Yaguarón	0,0%	44,8%	44,8%	0,0%	89,6%	89,6%
Acuífero Patiño		42,7%	40,5%	83,2%	37,7%	61,4%	99,1%

Cuadro 20: Acuífero Patiño – Cobertura de Agua Actual y Proyectada

TOTAL		2005			2035		
Departamento	Municipalidades	MANANTIAL SUPERFIC	ACUIFERO PATIÑO	TOTAL	MANANTIAL SUPERFIC	ACUIFERO PATIÑO	TOTAL
Paraguay							
Asunción	Asunción	508.104	505	508.609	684.847	26.317	711.165
Central							
	Aregua	0	39.470	39.470	0	99.398	99.398
	Capiatá	0	139.317	139.317	0	407.564	407.564
	Fernando de la Mora	95.436	11.423	106.860	220.623	62.900	283.523
	Guarambaré	0	13.689	13.689	0	38.650	38.650
	Itá Central	0	29.632	29.632	19.211	89.275	108.486
	Itaugua	0	55.284	55.284	0	155.937	155.937
	J. Augusto Saldivar	0	38.098	38.098	0	90.402	90.402
	Lambaré	100.716	15.266	115.982	232.827	64.872	297.699
	Limpio	0	67.775	67.775	1.629	196.836	198.466
	Luque	53.492	79.788	133.280	131.553	350.436	481.989
	Mariano	59.591	2.735	62.326	137.759	32.355	170.114
	Nemby	0	76.360	76.360	0	194.922	194.922
	San Antonio	4.033	37.921	41.954	9.323	96.998	106.321
	San Lorenzo	56.784	118.106	174.889	131.268	400.337	531.605
	Villa Elisa	5.626	46.522	52.148	13.006	128.756	141.761
	Villeta Central	0	0	0	0	0	0
	Ypacarai	0	10.985	10.985	0	35.699	35.699
	Ypané	0	20.683	20.683	0	58.388	58.388
Paraguari							
	Paraguari	0	11.320	11.320	9.487	11.230	20.717
	Pirayú	0	9.679	9.679	0	17.164	17.164
	Yaguarón	0	11.874	11.874	0	32.846	32.846
Acuífero Patiño		883.782	836.432	1.720.214	1.591.533	2.591.282	4.182.816

Cuadro 21: Acuífero Patiño – Población Atendida por Agua Actual y Proyectada

Para calcular el volumen producido, que corresponde a la necesidad de agua el área del Acuífero Patiño fueron utilizados los siguientes parámetros:

Dotación por persona de 228,8 l/hab.día correspondiente al valor promedio de los datos de ESSAP para los años de 2002 a 2005 del área del Gran Asunción. Esa dotación incluye todos los consumos no residenciales del área.

	INDICADORES	UNIDAD	AÑO			
			2002	2003	2004	2005
1	Volumen Facturado	Miles m3	55008,5	55101,5	55299,5	55585,5
2	Conexiones Facturadas (1)	conex	161086	164366	166259	169106
3	Relación conex resid / conex totales	%	89%	89%	89%	89%
4	Conexiones residenciales	conex	143367	146286	147971	150504
5	dotación por conexión residencial (2)	m3/día/conex	1,051206	1,031972	1,0238863	1,0118604
6	persona / vivienda	nro.	4,52	4,51	4,49	4,48
7	dotación por persona (2)	l/hab/día	232,6	228,8	228,0	225,9
			dotación adoptada		228,8	l/hab.día

(1) promedio anual
(2) incluye consumos no residenciales
Fuentes: ítem 1 y 2 ESSAP; ítem 4 BID

Cuadro 21: Gran Asunción – Indicadores de Agua Potable

Agua No Contabilizada de 35% así considerada.

AGUA NO CONTABILIZADA (%)

perdidas en producción
perdidas en redes distribución
perdidas comerciales
agua no contabilizada

	ESSAP	OTROS
perdidas en producción	5%	0%
perdidas en redes distribución	10%	15%
perdidas comerciales	20%	20%
agua no contabilizada	35%	35%

Los valores de volúmenes producidos para los años de 2005 y 2035 son los siguientes.

TOTAL		2005			2035		
Departamento	Municipalidades	MANANTIAL SUPERFIC	ACUÍFERO PATIÑO	TOTAL	MANANTIAL SUPERFIC	ACUÍFERO PATIÑO	TOTAL
Paraguay							
Asunción	Asunción	178.869	178	179.047	241.089	9.264	250.353
Central							
	Aregua	0	13.895	13.895	0	34.991	34.991
	Capiatá	0	49.044	49.044	0	143.476	143.476
	Fernando de la Mora	33.597	4.021	37.618	77.667	22.143	99.809
	Guarambaré	0	4.819	4.819	0	13.606	13.606
	Itá Central	0	10.431	10.431	6.763	31.428	38.191
	Itaugua	0	19.462	19.462	0	54.895	54.895
	J. Augusto Saldívar	0	13.412	13.412	0	31.824	31.824
	Lambaré	35.455	5.374	40.829	81.963	22.837	104.800
	Limpio	0	23.859	23.859	573	69.293	69.866
	Luque	18.831	28.088	46.919	46.311	123.365	169.676
	Mariano	20.978	963	21.941	48.496	11.390	59.886
	Nemby	0	26.881	26.881	0	68.619	68.619
	San Antonio	1.420	13.349	14.769	3.282	34.146	37.428
	San Lorenzo	19.990	41.577	61.567	46.211	140.932	187.142
	Villa Elisa	1.981	16.377	18.358	4.579	45.326	49.905
	Villeta Central	0	0	0	0	0	0
	Ypacarai	0	3.867	3.867	0	12.567	12.567
	Ypané	0	7.281	7.281	0	20.554	20.554
Paraguarí							
	Paraguarí	0	3.985	3.985	3.340	3.953	7.293
	Pirayú	0	3.407	3.407	0	6.042	6.042
	Yaguarón	0	4.180	4.180	0	11.563	11.563
Acuífero Patiño		311.120	294.451	605.572	560.272	912.216	1.472.488

Cuadro 22: Acuífero Patiño – Volumen Producido de Agua

4.3 Alcantarillado

Para las proyecciones referentes a alcantarillado se estimó las coberturas de alcantarillado en el área del Acuífero Patiño, actual y admitida en las proyecciones, son presentadas en los cuadros 23 y 24.

2005		TOTAL		URBANO		RURAL	
Departamento	Municipalidades	RED PÚBLICA	OTROS	RED PÚBLICA	OTROS	RED PÚBLICA	OTROS
Paraguay							
Asunción	Asunción	85,2%	14,8%	85,2%	14,8%	0,0%	100,0%
Central							
	Aregua	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
	Capiatá	0,5%	99,5%	0,5%	99,5%	0,0%	100,0%
	Fernando de la Mora	5,0%	95,0%	5,0%	95,0%	0,0%	100,0%
	Guarambaré	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
	Itá Central	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
	Itaugua	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
	J. Augusto Saldivar	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
	Lambaré	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
	Limpio	6,5%	93,5%	6,5%	93,5%	0,0%	100,0%
	Luque	9,2%	90,8%	9,7%	90,3%	0,0%	100,0%
	Mariano	0,1%	99,9%	0,1%	99,9%	0,0%	100,0%
	Nemby	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
	San Antonio	8,6%	91,4%	8,6%	91,4%	0,0%	100,0%
	San Lorenzo	8,9%	91,1%	8,9%	91,1%	0,0%	100,0%
	Villa Elisa	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
	Villeta Central	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
	Ypacarai	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
	Ypané	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Paraguarí							
	Paraguarí	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
	Pirayú	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
	Yaguarón	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%
Acuífero Patiño		24,5%	75,5%	27,1%	72,9%	0,0%	100,0%

Cuadro 23: Acuífero Patiño – Cobertura Actual por Alcantarillado

2035		TOTAL		URBANO		RURAL	
Departamento	Municipalidades	RED PÚBLICA	OTROS	RED PÚBLICA	OTROS	RED PÚBLICA	OTROS
Paraguay							
Asunción	Asunción	90,0%	10,0%	90,0%	10,0%	0,0%	100,0%
Central							
	Aregua	3,4%	96,6%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
	Capiatá	15,0%	85,0%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
	Fernando de la Mora	25,0%	75,0%	25,0%	75,0%	0,0%	100,0%
	Guarambaré	8,2%	91,8%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
	Itá Central	5,5%	94,5%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
	Itaugua	15,0%	85,0%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
	J. Augusto Saldivar	1,7%	98,4%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
	Lambaré	45,0%	55,0%	45,0%	55,0%	0,0%	100,0%
	Limpio	25,0%	75,0%	25,0%	75,0%	0,0%	100,0%
	Luque	25,0%	75,0%	25,0%	75,0%	0,0%	100,0%
	Mariano	15,0%	85,0%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
	Nemby	15,0%	85,0%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
	San Antonio	25,0%	75,0%	25,0%	75,0%	0,0%	100,0%
	San Lorenzo	25,0%	75,0%	25,0%	75,0%	0,0%	100,0%
	Villa Elisa	15,0%	85,0%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
	Villeta Central	0,0%	100,0%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
	Ypacarai	9,9%	90,1%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
	Ypané	4,2%	95,8%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
Paraguarí							
	Paraguarí	8,3%	91,7%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
	Pirayú	4,7%	95,3%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
	Yaguarón	4,4%	95,6%	15,0%	85,0%	0,0%	100,0%
Acuífero Patiño		32,2%	67,8%	35,3%	64,7%	0,0%	100,0%

Cuadro 24: Acuífero Patiño – Cobertura Proyectada por Alcantarillado

Como resultado se obtuvo que las poblaciones atendidas y las estimativas de volúmenes de efluentes generados, presentados a seguir en los cuadros 25 hasta 30. Para las estimaciones de volúmenes generados se admitió que 20% del agua consumida sea efectivamente consumida y que 80% retorne al sistema de alcantarillado o sea encaminado a las fosas sépticas.

Además, fue considerado un incremento de consumo correspondiente a un 20% del agua no contabilizada, correspondiente a las pérdidas comerciales. Estos volúmenes son efectivamente consumos no contabilizados y deben ser considerados en los cálculos.

Como la dotación por persona adoptada fue de 228,8 l/hab.día, tendremos:

Perdidas comerciales = 20% (del total de 35% del agua no contabilizada)

Dotación incluyendo pérdidas comerciales = $228,8 / (1-20\%) = 286,0$ l/hab.día

Retorno considerado = 80% de 286,0 l/hab.día = **228,8 l/hab.día**

TOTAL		2005		2035	
Departamento	Municipalidades	RED PÚBLICA	OTROS	RED PÚBLICA	OTROS
Paraguay					
Asunción	Asunción	449.583	78.047	640.048	71.116
Central					
	Aregua	0	46.595	3.684	104.030
	Capiatá	799	175.504	61.135	346.429
	Fernando de la Mora	6.121	116.524	70.881	212.642
	Guarambaré	0	17.514	3.317	37.170
	Itá Central	5	50.111	6.326	109.528
	Itaugua	0	67.455	23.391	132.547
	J. Augusto Saldívar	0	42.926	1.637	97.596
	Lambaré	0	128.778	133.964	163.734
	Limpio	5.612	80.240	49.616	148.849
	Luque	19.093	188.154	120.497	361.491
	Mariano	47	73.540	25.517	144.597
	Nemby	0	84.319	29.238	165.684
	San Antonio	3.977	42.015	26.580	79.741
	San Lorenzo	20.578	209.382	132.901	398.704
	Villa Elisa	0	61.323	21.264	120.497
	Villeta Central	0	0	0	0
	Ypacarai	0	15.990	3.647	33.317
	Ypané	0	27.212	2.658	60.249
Paraguari					
	Paraguari	0	16.093	1.792	19.899
	Pirayú	0	13.669	874	17.550
	Yaguarón	0	26.231	1.540	33.815
Acuífero Patiño		505.815	1.561.621	1.360.509	2.859.185

Cuadro 25: Acuífero Patiño – Población Atendida por Alcantarillado

TOTAL		2005		2035	
Departamento	Municipalidades	RED PÚBLICA	OTROS	RED PÚBLICA	OTROS
Paraguay					
Asunción	Asunción	158.268	27.475	225.318	25.035
Central					
	Aregua	0	16.403	1.297	36.622
	Capiatá	281	61.783	21.521	121.954
	Fernando de la Mora	2.155	41.020	24.952	74.857
	Guarambaré	0	6.165	1.168	13.085
	Itá Central	2	17.641	2.227	38.558
	Itaugua	0	23.746	8.234	46.661
	J. Augusto Saldivar	0	15.111	576	34.357
	Lambaré	0	45.334	47.160	57.640
	Limpio	1.976	28.247	17.467	52.400
	Luque	6.721	66.236	42.419	127.257
	Mariano	17	25.888	8.983	50.903
	Nemby	0	29.683	10.293	58.326
	San Antonio	1.400	14.791	9.357	28.071
	San Lorenzo	7.244	73.709	46.786	140.357
	Villa Elisa	0	21.588	7.486	42.419
	Villeta Central	0	0	0	0
	Ypacarai	0	5.629	1.284	11.729
	Ypané	0	9.580	936	21.209
Paraguarí					
	Paraguarí	0	5.665	631	7.005
	Pirayú	0	4.812	308	6.178
	Yaguarón	0	9.234	542	11.904
Acuífero Patiño		178.063	549.742	478.944	1.006.527

Cuadro 26: Acuífero Patiño – Volumen de Alcantarillado (m³/día)

TOTAL		2005		2035	
Departamento	Municipalidades	RED PÚBLICA	OTROS	RED PÚBLICA	OTROS
Paraguay					
Asunción	Asunción	1.832	318	2.608	290
Central					
	Aregua	0	190	15	424
	Capiatá	3	715	249	1.412
	Fernando de la Mora	25	475	289	866
	Guarambaré	0	71	14	151
	Itá Central	0	204	26	446
	Itaugua	0	275	95	540
	J. Augusto Saldivar	0	175	7	398
	Lambaré	0	525	546	667
	Limpio	23	327	202	606
	Luque	78	767	491	1.473
	Mariano	0	300	104	589
	Nemby	0	344	119	675
	San Antonio	16	171	108	325
	San Lorenzo	84	853	541	1.624
	Villa Elisa	0	250	87	491
	Villeta Central	0	0	0	0
	Ypacarai	0	65	15	136
	Ypané	0	111	11	245
Paraguarí					
	Paraguarí	0	66	7	81
	Pirayú	0	56	4	72
	Yaguarón	0	107	6	138
Acuífero Patiño		2.061	6.363	5.543	11.650

Cuadro 27: Acuífero Patiño – Volumen de Alcantarillado (l/s)

A partir de los volúmenes fueron estimadas las cargas potenciales en DBO, NT y PT, adoptándose los siguientes parámetros: (i) 54 g DBO/hab.día; (ii) 10 g NT/hab.día, y (iii) 1,5 g PT/hab.día. Los resultados son presentados en los cuadros 28, 29 y 30.

TOTAL		2005		2035	
Departamento	Municipalidades	RED PÚBLICA	OTROS	RED PÚBLICA	OTROS
Paraguay					
Asunción	Asunción	24.277	4.215	34.563	3.840
Central					
	Aregua	0	2.516	199	5.618
	Capiatá	43	9.477	3.301	18.707
	Fernando de la Mora	331	6.292	3.828	11.483
	Guarambaré	0	946	179	2.007
	Itá Central	0	2.706	342	5.915
	Itaugua	0	3.643	1.263	7.158
	J. Augusto Saldivar	0	2.318	88	5.270
	Lambaré	0	6.954	7.234	8.842
	Limpio	303	4.333	2.679	8.038
	Luque	1.031	10.160	6.507	19.521
	Mariano	3	3.971	1.378	7.808
	Nemby	0	4.553	1.579	8.947
	San Antonio	215	2.269	1.435	4.306
	San Lorenzo	1.111	11.307	7.177	21.530
	Villa Elisa	0	3.311	1.148	6.507
	Villeta Central	0	0	0	0
	Ypacarai	0	863	197	1.799
	Ypané	0	1.469	144	3.253
Paraguarí					
	Paraguarí	0	869	97	1.075
	Pirayú	0	738	47	948
	Yaguarón	0	1.416	83	1.826
Acuífero Patiño		27.314	84.328	73.467	154.396

Cuadro 28: Alcantarillado – Carga Orgánica Potencial (Kg DBO/día)

TOTAL		2005		2035	
Departamento	Municipalidades	RED PÚBLICA	OTROS	RED PÚBLICA	OTROS
Paraguay					
Asunción	Asunción	4.496	780	6.400	711
Central					
	Aregua	0	466	37	1.040
	Capiatá	8	1.755	611	3.464
	Fernando de la Mora	61	1.165	709	2.126
	Guarambaré	0	175	33	372
	Itá Central	0	501	63	1.095
	Itaugua	0	675	234	1.325
	J. Augusto Saldivar	0	429	16	976
	Lambaré	0	1.288	1.340	1.637
	Limpio	56	802	496	1.488
	Luque	191	1.882	1.205	3.615
	Mariano	0	735	255	1.446
	Nemby	0	843	292	1.657
	San Antonio	40	420	266	797
	San Lorenzo	206	2.094	1.329	3.987
	Villa Elisa	0	613	213	1.205
	Villeta Central	0	0	0	0
	Ypacarai	0	160	36	333
	Ypané	0	272	27	602
Paraguarí					
	Paraguarí	0	161	18	199
	Pirayú	0	137	9	176
	Yaguarón	0	262	15	338
Acuífero Patiño		5.058	15.616	13.605	28.592

Cuadro 29: Alcantarillado – Carga Potencial (Kg NT/día)

TOTAL		2005		2035	
Departamento	Municipalidades	RED PÚBLICA	OTROS	RED PÚBLICA	OTROS
Paraguay					
Asunción	Asunción	674	117	960	107
Central					
	Aregua	0	70	6	156
	Capiatá	1	263	92	520
	Fernando de la Mora	9	175	106	319
	Guarambaré	0	26	5	56
	Itá Central	0	75	9	164
	Itaugua	0	101	35	199
	J. Augusto Saldivar	0	64	2	146
	Lambaré	0	193	201	246
	Limpio	8	120	74	223
	Luque	29	282	181	542
	Mariano	0	110	38	217
	Nemby	0	126	44	249
	San Antonio	6	63	40	120
	San Lorenzo	31	314	199	598
	Villa Elisa	0	92	32	181
	Villeta Central	0	0	0	0
	Ypacarai	0	24	5	50
	Ypané	0	41	4	90
Paraguarí					
	Paraguarí	0	24	3	30
	Pirayú	0	21	1	26
	Yaguarón	0	39	2	51
Acuífero Patiño		759	2.342	2.041	4.289

Cuadro 30: Alcantarillado – Carga Potencial (Kg PT/día)

4.4 Basura

Para estimar los riesgos de contaminación por basura en el área del Acuífero Patiño fueron utilizados los datos de basura del censo, distinguiendo basura recogida por camiones, basura quemada y otros destinos. Para las proyecciones fueron hechos pequeños ajustes.

Los cuadros 31 hasta 36 presentan las coberturas y población atendida por municipio en el área del Acuífero Patiño, en las áreas urbanas, rurales y en el total de cada municipio.

TOTAL		2005			2035		
Departamento	Municipalidades	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS
Paraguay							
Asunción	Asunción	87,96%	6,03%	6,01%	90,00%	5,00%	5,00%
Central							
	Aregua	20,39%	62,67%	16,94%	25,70%	64,30%	10,00%
	Capiatá	39,67%	50,23%	10,10%	45,00%	50,00%	5,00%
	Fernando de la Mora	94,53%	3,96%	1,51%	95,00%	4,00%	1,00%
	Guarambaré	18,59%	67,88%	13,52%	24,12%	65,88%	10,00%
	Itá Central	14,00%	69,39%	16,61%	17,74%	72,26%	10,00%
	Itaugua	22,54%	65,35%	12,11%	40,00%	50,00%	10,00%
	J. Augusto Saldivar	14,66%	74,17%	11,17%	22,75%	72,25%	5,00%
	Lambaré	88,67%	7,45%	3,88%	90,00%	8,00%	2,00%
	Limpio	20,95%	70,23%	8,82%	30,00%	65,00%	5,00%
	Luque	57,30%	36,62%	6,08%	70,00%	25,00%	5,00%
	Mariano	48,25%	43,20%	8,55%	50,00%	45,00%	5,00%
	Nemby	42,70%	45,35%	11,95%	50,00%	45,00%	5,00%
	San Antonio	22,92%	60,27%	16,81%	30,00%	60,00%	10,00%
	San Lorenzo	65,02%	28,62%	6,36%	70,00%	25,00%	5,00%
	Villa Elisa	63,42%	23,52%	13,06%	70,00%	25,00%	5,00%
	Villeta Central	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Ypacarai	35,27%	48,58%	16,15%	36,31%	55,27%	8,42%
	Ypané	12,14%	67,76%	20,10%	15,63%	72,18%	12,18%
Paraguari							
	Paraguari	15,75%	70,58%	13,67%	20,20%	71,70%	8,10%
	Pirayú	2,08%	78,79%	19,13%	12,90%	77,10%	10,00%
	Yaguarón	11,69%	59,50%	28,81%	15,17%	67,74%	17,10%
Acuífero Patiño		59,46%	32,07%	8,47%	62,19%	32,39%	5,42%

Cuadro 31: Acuífero Patiño – Cobertura por Basura Total (urbana y rural)

URBANO		2005			2035		
Departamento	Municipalidades	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS
Paraguay							
Asunción	Asunción	88,0%	6,0%	6,0%	90,0%	5,0%	5,0%
Central							
	Aregua	42,13%	43,50%	14,37%	45,00%	45,00%	10,00%
	Capiatá	39,7%	50,2%	10,1%	45,0%	50,0%	5,0%
	Fernando de la Mora	94,5%	4,0%	1,5%	95,0%	4,0%	1,0%
	Guarambaré	31,84%	56,88%	11,29%	40,00%	50,00%	10,00%
	Itá Central	31,65%	52,12%	16,23%	40,00%	50,00%	10,00%
	Itaugua	27,47%	60,84%	11,68%	40,00%	50,00%	10,00%
	J. Augusto Saldivar	34,48%	56,72%	8,80%	45,00%	50,00%	5,00%
	Lambaré	88,7%	7,5%	3,9%	90,0%	8,0%	2,0%
	Limpio	20,9%	70,2%	8,8%	30,0%	65,0%	5,0%
	Luque	60,38%	33,73%	5,89%	70,00%	25,00%	5,00%
	Mariano	48,3%	43,2%	8,5%	50,0%	45,0%	5,0%
	Nemby	42,7%	45,3%	12,0%	50,0%	45,0%	5,0%
	San Antonio	22,9%	60,3%	16,8%	30,0%	60,0%	10,0%
	San Lorenzo	65,0%	28,6%	6,4%	70,0%	25,0%	5,0%
	Villa Elisa	63,4%	23,5%	13,1%	70,0%	25,0%	5,0%
	Villeta Central	46,11%	43,12%	10,77%	50,00%	45,00%	5,00%
	Ypacarai	50,05%	36,39%	13,56%	50,00%	45,00%	5,00%
	Ypané	19,83%	60,43%	19,74%	30,00%	65,00%	5,00%
Paraguarí							
	Paraguarí	37,29%	52,35%	10,36%	45,00%	50,00%	5,00%
	Pirayú	5,98%	75,28%	18,74%	30,00%	60,00%	10,00%
	Yaguarón	33,33%	47,21%	19,46%	40,00%	50,00%	10,00%
Acuífero Patiño		58,6%	24,8%	16,6%	61,0%	25,6%	13,4%

Cuadro 32: Acuífero Patiño – Cobertura por Basura en Área Urbana

RURAL		2005			2035		
Departamento	Municipalidades	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS
Paraguay							
Asunción	Asunción	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Central							
	Aregua	13,97%	68,34%	17,70%	20,00%	70,00%	10,00%
	Capiatá	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Fernando de la Mora	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Guarambaré	2,65%	81,14%	16,21%	5,00%	85,00%	10,00%
	Itá Central	3,90%	79,27%	16,83%	5,00%	85,00%	10,00%
	Itaugua	2,79%	83,38%	13,83%	5,00%	85,00%	10,00%
	J. Augusto Saldivar	12,21%	76,32%	11,47%	20,00%	75,00%	5,00%
	Lambaré	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Limpio	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Luque	3,60%	87,00%	9,40%	5,00%	90,00%	5,00%
	Mariano	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Nemby	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	San Antonio	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	San Lorenzo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Villa Elisa	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Villeta Central	6,89%	77,26%	15,85%	10,00%	75,00%	15,00%
	Ypacarai	6,87%	72,02%	21,12%	10,00%	75,00%	15,00%
	Ypané	9,12%	70,64%	20,24%	10,00%	75,00%	15,00%
Paraguarí							
	Paraguarí	2,54%	81,76%	15,70%	5,00%	85,00%	10,00%
	Pirayú	0,28%	80,41%	19,32%	5,00%	85,00%	10,00%
	Yaguarón	2,83%	64,53%	32,64%	5,00%	75,00%	20,00%
Acuífero Patiño		7,4%	75,2%	17,3%	12,8%	77,0%	10,3%

Cuadro 33: Acuífero Patiño – Cobertura por Basura en Área Rural

TOTAL		2.005			2.035		
Departamento	Municipalidades	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS
Paraguay							
Asunción	Asunción	464.096	31.817	31.716	640.048	35.558	35.558
Central							
	Aregua	9.499	29.203	7.892	27.683	69.260	10.771
	Capiatá	69.935	88.554	17.814	183.404	203.782	20.378
	Fernando de la Mora	115.931	4.859	1.856	269.347	11.341	2.835
	Guarambaré	3.256	11.889	2.368	9.765	26.674	4.049
	Itá Central	7.018	34.774	8.324	20.554	83.715	11.585
	Itaugua	15.202	44.082	8.171	62.375	77.969	15.594
	J. Augusto Saldívar	6.294	31.836	4.796	22.575	71.696	4.962
	Lambaré	114.181	9.596	5.001	267.929	23.816	5.954
	Limpio	17.985	60.293	7.575	59.540	129.003	9.923
	Luque	118.742	75.898	12.606	337.392	120.497	24.099
	Mariano	35.508	31.789	6.291	85.057	76.551	8.506
	Nemby	36.007	38.235	10.077	97.461	87.715	9.746
	San Antonio	10.542	27.721	7.730	31.896	63.793	10.632
	San Lorenzo	149.509	65.814	14.637	372.124	132.901	26.580
	Villa Elisa	38.889	14.422	8.012	99.233	35.440	7.088
	Villeta Central	0	0	0	0	0	0
	Ypacarai	5.639	7.768	2.582	13.421	20.430	3.113
	Ypané	3.304	18.440	5.469	9.835	45.408	7.664
Paraguari							
	Paraguari	1.836	8.231	1.595	3.175	11.270	1.273
	Pirayú	285	10.769	2.615	2.377	14.204	1.842
	Yaguarón	3.067	15.607	7.557	5.362	23.949	6.044
Acuífero Patiño		1.226.724	661.595	174.685	2.620.552	1.364.971	228.199

Cuadro 34: Acuífero Patiño – Población Total Atendida por Basura

URBANO		2.005			2.035		
Departamento	Municipalidades	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS
Paraguay							
Asunción	Asunción	464.096	31.817	31.716	640.048	35.558	35.558
Central							
	Aregua	4.476	4.621	1.527	11.052	11.052	2.456
	Capiatá	69.935	88.554	17.814	183.404	203.782	20.378
	Fernando de la Mora	115.931	4.859	1.856	269.347	11.341	2.835
	Guarambaré	3.046	5.441	1.080	8.846	11.057	2.211
	Itá Central	5.774	9.508	2.962	16.870	21.087	4.217
	Itaugua	14.826	32.833	6.305	62.375	77.969	15.594
	J. Augusto Saldívar	1.628	2.678	415	4.912	5.458	546
	Lambaré	114.181	9.596	5.001	267.929	23.816	5.954
	Limpio	17.985	60.293	7.575	59.540	129.003	9.923
	Luque	118.337	66.103	11.548	337.392	120.497	24.099
	Mariano	35.508	31.789	6.291	85.057	76.551	8.506
	Nemby	36.007	38.235	10.077	97.461	87.715	9.746
	San Antonio	10.542	27.721	7.730	31.896	63.793	10.632
	San Lorenzo	149.509	65.814	14.637	372.124	132.901	26.580
	Villa Elisa	38.889	14.422	8.012	99.233	35.440	7.088
	Villeta Central	0	0	0	0	0	0
	Ypacarai	5.264	3.827	1.426	12.156	10.940	1.216
	Ypané	1.520	4.632	1.513	5.316	11.518	886
Paraguari							
	Paraguari	1.652	2.320	459	2.688	2.986	299
	Pirayú	259	3.253	810	1.747	3.495	582
	Yaguarón	2.540	3.597	1.483	4.108	5.135	1.027
Acuífero Patiño		1.211.903	511.911	140.236	2.573.500	1.081.095	190.335

Cuadro 35: Acuífero Patiño – Población Urbana Atendida por Basura

RURAL		2.005			2.035		
Departamento	Municipalidades	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS
Paraguay							
Asunción	Asunción	0	0	0	0	0	0
Central							
	Aregua	5.024	24.582	6.365	16.631	58.208	8.315
	Capiatá	0	0	0	0	0	0
	Fernando de la Mora	0	0	0	0	0	0
	Guarambaré	211	6.448	1.289	919	15.616	1.837
	Itá Central	1.244	25.266	5.363	3.684	62.628	7.368
	Itaugua	376	11.249	1.866	0	0	0
	J. Augusto Saldivar	4.665	29.158	4.381	17.663	66.238	4.416
	Lambaré	0	0	0	0	0	0
	Limpio	0	0	0	0	0	0
	Luque	406	9.795	1.058	0	0	0
	Mariano	0	0	0	0	0	0
	Nemby	0	0	0	0	0	0
	San Antonio	0	0	0	0	0	0
	San Lorenzo	0	0	0	0	0	0
	Villa Elisa	0	0	0	0	0	0
	Villeta Central	0	0	0	0	0	0
	Ypacarai	376	3.942	1.156	1.265	9.489	1.898
	Ypané	1.784	13.808	3.955	4.519	33.890	6.778
Paraguarí							
	Paraguarí	184	5.911	1.135	487	8.283	975
	Pirayú	26	7.516	1.806	630	10.709	1.260
	Yaguarón	527	12.010	6.074	1.254	18.814	5.017
Acuífero Patiño		14.821	149.684	34.448	47.052	283.876	37.864

Cuadro 36: Acuífero Patiño – Población Rural Atendida por Basura

Para estimar las cantidades de basura generada se adoptó los siguientes parámetros:

GENERACIÓN DE BASURA

municipios con población < 50000 hab

0,45 kg/hab.día

municipios con población entre 50 e 200 mil hab

0,55 kg/hab.día

municipios con población > 200 mil hab

0,65 kg/hab.día

Los cuadros 37, 38 y 39 muestran las estimativas de basura generada en las áreas urbanas, rurales y en el total del área del Acuífero Patiño.

TOTAL		2005			2035		
Departamento	Municipalidades	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS
Paraguay							
Asunción	Asunción	302	21	21	416	23	23
Central							
	Aregua	4	13	4	12	31	5
	Capiatá	38	49	10	101	112	11
	Fernando de la Mora	64	3	1	148	6	2
	Guarambaré	1	5	1	4	12	2
	Itá Central	4	19	5	11	46	6
	Itaugua	8	24	4	34	43	9
	J. Augusto Saldivar	3	14	2	10	32	2
	Lambaré	63	5	3	147	13	3
	Limpio	10	33	4	33	71	5
	Luque	77	49	8	219	78	16
	Mariano	20	17	3	47	42	5
	Nemby	20	21	6	54	48	5
	San Antonio	5	12	3	14	29	5
	San Lorenzo	97	43	10	242	86	17
	Villa Elisa	21	8	4	55	19	4
	Villeta Central	0	0	0	0	0	0
	Ypacarai	3	3	1	6	9	1
	Ypané	1	8	2	4	20	3
Paraguarí							
	Paraguarí	1	4	1	1	5	1
	Pirayú	0	5	1	1	6	1
	Yaguarón	1	7	3	2	11	3
Acuífero Patiño		744	365	98	1.564	745	129

Cuadro 37: Acuífero Patiño –Basura Total Generada (T/día)

URBANO		2005			2035		
Departamento	Municipalidades	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS
Paraguay							
Asunción	Asunción	302	21	21	416	23	23
Central							
	Aregua	2	2	1	5	5	1
	Capiatá	38	49	10	101	112	11
	Fernando de la Mora	64	3	1	148	6	2
	Guarambaré	1	2	0	4	5	1
	Itá Central	3	5	2	9	12	2
	Itaugua	8	18	3	34	43	9
	J. Augusto Saldivar	1	1	0	2	2	0
	Lambaré	63	5	3	147	13	3
	Limpio	10	33	4	33	71	5
	Luque	77	43	8	219	78	16
	Mariano	20	17	3	47	42	5
	Nemby	20	21	6	54	48	5
	San Antonio	5	12	3	14	29	5
	San Lorenzo	97	43	10	242	86	17
	Villa Elisa	21	8	4	55	19	4
	Villeta Central	0	0	0	0	0	0
	Ypacarai	2	2	1	5	5	1
	Ypané	1	2	1	2	5	0
Paraguarí							
	Paraguarí	1	1	0	1	1	0
	Pirayú	0	1	0	1	2	0
	Yaguarón	1	2	1	2	2	0
Acuífero Patiño		737	292	81	1.542	611	111

Cuadro 38: Acuífero Patiño –Basura Generada en el Área Urbana (T/día)

RURAL		2005			2035		
Departamento	Municipalidades	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS	LE RECORE CAMIÓN	QUEMA	OTROS
Paraguay							
Asunción	Asunción	0	0	0	0	0	0
Central							
	Aregua	2	11	3	7	26	4
	Capiatá	0	0	0	0	0	0
	Fernando de la Mora	0	0	0	0	0	0
	Guarambaré	0	3	1	0	7	1
	Itá Central	1	14	3	2	34	4
	Itaugua	0	6	1	0	0	0
	J. Augusto Saldivar	2	13	2	8	30	2
	Lambaré	0	0	0	0	0	0
	Limpio	0	0	0	0	0	0
	Luque	0	6	1	0	0	0
	Mariano	0	0	0	0	0	0
	Nemby	0	0	0	0	0	0
	San Antonio	0	0	0	0	0	0
	San Lorenzo	0	0	0	0	0	0
	Villa Elisa	0	0	0	0	0	0
	Villeta Central	0	0	0	0	0	0
	Ypacarai	0	2	1	1	4	1
	Ypané	1	6	2	2	15	3
Paraguarí							
	Paraguarí	0	3	1	0	4	0
	Pirayú	0	3	1	0	5	1
	Yaguarón	0	5	3	1	8	2
Acuífero Patiño		7	73	16	22	134	18

Cuadro 39: Acuífero Patiño –Basura Generada en el Área Rural (T/día)

5. Conclusión

Las proyecciones efectuadas tienen como objetivo establecer escenarios para las simulaciones del modelo matemático y posibilitar prever los problemas que ocurrirán y permitir que se establezcan medidas de mitigación e instrumentos institucionales que lleven a garantizar la explotación segura del Acuífero Patiño.

En resumen, por las proyecciones efectuadas se prevé, con las premisas adoptadas, que la explotación actual del agua del acuífero para consumo humano pase de los actuales casi 300.000 metros cúbicos por día (3.400 l/s) para cerca de 900.000 m³/día (10.550 l/s) en el año de 2035. En paralelo la utilización de aguas superficiales evolucionará de los actuales 310.000 m³/día (3.600 l/s) para aproximadamente 560.000 m³/día (6.500 l/s).

En el total del área del Acuífero el volumen de efluentes domésticos generados pasará de los actuales 8.400 l/s para cerca de 17.000 l/s en 2035, siendo 5.500 por red pública y el restante por fosas. Estas estimativas generarán una carga orgánica potencial en el fin de plan (2035) de cerca de 230 T DBO/día, 75 T DBO/día provenientes de la red y 175 provenientes de otros medios de disposición en el suelo. Las cargas potenciales de Nitrógeno Totales en 2035 serán de 42 T NT/día, de los cuales 13,5 T NT/día de la red de alcantarillado e 28,5 T NT/día de otras formas de disposición. Además, se estima que las cargas potenciales de Fósforo Totales deberán llegar a aproximadamente 6,5 T PT/día, siendo 2,0 T PT/día provenientes de la red pública de alcantarillado.

En cuanto a las basuras, se estima una evolución en el área del Acuífero de una generación de los actuales 1.200 T/día de basura doméstica (740 T/día recogida por camión o carrito, 365 T/día quemada y 100 T/día por otras formas de disposición) para cerca de 2.400 T/día en el año de 2035, siendo 1.550 T/día de basura recogida por camión, 750 T/día quemada y 130 T/día por otras formas).

A estos valores deberán ser agregadas las demandas y cargas de contaminación de las industrias en el área del Acuífero para que se estime las consecuencias y se definan las medidas mitigadoras o restrictivas para el Plan de Gestión.

II. Diagnóstico de la Situación Legal e Institucional Del Agua

1. Instituciones Relacionadas a los Recursos Hídricos

En la República del Paraguay existen varias instituciones relacionadas a los recursos hídricos, algunas realizan sus tareas en ámbito oficial mientras que otras la operan en el ámbito no gubernamental.

Instituciones Gubernamentales Componentes del Sector de los Recursos Hídricos

Dentro del ámbito oficial existen más de 15 instituciones relacionadas directamente con el recurso agua en el Paraguay, algunos en forma autárquica y otras en relación de dependencia directa de algún Ministerio:

Secretaría del Ambiente – SEAM

Tiene por objetivo la formulación, coordinación, ejecución y fiscalización de la política ambiental nacional. Con relación a los recursos hídricos con la ley 1561/00 se establece la estructura de la **Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos - DGPCRH**, como la máxima instancia que debe delinear la política nacional del sector hídrico en el país. En lo institucional, el país se encuentra en uno de los momentos más estratégicos para el abordaje del tema ambiental. La creación de la SEAM marcó un hito sin precedentes y abrió numerosas oportunidades que no pueden ser desaprovechadas. Se hace énfasis en el fortalecimiento de las instituciones nacionales y locales que intervienen en el cuidado y manejo directo de los recursos naturales practicando la descentralización de los temas ambientales, a través de los Municipios y las Gobernaciones, fortaleciendo sus capacidades técnicas con la transferencia de tecnología sobre los diferentes temas para la protección de los recursos naturales y de la diversidad biológica, tanto en lo que se refiere a infraestructura, capacitación de sus recursos humanos y mejoramiento de su capacidad de gestión.

Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social – MSPBS

Desarrolla varios programas sanitarios, incluyendo servicios públicos generales, salud pública, saneamiento ambiental, erradicación de vectores, ciencia y tecnología. Es la autoridad del Código Sanitario.

Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental – SENASA

Es un organismo técnico del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Sus principales funciones son: la planificación, ejecución y supervisión de las actividades de saneamiento ambiental, relacionadas con la provisión de agua potable y saneamiento ambiental en zonas rurales y en poblaciones que tengan un número igual o menor a 10.000 habitantes sean estas urbanas o rurales.

Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA

De reciente creación es un organismo técnico del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social y cuyas tareas son la disposición de residuos hospitalarios, higiene y seguridad ocupacional, monitoreo ambiental.

Ente Regulador de Servicios sanitarios del Paraguay (ERSSAN)

Es una entidad autárquica con personería jurídica, dependiente del Poder Ejecutivo, establece entre sus facultades y obligaciones regular la prestación del servicio, supervisar el nivel de calidad y de eficiencia del servicio, proteger los intereses de la

comunidad y de los usuarios, controlar y verificar la correcta aplicación de las disposiciones vigentes en lo que corresponda a su competencia. Es la autoridad de aplicación de la Ley 1615/00 del marco regulatorio y tarifario de los servicios de agua potable y alcantarillado.

Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay – ESSAP

Es una sociedad anónima instaurada a partir de una institución estatal. Tiene varios objetivos a saber:

- La provisión de servicios de agua potable para ciudades con población mayor a 10.000 habitantes, incluyendo la captación y tratamiento de agua cruda, almacenamiento, transporte, conducción, distribución y comercialización de agua potable.
- La disposición de los residuos de tratamiento.
- La provisión de servicios de alcantarillado, incluyendo su recolección y tratamiento.

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)

Dentro del ámbito del Ministerio de Obras públicas y comunicaciones e encuentran las siguientes instituciones

Dirección de Recursos Minerales (Vice Ministerio de Minas y Energía).

A través de su Departamento de Recursos Hídricos realiza el acopio de informaciones relacionadas con los recursos hídricos, apoyando – con la información procesada - a otras entidades en diversos proyectos.

Centro Multiuso de Monitoreo Ambiental e Hidrológico (CMAAH)

Cuenta con una red de monitoreo automatizado, encargado del manejo y control de datos hidrológicos.

Administración Nacional de Navegación y Puertos

Esta encargada del monitoreo hidrológico, opera las redes de recursos hídricos superficiales y la navegación fluvial.

Administración Nacional de Electricidad – ANDE

Opera y administra aprovechamientos hidroeléctricos nacionales, además tiene redes de monitoreo hidrológico.

Comisión Acueducto

Se encarga de los estudios tendientes a dotar de agua a regiones del chaco, a través de acueductos u otras soluciones.

Ministerio de Defensa Nacional

Dentro del ámbito del Ministerio de Defensa Nacional desarrollan sus actividades las siguientes instituciones:

Dirección de Meteorología e Hidrología

Organismo dependiente de la DINAC (Dirección Nacional de Aviación Civil), responsable a nivel nacional del monitoreo atmosférico y climático, administra y opera redes meteorológicas.

Dirección de Medio Ambiente

Realiza tareas de acopio de informaciones relacionadas al medio ambiente, coordina actividades donde se necesite intervención de la Fuerzas Armadas en cuestiones del medio ambiente

Dirección de hidrografía (Armada Nacional)

Se encarga del monitoreo de los ríos nacionales e internacionales en la jurisdicción nacional.

Ministerio de Agricultura y Ganadería

Dentro del ámbito del Ministerio de Agricultura y Ganadería desarrollan sus actividades las siguientes instituciones:

Instituto Agronómico Nacional (IAN)

Opera redes de observación atmosférica con fines agro meteorológicos.

Dirección de Extensión Agraria (DEAG)

Posee estaciones de registro de lluvias.

Dirección de Riego

Planifica y ejecuta programas de riego a nivel nacional, utilizando como fuente pozos tubulares profundos, cuenta con el equipamiento necesario para la perforación de pozos en todo el territorio nacional.

Entidades Binacionales

Entidad Itaipu Binacional

Entidad conformada con la República Federativa del Brasil para el aprovechamiento del Río Paraná. Genera energía hidráulica, administra una red monitoreo hidrológico.

Entidad Binacional Yasyreta

Entidad conformada con la Republica argentina para el aprovechamiento integral el río Paraná, genera energía hidráulica, administra un red de monitoreo hidrológico

Los Municipios

Sus funciones son las de aprovisionamiento de agua y alcantarillado sanitario en los casos en que estos servicios no fueren prestados por otros organismos públicos, y el establecimiento de un régimen local de servidumbre y de delimitación de riberas de ríos, lagos y arroyos, conforme a lo establecido en el Código Civil y a la propia Ley Orgánica Municipal N° 1294/87.

Las Gobernaciones

Fueron creadas con la Constitución Nacional. Están en proceso de organización institucional con la creación de Secretarías de Medio Ambiente. Algunas de las Gobernaciones coordinan y apoyan económicamente la perforación de pozos e instalación de sistemas de agua potable en compañías o barrios. En el sector de disposición de efluentes coordinan con las Instituciones responsables del control de la contaminación ambiental las acciones de monitoreo y control.

Dirección de Recursos Hídricos de Boquerón

Es un organismo dependiente de la Gobernación de Boquerón, en el Chaco Paraguayo, realiza trabajos de investigación y perforación de pozos para abastecimiento de la población.

Organizaciones no gubernamentales

Las entidades que operan en el ámbito no gubernamental son varias y diversas en su conformación, son personas o organizaciones que se aglutinan detrás de un objetivo común, la gestión de cuencas, la provisión de agua potable, la preocupación mutua sobre el tema de los recursos hídricos, en tal sentido el ámbito no gubernamental del sector hídrico está integrado de los siguientes grupos de entidades

Organismos de cuenca

Se puede destacar que las organizaciones existentes al nivel de cuencas y micro cuencas son incipientes, sin embargo se pueden mencionar algunas como ser:

Cuenca Nacional del Río Pilcomayo

Que conforma con la Argentina, la Comisión Binacional y con Bolivia, la Trinacional del Río Pilcomayo.

Cuencas de los Arroyos Rory y Rory-mi (La Colmena)

Son administradas a través de una autoridad conformada por los usuarios de la cuenca. Esta misma autoridad administra desde las cuencas altas, las tomas de agua, represas, cantidad y uso tanto del agua potable como del uso para riego. Esta organización (japonesa – paraguaya) es una excepción, dado que, si bien está relacionada con la comunidad y el gobierno local, no lo está con el gobierno departamental, ni del gobierno central. Sin embargo, es una muestra real, de una administración eficiente para su desarrollo socio-económico.

Organización de productores de arroz (Misiones)

Son organizaciones creadas a fin de aprovechar los recursos hídricos para la irrigación de rubros agrícolas con alta demanda de agua.

Juntas Vecinales de Conservación de Recursos Naturales:

Son organismos civiles (con personería jurídica), conformados en el Proyecto Administración de Recursos Naturales de la Zona Alto Paraná-Itapúa Norte. Se organizan por micro cuencas con la intención de planificar conjuntamente las prácticas de manejo y administrar los recursos financieros destinados al proyecto.

Juntas y Comisiones de Saneamiento, Comisiones Vecinales

Las Juntas y Comisiones de Saneamiento, así como la Comisiones Vecinales pro agua corriente, son organizaciones comunitarias cuyo objetivo es el acceso al agua potable y el saneamiento, las dos primeras son consideradas como modelos exitosos para comunidades urbanas menores y rurales que sin la presencia del subsidio, no podrían acceder al derecho de todo habitante de consumir agua potable. Las Juntas de Saneamiento son un modelo muy utilizado por el Paraguay para la zona rural y que ha sido muy exitoso y galardonado en el ámbito internacional. Con los fondos actuales con que está trabajando de préstamos provenientes del Banco Mundial, BIRF IV, unos US\$ 40 millones se espera concluir 255 sistemas de agua y con fondos del BID unos US\$ 15 millones, unos 100 sistemas. Esto incrementará el número de nuevas Juntas de Saneamiento a 400 adicionales a las que ya existen. Lo interesante de este modelo de gestión es que las comunidades reciben los sistemas y son administrados a través las Juntas de Saneamiento – cuyos directivos son electos en asamblea de usuarios, poniendo bajo su responsabilidad la operación y mantenimiento de los Sistemas. Lo anterior estaría concluyendo con los fondos actuales alrededor del año 2006.

El SENASA considera apropiado que haya una Política de Estado sobre el Sector. La política del Sector Rural actualmente mantiene subsidios entre 30 y 40 % a los acueductos de las comunidades y en algunos casos puede oscilar entre 60 y 80%. La diferencia entre ESSAP y SENASA es que ESSAP administra sus sistemas y SENASA los entrega a la comunidad para su administración.

Otras organizaciones

Cámara Paraguaya del Agua

Aglutina a los prestadores de servicios que suministran el agua a través de aguaterías contando con pozos tubulares profundos y redes de cañerías propios. Los precios del agua son fijados por los mismos propietarios y regulados por ERSSAN. Estos sistemas privados constituyen una importante participación del capital privado en agua potable. Actualmente están registrados en el ERSSAN aproximadamente 1400 aguaterías privadas que operan en diferentes municipios del país.

Asociación Paraguaya de Recursos Hídricos (APRH)

Es una organización de profesionales multidisciplinarios del sector de los recursos hídricos.

Sociedad Paraguaya de Aguas Subterráneas

Es una organización de profesionales multidisciplinarios del sector de los recursos hídricos subterráneos

Unidades Académicas de Universitarias

Existen unidades académicas y laboratorios que llevan a cabo investigaciones en diversos aspectos de los recursos hídricos, además de servicios de laboratorios de calidad de agua.

Corporación Agua Para el Chaco

Recientemente creada, es un modelo de participación público-privado orientado a la gestión integrada de los recursos hídricos del Chaco.

En el país existen numerosas organizaciones que trabajan en el área de recursos hídricos como ser: Alter Vida, Fundación Moisés Bertoni, Fundación Vida Silvestre, Sobrevivencia entre otros.

2. Marco Legal del Agua

El análisis del panorama legal nacional de la República del Paraguay revela la inexistencia de una ley específica que regule los recursos hídricos. Los ordenamientos jurídicos relacionados a los recursos hídricos que existen son poco eficientes, siendo común las superposiciones de roles y la falta de claridad en la delimitación de competencias y atribuciones.

Existe la necesidad de definir e implementar el marco jurídico e institucional para la gestión integrada de los recursos hídricos. Existen estudios profundos sobre este tema y hay una Comisión de Recursos Hídricos del Consejo Nacional de Medio Ambiente que avanza hacia la solución para, a mediano plazo, establecer una política nacional y definir la estrategia para efectivizar la gestión integrada del agua. Este estudio incluyó la preparación de un proyecto de “Ley de Aguas” que considera la cuenca hidrográfica como unidad de planeamiento para la gestión del uso sostenible del agua. La ley se encuentra en el Parlamento hasta la fecha sin que haya un despacho favorable.

El Paraguay no tiene ninguna institución ni Ley que regule la explotación de acuíferos. La explotación de agua subterránea es realizada sin ningún control. Las instituciones como SENASA y SEAM no tienen el marco jurídico adecuado para implementar medidas apropiadas para el control, regulación o protección de los acuíferos. La SEAM, creada por la Ley No. 1561 en julio de 2000 con la misión de formulación, coordinación, ejecución y fiscalización de la política ambiental nacional, tiene entre sus unidades a la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos. Dicha Dirección tiene responsabilidad sobre las políticas de mantenimiento y conservación de recursos hídricos, incluyendo la capacidad de recarga de los acuíferos, pero no ha recibido en forma expresa la autoridad para el otorgamiento del recurso.

Respecto a la dominialidad del agua, la Constitución Nacional, considera que los recursos hídricos (minerales líquidos) son del dominio de Estado (artículo 112, Sección I, Capítulo IX), la ley 2.559/05, modifica el inciso B) del artículo 1.898 de la ley N° 1.185/85 “CODIGO CIVIL”, recuperando la dominialidad del Estado sobre las aguas subterráneas.

Si bien es cierto que existe el consenso sobre el manejo de los recursos hídricos por cuencas hidrográficas, aun falta la política nacional del agua, en la cual se sustente la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y que a su vez delimite las acciones que protejan y conserven el recurso agua en el marco de la descentralización y del desarrollo sostenible. Salvo la Cuenca del Pilcomayo y el inicio de la conformación del organismo de cuenca del Lago Ypacaraí en la República no existe aún ningún tipo de organización a nivel de Cuencas Internas.

La Figura 1 incluye parte de la estructura institucional que relacionado con la gestión de los recursos hídricos.

La promulgación de la Ley N° 1.561 en el año 2000, “Que crea el Sistema Nacional del Ambiente (SISNAM), el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y la Secretaría del Ambiente (SEAM)”, representó la más reciente innovación en materia de gestión de los recursos hídricos en Paraguay, creando la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos.

Cabe destacar que en la actualidad se intenta, a través de la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos (DGPCRH) de la SEAM, autoridad encargada de formular, coordinar y evaluar políticas de mantenimiento y conservación de los recursos hídricos creada por Ley 1561/00, un ordenamiento del sector hídrico que permita orientar las acciones hacia el manejo integral del mismo, teniendo como unidad de gestión y desarrollo a las cuencas hidrográficas.

La DGPCRH deberá ser responsable por el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, que estará compuesto por: (1) el CONAM, órgano deliberativo y consultivo, a través de la Comisión de Recursos Hídricos; (2) el DGPCRH, órgano ejecutivo y coordinador interinstitucional Central, encargada de la Política de gestión de los Recursos Hídricos Ley 1561/00 Art. 25 y; (3) CONSEJO DE AGUA POR CUENCAS, órganos sectoriales, municipales y de los gobiernos departamentales, conformados con los grande usuarios de agua en un área delimitadas por cuencas hídricas.

No existe un eficiente control y fiscalización debido a las limitaciones presupuestarias en la autoridad de aplicación Secretaría del Ambiente (SEAM). Varias instituciones públicas cuentan con laboratorios para el monitoreo, pero dicha actividad no está coordinada en la actualidad.

La Ley N° 294/93 “De Evaluación de Impacto Ambiental” y su decreto reglamentario, instrumentos elaborados con el objetivo de mitigar los impactos ambientales originados por las acciones antrópicas, en la práctica y en lo referente a los recursos hídricos, particularmente las aguas superficiales, no se ha constituido tampoco en un instrumento verificablemente adecuado para inducir a una correcta gestión del agua.

Con referencia específica a las aguas superficiales, uno de los antecedentes jurídicos existentes en el país, de mayor relevancia, es la Resolución N° 585. del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS), que establecía unas categorías de uso de las mismas y designaba al SENASA (Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental) como autoridad de aplicación de dicha norma.

SENASA es un organismo técnico del MSPBS creado por la Ley 369 de 1972. Las funciones de SENASA son la planificación, promoción y supervisión de los programas de saneamiento ambiental, que incluyen los servicios de agua potable y saneamiento. No obstante, SENASA no presta directamente el servicio, sino que promueve la prestación del mismo a través de las Juntas de Saneamiento (JS), que son entidades que se rigen por el derecho privado, cuyos miembros son elegidos por la propia comunidad. Como resultado de la labor que lleva realizando SENASA desde 1972, hoy en día las juntas manejan más de 400 sistemas que abastecen a una población de aproximadamente 600,000 habitantes, con un total de 123,000 conexiones. Por esta razón se desarrolló en SENASA la capacidad de exploración de acuíferos y se formó un grupo de técnicos especializados en aguas subterráneas. El acuífero Patiño ha sido aprovechado por SENASA para el suministro de agua a comunidades cerca de Asunción y hoy esta siendo considerado como manantial para la propia ciudad de Asunción a través de la Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay SA (ESSAPSA) (anteriormente llamada CORPOSANA) y por los aguateros, y pequeñas empresas que utilizan el acuífero como manantial.

En lo referente a la concesión de aguas en el Paraguay la misma cae bajo la jurisdicción del Ente Regulador de los Servicios Sanitarios del Paraguay (ERSSAN) para la provisión de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. Mientras que para el uso agrícola (riego) hace lo propio la Secretaría del Ambiente (SEAM). La misma implementó la Resolución 553/03 con la finalidad de catastrar a los usuarios del agua a nivel nacional de una manera ordenada. Los otros usos (Industria, hidroenergía) del agua no cuentan con un Ente Regulador.

Cabe destacar que, en el marco de un programa de ordenamiento territorial del Paraguay en función de las Cuencas llevado desarrollado por el Centro de Innovación Tecnológica – CITEC – de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción, en el Centro de Investigación Tecnológica esta estudiando, en el marco de un programa de ordenamiento Territorial del Paraguay en función de la Cuencas y Regiones Hidrográficas, un plan de reordenamiento físico nacional, aprovechando fortalezas y oportunidades que mejore el manejo de regiones con características socio económicas comunes, recursos naturales, y el aprovechamiento de los cursos de agua con el criterio de Cuencas Hidrográficas.

3. Proceso de Revisión del Marco Legal del Agua

En Paraguay, desde el 2002 se han iniciado procesos de diálogos en Gobernabilidad del Agua así como los principios de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos a nivel de los Gobiernos Locales. Este proceso ha sido propiciado por la Asociación Paraguaya de Recursos Hídricos en alianza con instituciones del sector público y privado.

También se identifica a la Secretaría del Ambiente, responsable constitucional de formulación Política Ambiental Nacional como el nexo adecuado para propiciar un debate y construcción de la política del agua como parte de la política ambiental.

Un aspecto clave para el proceso es la instancia actual en el parlamento de un anteproyecto de Ley de Aguas con tratamiento de código, el cual actualmente se debate en la Cámara de Senadores, este anteproyecto, a instancia de la Vice presidencia fue sometido a un proceso de debate público en el 2004.

En ese contexto el programa se centra en actividades que contribuyan a establecer las condiciones adecuadas para:

- Establecer una plataforma de Debate o Foro y construcción de los elementos claves para un Plan Nacional del Agua.
- Acordar un nivel de dialogo adecuado entre los diferentes actores del gobierno, sociedad civil, ONGS, sector académico y usuarios del agua, a través de una Red de Trabajo, a ser instalado dentro del proceso.
- Facilitar mecanismos de difusión de la información generada en el proceso promoviendo el acceso público al debate

Se carece actualmente de legislación o reglamentación que regule o controle a los potenciales usos del suelo que puedan causar contaminación de las aguas subterráneas como superficiales. Actualmente se discute algunos Anteproyectos de Ley y Códigos de Agua, que de alguna manera tienen el manejo del agua como sus objetivos específicos.

La Vice-Presidencia de la República y la SEAM se encuentran liderando el proceso de análisis de las diversas propuestas de Ley de Agua, generando acciones estratégicas que deberían contemplar la Ley o Código de Aguas. Algunas de estas acciones son:

- Vinculación con los Tratados Internacionales firmados y ratificados por el país.
- Estar enmarcado en una Política Nacional de RH que oriente la Planificación, al uso, la fiscalización y la protección del recurso.
- Formulación clara y precisa objeto de la misma y las definiciones para la interpretación clara de los términos y artículos que se planteen en la ley.
- Ordenamiento de las competencias, es decir ordenar lo presentado en estos cuatro proyectos.
- El dominio de las aguas debe ser de naturaleza pública.
- Gestión del agua por cuenca hidrográfica como unidad básica de gestión.
- Debe ser compatible con otros proyectos de Ley relacionados.
- Contemplar la evaluación del impacto ambiental de la utilización de los recursos y la protección necesaria para su uso sostenible.
- Debe contemplar el pago por el uso del agua e incluir el principio de contaminador pagador. El uso prevalente del agua debe ser la destinada a consumo humano.
- Insistir y promover la prevención de la contaminación estableciendo sanciones claras.
- Establecer un registro de fuentes de catastro y un sistema impositivo.
- Esquema regulador para el manejo de recursos subterráneos.
- Las instituciones plantean que se organice el sector de modo a no crear nuevas instituciones, sino fortalecer las existentes con una definición clara de sus facultades para el manejo integral de cuencas, eliminando las superposiciones. Identificando el Ente Rector, el Ente Regulador, Instituciones operadoras, usuarios. Crear Comisiones de Cuencas y subcuencas, prever e incluir oficinas regionales usuarias del agua.
- Prever mecanismos que permitan participación privada en Inversiones.
- Tiene que ser vinculantes con otras leyes.
- Se tiene que prever el reconocimiento del valor económico y social de los recursos hídricos.
- Reconocimiento del valor ambiental de los bosques sobre el recurso hídrico.
- Debe contener las sanciones a y los procedimientos administrativos de aplicación ante infracciones cometidas.
- Debe tener carácter preventivo antes que acusativo.

4. Lista de Acciones sobre el Marco Institucional y Legal

- Uniformizar la información registrada en las diferentes instituciones.
- Construir la Ley de agua en base a un dialogo participativo.
- Definir los roles institucionales y fortalecer la gestión integrada de los recursos hídricos.
- Fortalecer la descentralización de las cuestiones ambientales a través del manejo por cuencas.
- Diseñar en forma conjunta el marco institucional con el legal
- Revisar las leyes que interfieren entre las autoridades de aplicación
- Diseñar un sistema de información del agua abierto al publico
- Integrar todas las mediciones Hidrométricas e Hidrometeorológicas disponibles en el país en un solo sistema con libre acceso.
- Mejorar las mediciones hidrológicas en las subcuencas afluentes al río Paraguay.
- Uniformizar los lenguajes de los equipos de lectura utilizadas en las diferentes instituciones que realizan mediciones hidrometeorológicas e hidrométricas.
- Fortalecer las instituciones educacionales que se dedican a la investigación de los recursos hídricos.
- Promover la participación publica descentralizada, para la protección y conservación de los recursos hídricos
- Establecer programas de educación y concienciación de la necesidad de preservar los recursos hídricos.
- Aplicar los principios de la gestión integrada de los recursos hídricos.
- Actualizar las normativas de calidad de agua.
- Ampliar y sistematizar el conocimiento sobre los recursos hídricos y su potencial de aprovechamiento.
- Trazar planes de desarrollo sostenible con aprovechamiento múltiple de los recursos hídricos en base a las cuencas.
- Debe entenderse que el recurso agua es amplio, transversal, y tiene un valor económico y social y su uso debe servir para paliar la pobreza.
- Implementar subsidios para la descontaminación de los recursos hídricos

La Ley de Aguas deberá incluir posiblemente una Política Nacional de Recursos Hídricos y sus instrumentos: (1) pago por el uso del agua (e incluir el principio de contaminador pagador); (2) sistema de informaciones; (3) normativas de calidad de agua; (4) otorga de uso de aguas.

La interacción de las instituciones del Sistema de Recursos Hidricos (CONAM, DGPCRH, Consejo de Aguas por Cuenca, y otros) con los instrumentos de la Política Nacional de Recursos Hídricos deberá posiblemente generar un Plano Nacional de Aguas. El Plan de Gestión del Acuífero Patiño estará vinculado al Plan Nacional de Aguas.

III. Plan de Gestión

El Plan de Gestión debe ser un instrumento de planeamiento, basado en fundamentos científicos, tecnológicos y legales, buscando promover las condiciones esenciales para el uso sostenible de los recursos hídricos, particularmente el agua subterránea del acuífero Patiño, recurso estratégico del desarrollo de la Región Metropolitana de Asunción, pero progresivamente escaso debido a su degradación cuantitativa y cualitativa.

Los principios básicos que deberán guiar la planificación del manejo del agua subterránea en el área del proyecto: (i) la adopción del acuífero Patiño como unidad de gestión; (ii) la interdependencia entre el acuífero y las aguas superficiales y meteóricas; (iii) el reconocimiento del agua subterránea como un recurso renovable pero finito y vulnerable a la degradación; (iv) la gestión integrada y participativa; (v) la adopción de los sistemas de subcuencas hidrográficas sobreyacentes al acuífero como las unidades de planeamiento diferenciado; (vi) la urgente necesidad de ordenamiento de la explotación del agua subterránea; (vii) el reconocimiento del valor económico del agua; (viii) la actual situación socio-económica adversa del país y, particularmente, de muchos de los usuarios del agua y de la mayoría de la población que vive en el área del proyecto.

El diseño y las articulaciones en la propuesta del Plan de Gestión consideran al SENASA y la SEAM como los órganos competentes en la matriz institucional actual para desempeño de las atribuciones iniciales del Ente Gestor del agua en el área del proyecto.

La Secretaria del Ambiente a través de la Dirección General de Protección y Conservación ha iniciado un proceso de conciliación entre las diferentes instituciones públicas, para delinear una visión para la Política del Agua en el Paraguay (Proyecto de Ley de aguas).

El Plan incluye dos importantes actividades: (i) Elaboración del plan de gestión de los recursos hídricos, con énfasis para el uso sostenible y protección del acuífero Patiño; y (ii) Estructuración legal e institucional para la sostenibilidad de la política de manejo de los recursos hídricos propuesta en el plan de gestión y los posibles escenarios, además de la organización de la movilización social, sobretodo de los mayores usuarios del agua, para participación en el sistema de gerenciamiento integrado del acuífero Patiño.

La estructuración incluye creación del **Consejo del Acuífero Patiño**. El Consejo sería Integrante del Sistema Nacional de Recursos Hídricos y vinculado al Consejo Nacional de Recursos Hídricos. Los objetivos del **Consejo** serían:

- promover la integración de la gestión de los recursos hídricos con la ambiental.
- promover el desarrollo sustentable.
- promover o debate de los asuntos relacionados a recursos hídricos y articular la actuación de las entidades participantes
- arbitrar conflictos relacionados a los recursos hídricos
- aprobar el Plano de Recursos Hídricos respetando las directrices del Consejo y del Plano Nacional de Recursos Hídricos, compatibilizando, de forma articulada y integrada, los Planos de Recursos Hídricos de las Bacías Hidrográficas Afluentes al acuífero;

- acompañar la ejecución de los Planos de Recursos Hídricos de Bacía
- establecer os mecanismos de cobranza
- promover la creación de la Cámara Técnica
- apoyar iniciativas en educación ambiental

El **Consejo** probablemente deberá estar conformado por:

- Representantes del Poder Ejecutivo, la Secretaria del Ambiente y de las Gobernaciones que afecta el acuífero.
- Representantes del Congreso Nacional en el área de competencia ambiental.
- Representantes de los Municipios involucrados.
- Representantes de entidades de la sociedad civil relacionados con recursos hídricos, que incluyen: Cámara Paraguaya de Agua; Unidades académicas de Universidades; Corporación de Agua para el Chaco; Sector privado; APRH; ONGs; Juntas de Saneamiento; Aguateros; Industrias; Frigoríficos; Sociedad Paraguaya de Aguas Subterráneas; AMOAM ; Asociación Municipios del Área Metropolitano; ESSAP; AGA ; Asociación de gobiernos autónomos; OPASI; Organización Paraguaya Cooperación Intermunicipal.; Sociedad Civil (incluso Indígena).
- Cooperativas Representantes de los diferentes sectores de grande usuarios, de los recursos hídricos.

El Consejo probablemente tendrá como área de jurisdicción la totalidad de la Cuenca Acuífera identificada en el área de influencia.

La estructura organizacional probablemente deberá incluir Presidente, Vicepresidente y Secretario.

El presidente representa al Consejo y tendrá las siguientes atribuciones:

- a) convocar y presidir las reuniones del Consejo,
- b) ejercer la representación del Consejo,
- c) suscribir los documentos del Consejo, y
- d) decidir en caso de paridad en las votaciones.

El Vicepresidente ejercerá las mismas funciones y tendrá las mismas atribuciones del Presidente, en caso de ausencia o impedimento temporal de este.

El Secretario tendrá las siguientes atribuciones:

- a) redactar las actas de las reuniones del Consejo,
- b) redactar y refrendar las notas y documentos resueltos por el Consejo, y
- c) llevar los registros, y archivos del Consejo.

Los programas, proyectos y planes del Acuífero Patiño, serán sometidos a consideración del Consejo, que decidirá en cada caso, mediante resolución, para su cumplimiento obligatorio conforme a las disposiciones legales vigentes.

IV. Reuniones para establecer un Consejo de Gestión

El día 3 de mayo en las oficinas del SENASA en San Lorenzo se realizó la primera reunión para la elaboración del Plan Gestión del acuífero y conformación del Consejo de Gestión del mismo, de la misma participaron tanto representantes de organismos públicos, asociaciones de usuarios, empresas privadas y Ongs, en el Anexo se presenta la lista de participantes, También se contó con la presencia del Supervisor del BID, el Ing. Américo Cáceres.

Lista Participantes Primera Reunión Plan de Gestión

Nombre	Institución
Ing. Oscar Silvero	DOSAPAS - SENASA
Lic. Félix Carvallo	SENASA
Ing. Américo Cáceres	BID
Ing. Andrés Wehrle	Consortio CKC-JNS
Ing. Hugo Ruiz Fleitas	Consortio CKC-JNS
Ing. Koichi Sekita	Consortio CKC-JNS
Ing. Tobias Jerzolimski	Consortio CKC-JNS
Ing. Rolando Gaal Vadas	Consortio CKC-JNS
Lic. Terecio Caceres	C&V Geólogos Coronel
Lic. Atilio Medina	MOPC- D.R.M
Ing. Miguel Angel Santacruz	SEAM
Lic. Juan Luis Rios Otero	MOPC
Ing. Roger Monte Domecq	CITEC- FIUNA - APRH
Sr. Jorge Candia Cardozo	CAPA
Juan Reginaldo Reese Rinke	Asoperf
Lic. Marta Ayala	STP - DGPPP
Lic. Licie Samaniego	CONADERNA
Sr. Eligio Gamarra	CAPA - Presidente
Lic. Gustavo Daniel Alcaraz C.	Renacer Ambiental Soc. Civil
Sr. Heriberto Osnaghi	Gobernación Central
Dr. Juan Carlos Zanotti	Renacer Ambiental/ Universidad
Lic. Ana Maria Castillo	MOPC - Minas y Energia
Dr. Fernando Larrosa	SPAS

Primeramente se presentaron los avances que se tiene dentro del proyecto y luego el Ing. Tobias Jerzolimski presentó la metodología a seguir para la elaboración del Plan de Gestión del Acuífero Patiño. Terminadas las presentaciones se dio inicio a un Debate entre los participantes, los cuales dieron sus sugerencias e ideas al Plan de Gestión.

Entre las declaraciones de los participantes de la reunión se puede resaltar el interés y la importancia del estudio que se esta realizando en el Acuífero Patiño para poder conocer mejor nuestro recurso hídrico y así poder aprovechar en

forma sustentable el mismo. También se debatió sobre las nuevas resoluciones sobre el uso de los recursos hídricos dictadas por la SEAM, además de la evolución de la Ley de Aguas en el Congreso y como eso influiría en el Plan de Gestión del Acuífero. Los consultores del Consorcio explicaron al respecto que justamente desde la elaboración de la propuesta de Estudio hasta la fecha hubieron cambios en lo que se refiere al marco legal del agua pero aclararon que los mismos están al tanto de los mismos y que el Plan de Gestión y el Consejo de Gestión se adecuaran a las Normas vigentes actualmente.

Terminada la reunión se fijo como fecha para la realización de la siguiente reunión en la primera quincena del mes de julio

La segunda reunión se realizó también en las oficinas del SENASA en San Lorenzo, el día 13 de Julio y de la misma participaron representantes de instituciones públicas, representantes del SENASA, representantes del Consorcio CKC-JNS y representantes del BID.

Participaron de la misma por SENASA Msc. Félix Carvalho (SENASA), por el Consorcio CKC-JNS Ing. Hugo Ruiz Fleitas, Ing. Andrés Wehrle, Ing. Tobías Jerzolinski, Ing. Koichi Sekita, Lic. Julián Báez, Ing. Roger Monte Domecq, por el BID Ing. Américo Cáceres, y representantes de las demás instituciones públicas, Ing. Miguel Ángel Santacruz (SEAM), Ing. Wilma Jiménez (ERSSAN), Ing. Sonia Chávez (ERSSAN), Lic. Ana Maria Castillo (MOPC), Lic. Ángel Spinzi (MOPC).

Se inicio la reunión con un cordial saludo del Msc. Félix Carvalho a los participantes agradeciendo su presencia, y a continuación el Ing. Hugo Ruiz expuso el objetivo de la misma, el cual es la prosecución de las reuniones para la conformación del Consejo de Gestión del Acuífero, a continuación el Ing. Andrés Wehrle actualizo a los presentes sobre los trabajos realizados, exponiendo el avance del informe sobre la disponibilidad y demandas hídricas en base a la dinámica social, además las proyecciones en lo que se refiere a la contaminación dentro del área del acuífero (sistemas de alcantarillado y basuras).

Luego de esto se inicio el debate entre los participantes.

En lo que se refiere a la demanda hídrica se resalta la preocupación de los participantes sobre el alto consumo por habitante que se tiene en el área del acuífero (220 lts./hab.) el cual es mucho mayor al promedio general de consumo, la situación descrita hace resaltar la imperiosa necesidad de una campaña de concienciación con la población sobre el valor del agua y el uso racional del mismo.

Además se trato el tema relacionado a la importancia de la infiltración de las lluvias para la recarga del acuífero y sobre la posibilidad del uso del modelo matemático para poder determinar dicha infiltración.

Posteriormente se paso a debatir los temas relacionados a la Creación del Consejo de Gestión del acuífero en el marco de la nueva legislación vigente a partir del presente año y la aprobación futura de la Ley de Agua por parte del Congreso Nacional.

En febrero de este año la SEAM a través de la Resolución 170/06 aprobó la reglamentación del Consejo de agua por Cuencas Hídricas, la cual en su Art. 5 reglamenta el área de jurisdicción de las mismas que en forma textual dice

Art. 5°: EL CONSEJO DE AGUAS POR CUENCAS, tendrá como área de jurisdicción

- 5.1 La Cuenca Hidrográfica determinada
- 5.2 Sub-cuencas hidrográficas de tributarios del curso de agua principal, de la cuenca y de otros tributarios de esta tributaria.
- 5.3 La totalidad de las Cuencas Acuíferas identificada en el área de influencia de la cuenca Hidrográfica determinada
- 5.4 Grupos de cuencas o sub-cuencas contiguas, a través de representaciones.

En este contexto a partir del presente año se están realizando reuniones para la conformación del Consejo de Cuenca del Lago Ypacarai en cuya cuenca se encuentra parte de la cuenca acuífera del Acuífero Patiño, por lo que teniendo en cuenta la reglamentación, dichas aguas estarán en la jurisdicción del Consejo de referencia.

En el Consejo se encuentran representados la gran mayoría de los actores que estarían involucrados dentro del Consejo de Gestión del Acuífero por lo cual el mismo Consejo podrá llevar a cabo también el Plan de Gestión del Acuífero incorporando en el Consejo a los actores faltantes.

Se planteo proponer al consejo de la Cuenca del Lago la incorporación de los nuevos actores dentro del Consejo y ampliar el nombre del Consejo al de Consejo de la Cuenca del Lago Ypacarai y del Acuífero Patiño, teniendo en cuenta la importancia del acuífero en el aporte de agua a la cuenca del Lago y por ende al propio Lago Ypacarai. La propuesta también abarca la formación de un Comité Técnico dentro del Consejo el cual tendrá a su cargo el Plan de Gestión del acuífero, formándose inicialmente un grupo Impulsor de Gestión del Acuífero Patiño. Esta propuesta será llevada ante el consejo por el Msc. Félix Carvallo en representación del SENASA.

Se acordó la importancia del Plan de Gestión que se realice dentro del Proyecto el cual será utilizado por el Consejo de Gestión, por lo cual el Taller para la discusión final y aprobación de dicho Plan es de vital importancia y por sobre todo es muy importante la participación de todos los actores involucrados, se planteó que dicho Taller tenga una duración de 2 a 3 días en los cuales se puedan discutir todos los puntos concernientes al Plan de Gestión.

El Consorcio y el SENASA también presentaran esta propuesta al BID para lo cual solicitaran una reunión con el Ing. Marcelo Barros, especialista sectorial del BID el cual debe aprobar la reestructuración de las actividades y cronograma del Proyecto.

Con estos temas tratados se dio por concluida la Reunión.

V. Elaboración del Balance Hídrico del Acuífero Patiño

1. Introducción

1.1 Antecedentes

En el marco del proyecto “**Estudio de Políticas y Manejo Ambiental de Aguas Subterráneas en el Área Metropolitana de Asunción**”, actualmente en ejecución, se vienen desarrollando actividades de monitoreo hidrometeorológico, medición diaria de alturas hidrométricas y precipitación en una densa red, con el objetivo de procesar los datos para determinar un balance hídrico integrado (superficial y subterráneo) en la cuenca del Acuífero Patiño.

En el Paraguay se han realizado cálculos de balances hídricos (BH) superficiales a nivel país (ref. 1) en el marco de la determinación de los balances hídricos de América Latina, auspiciado por UNESCO. Igualmente en el marco de un proyecto de investigación de la Universidad Nacional de Asunción se ha realizado, también a nivel país, la determinación de la variación espacial y temporal de los “Excesos y Déficit Hídricos” utilizando como método el cálculo del BH superficial (ref. 2).

1.2 Objetivos General Y Específicos

General

Calcular el BALANCE HÍDRICO INTEGRADO en la cuenca del Acuífero Patiño

Específicos

- Investigar y seleccionar el mejor método de cálculo del Balance Hídrico Integrado (BHI), aplicado a la cuenca del Patiño, en concordancia con los criterios técnicos del proyecto.
- Colectar y procesar los datos históricos necesarios para la elaboración del BHI.
- Colectar, controlar y procesar los datos del monitoreo hidrometeorológico operativo del proyecto, generando tablas, gráficos y utilizarlos para la calibración del modelo de balance hídrico.

2. Actividades realizadas

2.1 Revisión Metodológica de Balances Hídricos

En nuestro país existen antecedentes de cálculo del Balance Hídrico Superficial (BHS) a nivel nacional, y en aplicaciones para la agricultura. El BHS del Paraguay fue realizado en el año 1992 por la Dirección de Meteorología e Hidrología de la DINAC, bajo los auspicios de la UNESCO. Este balance, como todos, se basa en el principio de continuidad, identificando los aportes de agua y las salidas de los mismos. En el caso de BHS basta delimitar la cuenca, conocer la precipitación y la evaporación real a nivel anual en la misma y por ende determinar la escorrentía superficial. En vista de que se calcula normalmente para periodos de un año y solo considera el agua superficial, los términos de flujo sub-superficial son normalmente desechados.

En el año 2001, bajo auspicios de la Universidad Nacional de Asunción se realizó la investigación “Variación espacial de los Excesos y Déficit Hídricos en el Paraguay”, donde bajo la suposición de un suelo uniforme para todo el país se estableció una infiltración sub-superficial máxima de 100 mm. Bajo estas condiciones se estimó mensualmente y para un periodo de más de 20 años, los excesos y déficit hídricos para varias localidades del país. Estos excesos y déficit se obtuvieron a partir del cálculo de BH simplificado.

En los párrafos siguientes se describen algunas de las metodologías revisadas para la posterior selección del método más adecuado para los objetivos de esta consultoría:

2.1.1 Determinación del Balance Hídrico Simplificado en Paraguay, Roger Monte Domecq y Julián Báez (ref. 2)

A partir de la ecuación general del balance:

$$\Delta W = W_i - W_o \quad (1)$$

Donde

ΔW = Variación de la cantidad de agua del sistema

W_i = Cantidad total de agua que entra al sistema

W_o = Cantidad total de agua que sale del sistema

Asimismo, se tiene que:

$$W_i = P + I_r + E_{se} + C \quad (2)$$

donde:

P = Precipitación, I_r = Irrigación, C = Ascenso Capilar

E_{se} = Escorrentía superficial y subsuperficial que entra al sistema

Por otro lado:

$$W_o = E_{ss} + F + E_{tp} \quad (3)$$

donde:

E_{ss} = Escorrentía superficial y subsuperficial que sale del sistema,

E_{tp} = Evapotranspiración Potencial

F = Precolación desde el borde inferior del volumen de suelo hacia capas más profundas

En la simplificación se asume las siguientes hipótesis:

- No se consideran movimientos laterales ni verticales de agua, en consecuencia E_{se} , $E_{ss} = 0$, $C = 0$, $F = 0$.
- La única entrada es la precipitación, en consecuencia $I_r = 0$
- El stock de agua en el suelo en un periodo (por ejemplo un mes) está completamente disponible para el periodo siguiente, sin importar la cantidad.

De esta forma, la ecuación general queda:

$$\Delta W = P - E_{tp} \quad (4)$$

$$P - E_{tp} \pm \Delta W = 0 \quad (5)$$

El cálculo de E_{tp} se obtuvo aplicando el método de Thornthwaite y Matter.

La ecuación (5) para el cálculo del Balance Hídrico Integrado - BHI (superficial y subterráneo), objeto de la presente investigación no podría ser utilizado por las simplificaciones adoptadas con relación a los flujos subterráneos.

Otras metodologías evaluadas se basan en experiencias similares que se describen más abajo:

2.1.2 Balance Hídrico subterráneo de Migjorn de Menorca, España, Sònia Estradé Niubó (ref. 3)

La metodología siguiente tiene como objetivo determinar el balance de agua infiltrada en el acuífero de Migjorn de Menorca aproximando el valor de sus diversas componentes. Para caracterizar el valor de la recarga se utilizó la técnica del balance hídrico en el suelo, con periodicidad diaria.

El balance hídrico utilizado para la estimación de la recarga del acuífero en mención utiliza los siguientes parámetros y variables internas:

- **La precipitación**
- **Capacidad de retención de agua en el suelo o reserva útil**
- **Evapotranspiración real**
- **Escorrentía superficial**
- **Infiltración difusa procedente de la precipitación**

La precipitación es resultado del cálculo de la precipitación media de la cuenca, obtenida por medio del método de Thiessen, en base a datos medidos.

La capacidad de retención del suelo es la capacidad de almacenamiento del mismo, que es estimada para cada tipo de suelo.

La evapotranspiración real (ETR) se obtiene en el balance hídrico diario a partir de los valores de evapotranspiración potencial (ETP) y dependiendo del agua disponible debido a la precipitación y la acumulada en el suelo, siguiendo el esquema del balance hídrico de Thorthwaite y Mather (1957), Sánchez y blanco (1985) y Gandullo (1985,1994).

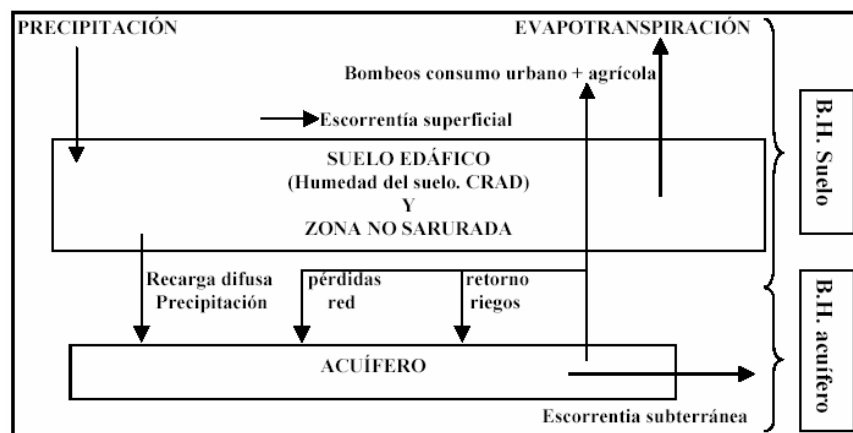
La ETP fue calculada mediante los métodos de Thorthwaite y Turc para datos mensuales y los métodos de Hargreaves y Penman-Monteih para datos diarios. Diversos estudios comparativos realizados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Comisión Internacional para el Riego y Drenaje (ICID), a partir de la evaluación de veinte ecuaciones d’ETo para once localidades con condiciones climáticas y geográficas distintas (Jensen et al. 1990), recomiendan el método de Penman- Monteith como el que mejores resultados ofrece (Allen et al.1998).

La escorrentía superficial se calcula mediante el método del número de curva del **Soil Conservation Service**, que trata de determinar la escorrentía superficial directa que genera un aguacero o lluvia aislada de intensidad conocida en cuencas no aforadas.

Se basa en unos coeficientes tabulados (numero de curva) que determinan la capacidad que posee la cuenca vertiente de producir escorrentía para un aguacero determinado. Dicha capacidad depende de varios factores inherentes a la cuenca, como son el tipo de vegetación o cultivo, las prácticas agrícolas, los usos del suelo, la pendiente del terreno, el tipo de suelo, etc.

La infiltración difusa procedente de la precipitación es la infiltración hacia el sub-suelo y estimada a partir del balance hídrico.

El esquema de la metodología utilizada se puede visualizar en la figura de abajo.



Un ejemplo de los resultados para este caso particular se presenta en la Fig. 1.

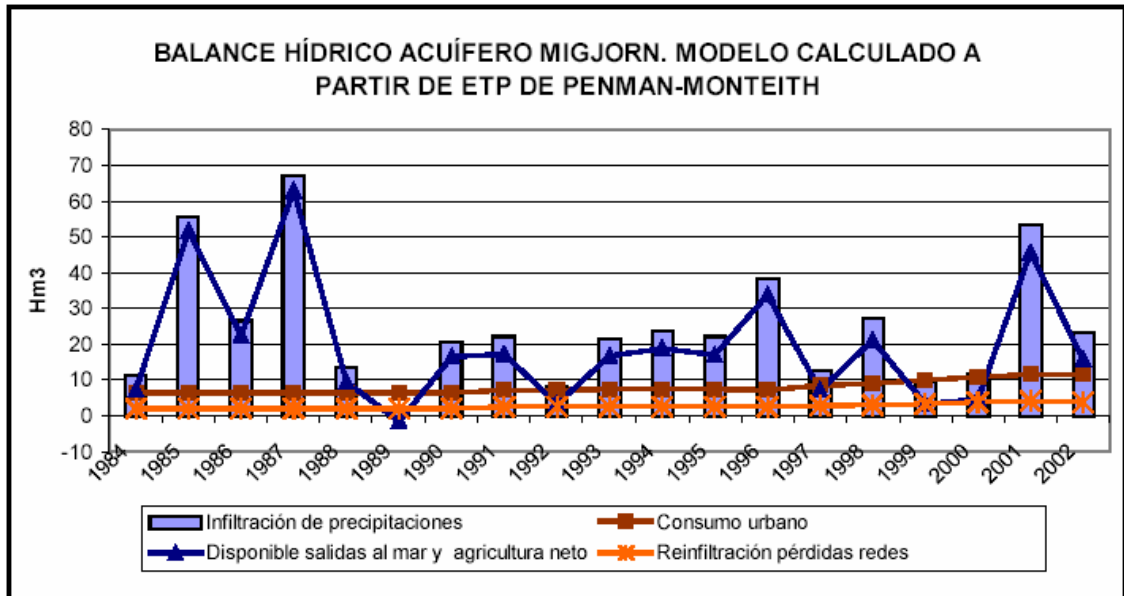


Fig. 1: Balance hídrico en el acuífero Migjorn de Menoría, España. Modelo Penman-Monteith.

2.1.3 Balance Hídrico del Valle de México:

J. Lafragua, A. Gutiérrez, E. Aguilar, J. Aparicio, R. Mejía, O. Santillán, M.A. Suárez y M. Preciado (ref. 4)

Dentro de la actividad de planeación y manejo del recurso agua, el balance hídrico es una herramienta útil para estimar la disponibilidad de agua en las cuencas hidrológicas. La ecuación fundamental para llevar a cabo este balance es la ecuación de continuidad. El principio de continuidad consiste básicamente en cuantificar las entradas y salidas a la cuenca, así como su cambio de almacenamiento. Como el agua subterránea y la superficial se encuentran fundamentalmente interconectadas el agua subterránea alimenta al agua superficial principalmente a través del llamado escurrimiento base y de los manantiales, y el agua superficial alimenta al acuífero a través de la infiltración o percolación hacia el suelo - es necesario determinar un balance hídrico que considere el agua superficial y la subterránea como un solo sistema hidrológico. Tradicionalmente se presenta un balance hídrico subterráneo y otro superficial. Sin embargo, en este trabajo se presenta en forma conjunta los componentes del balance superficial y del balance subterráneo, denominado balance hídrico integrado.

Ecuación de balance hídrico integrado

La ecuación de continuidad es la base para realizar un balance hídrico; dicho balance se emplea generalmente para estimar la disponibilidad de agua en cuencas hidrológicas. En este estudio, se plantea la ecuación tomando en cuenta los componentes, tanto superficiales como subterráneos y utilizando como referencia la cuenca superficial.

La ecuación de balance integrado, tomando como plano de referencia la superficie, es la siguiente:

$$\Delta V = (VII + Ar + Im + Re + B) - (Ev + Et + Ab + Ex + Uc + f + In)$$

Donde:

- ΔV es el cambio de almacenamiento en la superficie;
- VII es el volumen de lluvia en la cuenca superficial;
- Ar es el escurrimiento aguas arriba;
- Im son las importaciones de cuencas externas;
- Re son los retornos de los usos del agua;
- B son las extracciones por bombeo dentro de la cuenca;
- Ev es la evaporación en cuerpos de agua y en áreas sin vegetación;
- ET es la evapotranspiración;
- Ab es el escurrimiento aguas abajo;
- Ex son las exportaciones a cuencas externas;
- Uc son usos de consumo (superficial y subterráneo);
- f es la infiltración profunda de las pérdidas en redes de agua potable;
- In es la infiltración de lluvia.

Componentes superficiales

La evaporación Ev de los cuerpos de agua principales, $Ev (1)$, se obtiene utilizando la lámina de agua evaporada registrada en estaciones climatológicas cercanas a los cuerpos de agua y su área correspondiente. A este volumen se le agrega la evaporación en zonas sin vegetación y urbanas, $Ev (2)$, estimada con el método de Turc.

En el cálculo de la evapotranspiración ET , se separaron áreas agrícolas (58% del área total) y vegetación arbórea (bosques u otras vegetaciones). Se utilizó la fórmula de Blanney-Criddle (Aparicio, 1997) para las áreas agrícolas y la de Turc para bosques u otras vegetaciones.

El escurrimiento aguas abajo de la cuenca Ab se evaluó utilizando el escurrimiento medio anual aforado a la salida de la cuenca. Los términos Ar y Ex para el valle de México no aplican, por lo tanto su valor es cero.

El componente f , es una parte poco estudiada ya que normalmente no se cuenta con mediciones confiables al respecto. Sin embargo, se aprovecharon las mediciones de fugas que proporcionó el Sistema de Agua de la Ciudad de México (antes Dirección General y Construcción de Obras Hidráulicas) para proponer un procedimiento de regionalización que permite estimar los volúmenes de fugas en sitios en donde no se tienen registros y, con la misma metodología del cálculo de la infiltración por lluvia, se estimó el valor de la infiltración profunda que proviene de las fugas de las redes de agua potable.

Componentes subterráneos

Para la estimación de la infiltración por lluvia In se tomó en cuenta el tipo de suelo en cada acuífero y el porcentaje de lluvia susceptible de infiltrarse de acuerdo con el

primero. Las extracciones por bombeo *B* se calcularon tomando en cuenta el cambio de almacenamiento subterráneo, mediciones piezométricas, flujo lateral, recarga y aporte de manantiales.

2.1.4 Otros métodos analizados

Se ha consultado la literatura existente con el fin de explorar otros métodos de cálculo del BH, tanto superficial como subterránea, que puedan aplicarse con la realidad de datos disponibles en el acuífero Patiño. Los métodos tradicionales, que determinan cuantitativamente los componentes del BH en todos los casos están basados en la conservación de la masa de agua o la continuidad de la misma. La diferencia radica fundamentalmente en la disponibilidad de los datos necesarios para su aplicación.

Existen asimismo métodos basados en sensores remotos, que en el caso que nos ocupa, pueden ser utilizados para estimar el porcentaje de infiltración con relación a la precipitación media de la cuenca, estimando la evaporación y teniendo en cuenta la topografía y fisiografía de la cuenca. Este método fue aplicado por los responsables de la elaboración del modelo conceptual del acuífero Patiño.

2.2 Elección de metodología de aplicación

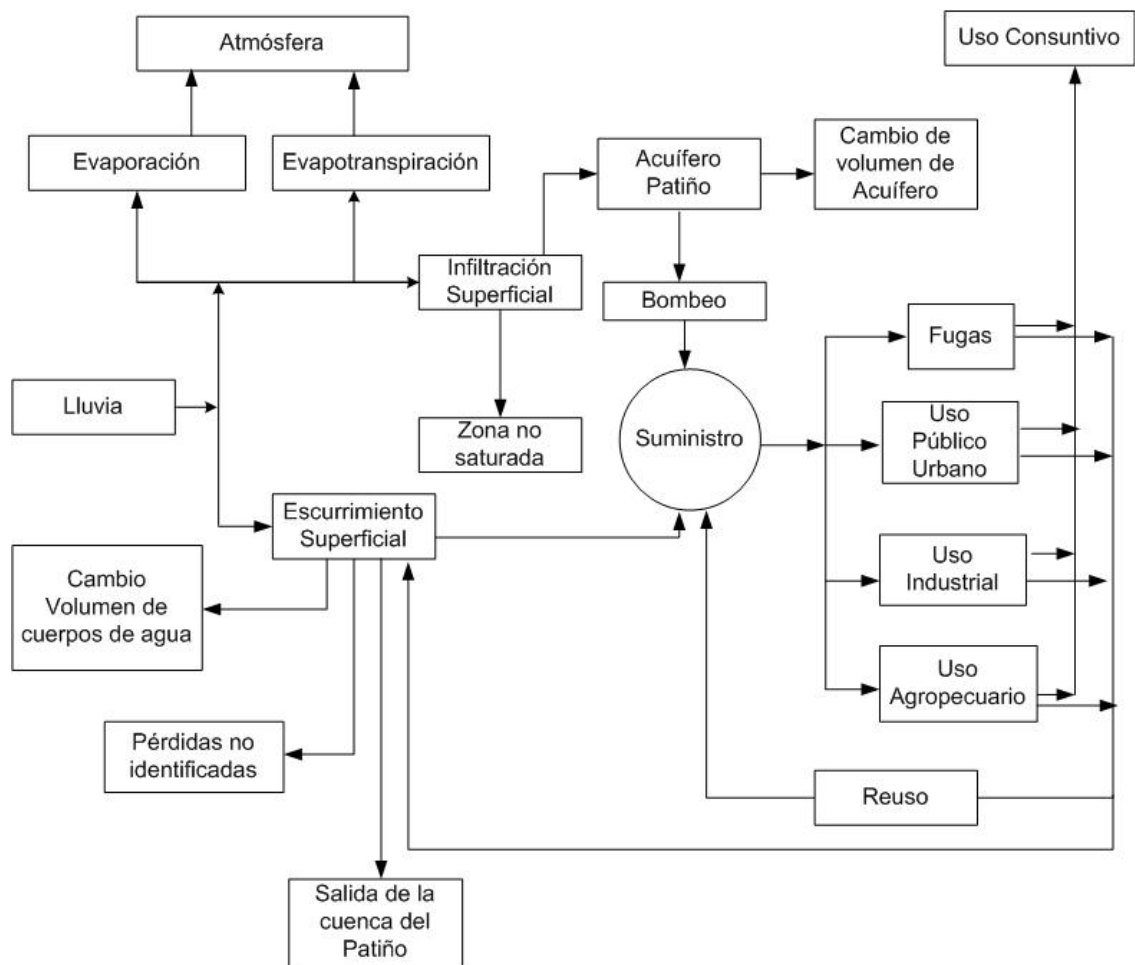
La elección de la metodología de aplicación para el cálculo del Balance Hídrico Integrado del acuífero Patiño, responde fundamentalmente a la disponibilidad de datos para el cálculo de los diferentes componentes de la ecuación de balance.

De los métodos analizados, se ha seleccionado el método aplicado por Lafragua et al, que lo utilizan para determinar el balance de agua del valle de México. Este método es aplicable al área de estudio del acuífero Patiño, cuya extensión es de 1173 km², e incluye a los municipios de Asunción y la zona conurbana constituida por las ciudades lindantes de Areguá, San Lorenzo, M. R. Alonso, Luque, Limpio, Fernando de la Mora, Lambaré, Nemby, Villa Elisa, Ypané, Itauguá, San Antonio, Ypacarai, parte de Villeta, Itá, Yaguaron, Guarambaré y Capiata, además de otra decena de municipios del Dpto. Central y una pequeña parte del Dpto. de Paraguari.

La población en conjunto en la región del acuífero alcanza y supera los 2.000.000 de habitantes, que representa el 33 % de la población total del país. En consecuencia, el 33 % de la población habita el 0.28 % del territorio, lo cual representa una tremenda presión para el acuífero Patiño, considerando que el abastecimiento de agua potable es suministrado mayoritariamente por el acuífero.

Asimismo, en la región del acuífero Patiño, se ubican una cantidad de industrias, que ejercen presión sobre los recursos hídricos superficiales y subterráneos, no disponiéndose en la mayoría de los casos, información confiable de las extracciones de agua que efectúan las unidades industriales del acuífero.

La Figura 2, muestra un esquema adaptado del flujo del agua para el BHI a ser aplicado al acuífero Patiño. Para la obtención del BHI, se requieren datos de Precipitación, Evaporación y Evapotranspiración, Infiltración superficial, escurrimiento superficial, datos de consumo (humano, industrial, agrícola, etc.), así como información sobre las fugas de redes hidráulicas y los caudales de retorno en el caso de riego agrícola, que se observa en la zona suroeste de la cuenca.



Ing. Roger Monte Domecq
Lic. Julián Báez
Junio, 2006

Fig. 2: Esquema del Método de Cálculo del Balance Hídrico

2.3 Información y datos para el balance

2.3.1 Datos Meteorológicos

A fin de caracterizar la precipitación media en la cuenca se han realizado dos acciones específicas: (i) Adquisición, procesamiento y análisis de datos históricos de lluvia y temperatura media mensual de la Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH-DINAC); (ii) Instalación, registro y procesamiento de datos de lluvia en 15 estaciones distribuidas en toda la cuenca del Patiño, instalados por el proyecto. Figura y coordenadas de las estaciones en Anexo 1.

Los datos históricos corresponden a dos estaciones meteorológicas administrados por la DMH-DINAC. Las estaciones disponibles corresponden a las ubicadas en el Aeropuerto Internacional Silvio Pettrossi, ciudad de Luque y en la Facultad Politécnica de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN, ciudad de San Lorenzo. Ambas estaciones disponen de datos digitalizados en forma continua, puesto que también cuentan con estaciones meteorológicas automáticas.

Se cuenta además con datos históricos de la estación de San Lorenzo, MAG y Paraguari, aunque con registros hasta el año 1990 en la última localidad. Igualmente, mediante gestiones con el MAG se tienen datos de la estación del Instituto Agronómico Nacional (IAN) de la ciudad de Caacupé, que se utilizan como complemento para la determinación de la precipitación media de la cuenca de interés. Los parámetros disponibles en la estación de Caacupé, Asunción, San Lorenzo y Paraguari corresponden a la precipitación, humedad, temperatura, viento (dirección y velocidad) y evaporación de tanque en el caso de Caacupé y San Lorenzo.

Los datos pluviométricos instalados por el Consorcio en la cuenca del Patiño, que totalizan 15, registran valores diarios de precipitación que se utilizan para el cálculo del balance hídrico y su confrontación con los datos históricos.

2.3.2 Datos Hidrológicos

Descripción del Sistema Hídrico Superficial

A fin de obtener los caudales y volúmenes de descarga superficial del acuífero se tomó en consideración la situación actual de los principales arroyos urbanos y rurales localizados en el área de proyecto, conforme se observa en la Fig. 3, donde sobresalen a nivel urbano el arroyo Ytay, con alta urbanización y en menor escala los arroyos Mburicao y Lambaré. Todos estos arroyos son considerados como de corrientes perennes, manteniendo caudales en tiempo seco, los cuales obviamente están altamente degradados.

A nivel rural se destacan los arroyos Yukury, Guazú o Ñemby y también en menor escala los arroyos Itá y Yaguarón.

El arroyo Yukury presenta el mayor caudal base con 1000 l/s, el cual alimenta a la sostenibilidad del lago Ypacarai. El Arroyo Itá se destaca por el uso agrícola intensivo que se da en la parte final, el cual drena luego hacia el sistema Caañabé.

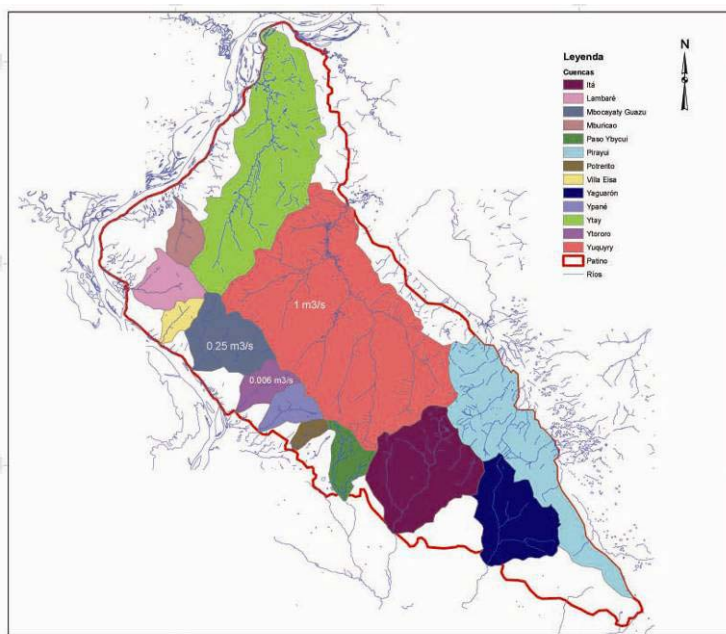


Figura 3: Cuencas hídricas superficiales en área del proyecto

Un caso particular es el arroyo Pirayú, el cual no presenta un área bien definida dentro del Acuífero Patiño.

Los otros arroyos drenan al río Paraguay, que es finalmente el receptor mayor de las descargas del Acuífero Patiño.

El conocimiento del comportamiento (variabilidad, extremos, valores típicos) de estas descargas es fundamental para dos aspectos, el primero el cálculo del Balance Hídrico Integrado, objeto del presente estudio y en segundo lugar para monitorear las reservas de agua del acuífero, ya que se espera que en zonas con sobreexplotación los niveles de agua se reduzcan en los arroyos.

Con esa justificación se han seleccionado un conjunto de sub-cuencas donde se instalaron reglas hidrométricas para la observación y registro diario de niveles de agua y una campaña de aforos en esos sitios para poder determinar los caudales en tiempo seco, los cuales se asocian a las descargas del sistema acuífero.

En la tabla 1 se presentan los caudales de descarga, los cuales para el periodo 2005 a 2006 se encuentran dentro del rango hidrológicamente seco.

Tabla 1: Valores sujetos a verificación final, en función al monitoreo

Nº	Sub Cuenca	Caudal Base m ³ /s
1	Ytay	0,600
2	Mburicao	0,150
3	Lambare	0,200
4	Villa elisa	0,028
5	Guazu (Ñemby)	0,350
6	Ytororo	0,100
7	Ita	0,350
8	Ita Canal	0,020
9	Yaguaron	0,250
10	Pirayú	0,100
11	Yukyry	1,000
	Total estimado Descarga	3,148

Se estima en 3,2 m³/s, 3200 litros por segundo el caudal total que descarga del acuífero, tomando en consideración el registro de niveles hidrométricos de 9 meses con mediciones de caudal en cada arroyo dentro del periodo. En términos anuales, corresponde a un volumen de 93 Hm³.

Como dato comparativo, se menciona que la descarga de caudal de todas las cuencas que drenan al Lago Ypacarai, realizado por Citec/ Fiuna para JICA 2005 (ref. 3) se encontró un caudal de 3,60 m³/s para un área similar al Acuífero. En una comparación realizada con la referencia 4 para el valle de México se ha encontrado que 93 Hm³ para una superficie de 1173 km², se corresponde razonablemente con 717 Hm³ para una superficie de 9611 km².

2.3.3 Datos de Suelo y Geología

Se cuenta con datos fisiográficos basados en las ortofotos de la zona del Acuífero y los distintos tipos de suelo son obtenidos de un mapa de suelo (clasificación de la FAO) disponibles en el Consorcio.

No obstante se han realizado gestiones con el MAG para la obtención de datos de suelo más específicos que dispone esa institución. Con relación a la geología se cuenta con la colaboración de un especialista en geología y suelos para la determinación de la influencia del tipo de suelo en la infiltración y recarga.

Con esta información se obtendrá un mapa zonificado a los efectos de caracterizar la infiltración.

2.3.4 Usos del Agua en la zona del Acuífero Patiño

La estimación de los usos y usuarios del agua subterránea es la componente más difícil obtener. El consorcio cuenta con inventario de pozos, informes de la ESSAP y la ERSSAN y otros datos que serán utilizados para proyectar el consumo de agua subterránea e incluir en el balance.

También con los datos de población y vivienda se estimaran los consumos de agua en las zonas sin cobertura de Essap.

Con gestiones con el MAG, se obtuvieron datos de consumo de los principales cultivos de la cuenca del Patiño.

3. Otras actividades vinculadas al proyecto

3.1 Implementación de la red pluviométrica

Desde finales de noviembre se vienen realizando observaciones pluviométricas en un total de 15 estaciones implementadas por el Consorcio con la asistencia técnica de esta consultoría. La supervisión, el registro y el análisis de los datos también se realizan en el marco de la presente consultoría. La importancia de los datos medidos es radica en la escasa disponibilidad de información pluviométrica e hidrológica en el área de estudio.

3.2 Implementación de la red hidrométrica

Se han instalado reglas hidrométricas en las cuencas de Ytay, Villa Elisa, Ytororó, Ñemby (Arroyo Guazú), Ita en dos sitios, Yaguarón y Yuquyry, donde se registran datos diarios de nivel de agua.

En las cuencas Lambaré y Mburicao se han colocado, presentándose dificultades para mantener la regla en forma continua.

3.3 Monitoreo de lluvias y caudales en tiempo seco

Con todos los registros se procesaron datos para obtener los caudales de tiempo seco, con apoyo de mediciones puntuales de caudal.

La red hidrométrica se encuentra activa y se espera mantener operativa durante toda la vigencia del proyecto.

4. Cálculo del balance hídrico

4.1 Presentación de resultados parciales

Los datos de precipitación y temperatura media históricos fueron utilizados para determinar la evapotranspiración potencial (ETP) por el método de Thornthwaite. Para este fin fue elaborado un programa informático que además del cálculo de la ETP, aplicando el método de balance hídrico simplificado, determina la evapotranspiración real (ETR), que posteriormente será utilizado como variable de salida en el BHI.

En términos anuales y considerando el Balance Hídrico Superficial, es decir, tomando en cuenta las entradas al sistema, básicamente la Precipitación media anual P y como salidas, la Evaporación media anual real Etr, las descargas como Escurrimiento Superficial obtenido mediante el monitoreo realizado

Dichos resultados, sumados a los gráficos mensuales y anuales de precipitación se presentan a continuación.

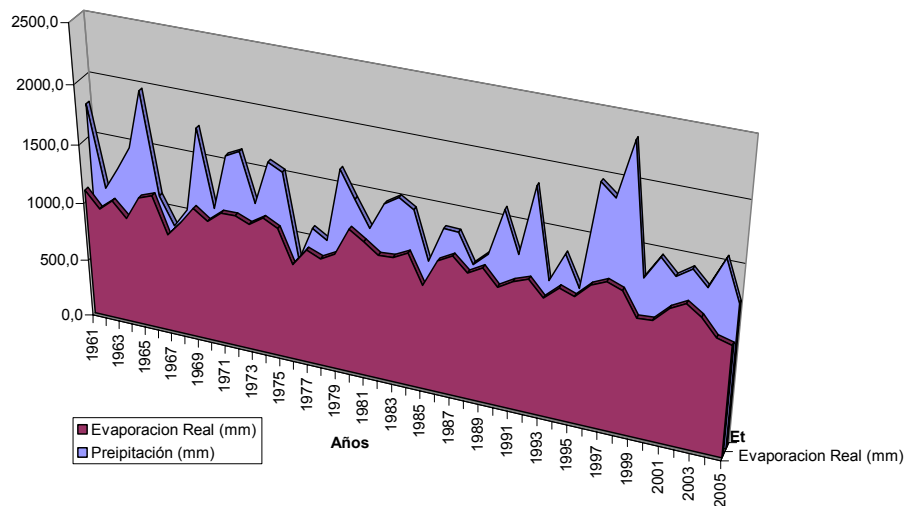
VALORES DE EVAPORACIÓN REAL CALCULADOS A PARTIR DEL BALANCE HÍDRICO SIMPLIFICADO

EVAPORACIÓN REAL EN mm ASUNCIÓN

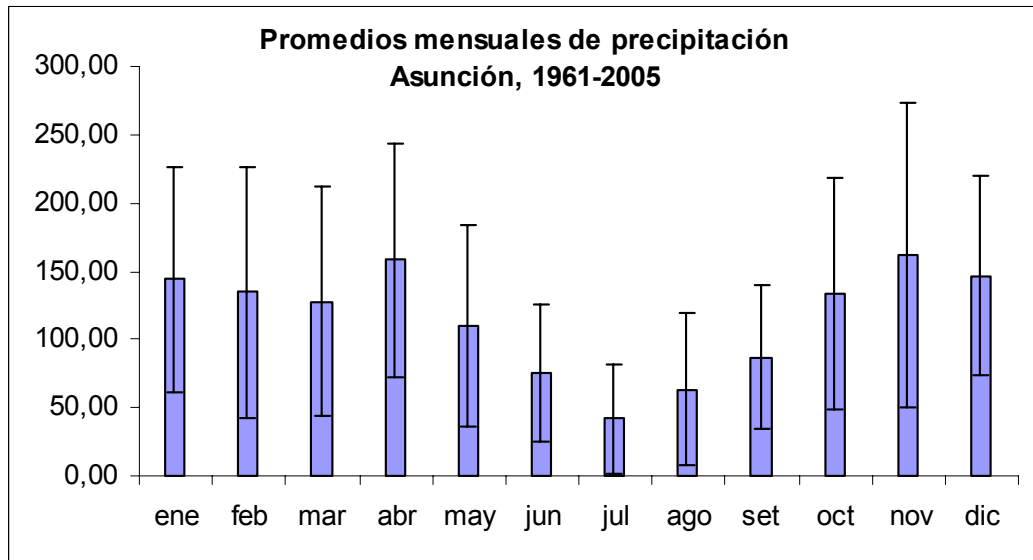
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1961	41,6	148,9	117,4	85,4	60,0	39,3	45,6	85,0	69,4	111,9	128,4	164,9	1097,8
1962	148,0	122,1	131,7	80,9	51,8	40,7	24,0	51,9	81,6	39,0	91,6	94,2	957,5
1963	93,8	142,7	138,7	76,7	56,7	35,3	60,3	65,7	81,4	10,2	122,5	167,6	1051,6
1964	77,1	31,0	132,3	84,8	65,2	30,1	33,4	55,1	72,1	87,1	115,9	141,3	925,4
1965	144,5	139,5	102,7	87,7	56,5	65,0	38,5	64,6	57,7	104,0	118,4	148,7	1127,8
1966	160,7	133,7	120,8	90,7	57,9	52,8	49,1	40,7	67,7	106,3	141,0	151,6	1173,0
1967	148,7	86,9	117,5	49,4	36,9	20,7	51,4	73,7	76,8	78,5	67,3	50,0	857,8
1968	115,9	74,8	57,9	62,5	41,0	30,5	55,7	58,7	57,3	120,3	140,2	172,2	987,0
1969	156,5	155,9	134,8	74,1	66,4	37,9	58,3	52,8	93,5	92,5	80,4	135,9	1139,0
1970	83,0	75,3	137,5	69,7	85,6	72,6	41,4	42,3	82,5	90,7	121,9	149,6	1052,1
1971	162,5	137,2	120,7	75,4	47,3	27,2	55,2	52,1	91,5	88,5	135,7	152,6	1145,9
1972	123,1	138,0	134,7	75,0	82,1	70,5	40,3	43,8	82,1	90,3	122,3	146,6	1148,8
1973	175,2	91,8	142,6	93,6	52,8	44,7	34,6	37,1	68,1	104,7	109,5	148,3	1103,0
1974	177,0	140,3	125,1	85,1	60,7	49,5	60,1	52,0	65,4	88,5	119,8	156,2	1179,7
1975	165,3	72,3	144,3	95,6	62,1	53,6	36,7	51,0	70,6	93,8	109,2	162,1	1116,6
1976	172,5	133,0	58,8	77,8	52,1	39,1	16,8	40,5	63,6	86,4	53,9	41,4	835,9
1977	143,1	42,0	107,3	41,3	55,8	47,6	70,7	51,4	56,7	55,4	141,3	172,2	984,8
1978	142,5	146,0	30,8	32,9	9,2	9,2	62,8	42,1	71,4	122,5	134,0	134,2	937,6
1979	82,6	119,0	57,0	74,1	48,8	35,2	44,8	77,5	60,8	118,5	122,3	163,0	1003,6
1980	163,5	141,1	155,6	119,0	73,1	35,0	56,7	59,7	51,1	108,4	114,7	161,2	1239,1
1981	171,6	149,7	131,4	101,1	93,2	30,9	41,3	75,3	48,2	17,7	146,8	152,6	1159,8
1982	116,5	140,5	56,7	78,4	40,1	45,1	59,4	73,7	85,6	105,4	125,5	146,1	1073,0
1983	172,5	144,2	128,0	94,1	68,3	27,0	36,1	53,7	54,8	112,8	116,4	73,6	1081,5
1984	178,8	60,0	144,3	70,2	79,4	35,0	49,1	34,0	81,3	133,5	142,0	136,5	1144,1
1985	151,5	77,3	22,1	93,0	69,1	44,9	41,8	42,6	62,9	112,0	106,8	75,0	899,0
1986	185,2	114,6	60,3	112,7	67,5	58,9	41,7	62,8	69,8	104,7	87,8	163,9	1129,9
1987	171,5	129,6	137,6	98,9	38,3	40,6	72,7	51,0	68,7	99,7	145,4	143,5	1197,5
1988	172,5	125,6	104,7	89,4	38,1	31,3	30,9	69,5	45,0	103,6	132,2	139,7	1082,5

1989	164,4	140,3	122,6	82,3	58,6	43,9	38,1	63,0	52,9	102,7	135,3	148,5	1152,6
1990	170,8	95,2	121,8	104,4	49,0	27,8	25,4	59,8	60,2	129,3	67,6	106,8	1018,1
1991	89,2	106,3	106,1	95,2	69,5	46,3	42,6	59,7	92,1	102,6	114,1	167,6	1091,3
1992	140,1	145,8	122,8	86,0	63,4	60,9	26,8	46,0	63,1	100,9	115,3	166,7	1137,8
1993	177,0	28,8	62,7	67,0	63,9	45,5	34,5	52,3	65,2	112,2	131,5	166,7	1007,3
1994	47,1	141,1	110,6	91,4	76,5	47,9	44,6	65,6	101,4	88,7	130,4	174,0	1119,3
1995	169,8	139,5	129,9	73,8	48,6	55,1	47,6	9,5	60,1	93,9	143,2	103,6	1074,6
1996	177,0	141,9	132,0	99,2	67,6	25,4	33,1	75,1	63,0	107,3	108,3	166,7	1196,6
1997	179,8	148,9	61,1	84,1	63,2	39,0	60,8	62,2	92,3	130,5	150,8	178,5	1251,2
1998	185,2	141,1	123,5	89,8	53,6	43,3	62,6	49,0	61,1	111,7	132,0	152,9	1205,8
1999	171,6	150,5	154,8	52,9	50,4	41,9	37,4	61,2	64,0	33,8	74,1	116,2	1008,8
2000	172,5	64,5	77,0	89,9	46,7	43,7	19,9	56,0	65,2	115,0	116,0	151,7	1018,1
2001	121,3	141,1	134,8	99,3	38,4	35,9	51,3	80,2	63,3	113,8	128,2	136,3	1143,9
2002	154,7	116,3	146,7	98,8	66,9	35,0	31,3	69,8	71,2	126,6	127,8	164,9	1210,0
2003	163,5	129,8	121,7	89,3	52,9	64,4	14,7	41,1	82,7	114,4	115,5	136,7	1126,7
2004	127,0	84,0	72,0	100,6	34,9	44,2	40,4	49,2	74,5	103,4	104,3	151,8	986,3
2005	163,5	58,5	19,0	79,4	60,4	56,6	39,0	63,0	48,7	91,0	128,6	144,4	952,1
PROM	146,0	115,3	108,3	83,4	57,3	42,4	43,5	56,1	69,3	97,0	118,1	141,7	1078,5

Variación Interanual de la Precipitación y ET
Asunción
Periodo: 1961 - 2005



Resultados parciales de la variación interanual de la precipitación contrastada con la Et (evaporación real)



Precipitación Media Mensual de Asunción en el periodo 1965 – 2005.

4.2 Actividades en Curso y tareas pendientes

Las siguientes actividades serán completadas:

- a. Zonificación del área de proyecto para la estimación de la infiltración (zona no saturada y al acuífero) en base a parámetros de tipo y uso de suelo.
- b. Determinación de la evaporación real por los métodos acordados
- c. Estimación de consumos de agua por tipo de uso.
- d. Estimación de fugas de agua de red publica.
- e. Sistematización de todos los datos, históricos, de monitoreo y los estimados
- f. Obtención del BHI por zonas a definir, como resultado del procesamiento.
- g. Comparación de los resultados con los datos procesados por Waterloo para el Modelo Conceptual
- h. Informe final con conclusiones y recomendaciones.

ANEXO 1

Nota de Invitación remitida

Asunción, 25 de abril de 2006

Lic. Atilio Medina
AGP
PRESENTE


De nuestra consideración:

Tenemos a bien dirigirnos a Ud. para invitarlo a participar de la Reunión Informativa sobre la Metodología para la Elaboración del Plan de Gestión del Acuífero Patiño, a llevarse a cabo el día 3 de mayo del 2006, a partir de las 10:00 hs en el Salón Auditorio del SENASA, sito en las oficinas del SENASA en San Lorenzo (Ruta San Lorenzo-Luque).

El objetivo de la reunión es presentar las actividades a realizar para la Elaboración del Plan de Gestión del Acuífero Patiño, y especialmente recibir las opiniones e ideas de los representantes de las instituciones, asociaciones y distintos usuarios que tendrán activa participación en la Elaboración del Plan de Gestión, por lo cual es de sumo interés contar con su presencia.

Esta actividad forma parte del Proyecto “**Estudio de Políticas y Manejo Ambiental de Aguas subterráneas en el Área Metropolitana de Asunción (Acuífero Patiño)**”, el cual está siendo ejecutado por el SENASA en forma conjunta con el Consorcio de firmas consultoras CKC – JNS, del Japón y Brasil respectivamente, y con el apoyo de la SEAM y del ERSSAN. El Proyecto culminará con elaboración de un **Plan de Gestión del Acuífero** que garantice su sustentabilidad.

Sin otro particular y esperando contar con su presencia, hacemos propicia la oportunidad para saludarlo muy atentamente.


Ing. Andrés Wehrle Martínez
p/Consortio CKC-JNS

ANEXO 2

Publicaciones en Medios de Prensa

Locales

22/05/2006

HAY QUE REGULAR SU USO O BUSCAR ALTERNATIVAS DE PROVISION

El acuífero Patiño no aguantará 20 años si sigue sobreexplotación

Según expertos que estudian el acuífero Patiño, este tiende a desaparecer en no más de 20 años debido a la sobreexplotación. Una solución es regular su uso, para no desabastecer a dos millones de personas.

El acuífero Patiño ocupa el subsuelo en forma triangular, en un área de 1.173 km², cuyos vértices son Asunción, Limpio y Paraguarí. Cerca de 2 millones de habitantes de Asunción, todo el departamento Central y parte del departamento de Paraguarí se abastecen de este recurso hídrico.

El problema afecta directamente a pobladores de Asunción, San Lorenzo, Mariano Roque Alonso, Luque, Fernando de la Mora, Lambaré, Ñemby, Villa Elisa, Capiatá, Limpio, Areguá, Itauguá, Ypané, San Antonio, J. Augusto Saldívar, Villeta, Itá, Yaguarón, Ypacaraí, Pirayú y Paraguarí.

El titular de la consultora Hidrocontrol SA, Ing. Hugo Ruiz Fleitas, dijo que el "acuífero Patiño no aguantará más de 20 años la sobreexplotación que soporta, ni tendrá la capacidad de abastecer a la población proyectada dentro de ese tiempo". Calificó de "preocupante" esta situación.

ACCIONES INMEDIATAS

Indicó que las soluciones deben incluir la elaboración e implementación, "con urgencia", de un plan de gestión sustentable del acuífero, que regule la extracción del agua y "que incluya la protección de los puntos vulnerables del mismo (áreas de recarga y la reducción o eliminación de la contaminación)".

Agregó que también se debe diseñar las alternativas de abastecimiento y construcción de alcantarillado y tratamiento de efluentes en el área metropolitana de Asunción (prioritariamente) y en todo el área de acuífero en general. "Lo primero es indispensable. Lo segundo, debe formar parte de una seria política de Estado, a mediano plazo", resaltó el Ing. Ruiz.

"La solución no está en perforar más profundo, porque ya no se encontrará más agua. Por eso proponemos que se cuente con un plan de gestión, para evitar la sobreexplotación. Esto es más económico que buscar otra forma de abastecimiento como el uso de extensas cañerías (desde el río Paraguay), construir plantas de tratamiento, sistema de bombes, etc.", señaló el entrevistado.

REUNION TECNICA

Recientemente se realizó una reunión técnica entre especialistas del sector, representantes de aguateros y demás proveedores de agua y de organismos de apoyo. El encuentro se desarrolló en los talleres de San Lorenzo del Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (Senasa), organismo técnico del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social.

Fue para analizar los nuevos estudios respecto al acuífero Patiño, que se implementa a través del proyecto "Estudio de políticas y manejo ambiental de aguas subterráneas en el área metropolitana de Asunción (acuífero Patiño)".



Reunión técnica sobre la situación actual del acuífero Patiño. Es en el salón de los talleres del Senasa, en San Lorenzo.

"Es uno de los pocos proyectos con participación de todos los sectores involucrados con el acuífero, como los organismos de estudio, aplicación, control, empresarios que explotan el agua, entre otros", dijo el Ing. Américo Cáceres Di Leo, supervisor del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para el proyecto en ejecución.

Destacó también que el proyecto avanza y se ejecuta dentro del cronograma establecido.

Este proyecto está a cargo del consorcio de firmas consultoras CKC (Japón) y JNS (Brasil), y ejecutado por la consultora Hidrocontrol SA. Cuenta con el financiamiento del Fondo Fiduciario del Japón para servicios de consultoría, administrado por el BID y ejecutado por el Senasa.

Para participar de la reunión, estuvieron en el país técnicos de las consultoras CKC-JNS. El Ing. Ruiz señaló que en el marco del estudio del acuífero Patiño están colocando reglas hidrométricas en los cursos hídricos superficiales para conocer el comportamiento de los arroyos, principalmente, y así determinar las recargas del acuífero.



Eduardo Miranda, del consorcio CKC, observa la regla hidrométrica en el arroyo Yukyry, bajo el puente de Valle Pucú, Areguá.



Los ingenieros Hugo Ruiz Fleitas, de Hidrocontrol SA, y Amancio Cáceres Di Leo, supervisor del BID.

Locales

23/05/2006

URGE ELABORAR UN PLAN DE GESTION DEL RECURSO HIDRICO

Intensifican estudio del acuífero Patiño ante su crítica situación

Un equipo técnico está intensificando el estudio de la situación real del acuífero Patiño. No existen dudas de que este recurso de agua está siendo sobreexplotado. Urge elaborar un plan de gestión para extender su vida útil, según los expertos.

El trabajo se realiza en el marco del proyecto "Estudio de políticas y manejo ambiental de aguas subterráneas en el área metropolitana de Asunción-acuífero Patiño".

Este proyecto es encarado por el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (Senasa) a través del consorcio de consultores CKC (Japón) y JNS (Brasil), con la asistencia de la consultora paraguaya Hidrocontrol S.A. Cuenta con el financiamiento del Fondo Fiduciario del Japón para servicios de consultoría (JCF, su sigla en inglés) y administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).



Ing. Hugo Ruiz Fleitas

El directivo de Hidrocontrol Ing. Hugo Ruiz Fleitas dijo que, considerando la proyección poblacional estimada en los departamentos Central y Paraguarí, en 20 años el acuífero Patiño no tendría la capacidad suficiente para abastecer de agua, debido a la sobreexplotación.

Sostuvo que ahora están en pleno proceso del montaje de un modelo matemático del acuífero, para conocer su hidrodinámica y su calidad del agua.

"Sin embargo, es evidente que se está sacando agua en cantidad, sin control, lo que apela la existencia del acuífero. Urge la elaboración de un plan de gestión, con énfasis en el uso sostenible y protección de esta fuente de agua. Debe servir como instrumento para planificar su explotación apropiada", indicó el Ing. Ruiz.

El equipo de expertos está realizando la recopilación de datos de pozos, industrias, vertederos y todo aquello que podría afectar al acuífero.

QUEDARIAN SIN AGUA

De seguir la extracción masiva y descontrolada del agua del acuífero Patiño, las localidades que se verán afectadas por falta del vital líquido son: Asunción, San Lorenzo, Mariano Roque Alonso, Luque, Fernando de la Mora, Lambaré, Ñemby, Villa Elisa, Capiatá, Limpio, Areguá, Itauguá, Ypané, San Antonio, J. Augusto Saldívar, Villeta, Itá, Yaguarón, Ypacaraí, Pirayú y Paraguarí.



En estas localidades, el agua es sacada del acuífero por sistemas de aguaterías privadas o juntas de saneamiento y distribuida por redes o carritos. También existen industrias que tienen pozos perforados que sacan en cantidad el agua de este recurso, sin control alguno.

El acuífero Patiño ocupa el subsuelo en forma triangular, en un área de 1.173 km², cuyos vértices son Asunción, Limpio y Paraguarí. Unos 2 millones de habitantes de gran parte de Asunción, todo el departamento Central y parte del departamento de Paraguarí se abastecen él.

ANEXO 3

Resolución 1581/06

Resolución N° 158/06

**POR LA CUAL SE RECONOCE EL CONSEJO DE AGUAS POR CUENCAS
HIDRICAS DE LA CUENCA DEL LAGO YPACARAI.**

Asunción, 7 de agosto de 2006.

VISTO: La nota de fecha 29 de junio de 2006 remitida por los Sres. Ing. Heriberto Osnaghi, Ing. Norma Verón e Ing. Silvia Spinzi, en su carácter de presidente, vicepresidente y secretaria respectivamente del Consejo de Aguas de la Cuenca Hídrica de la Cuenca del Lago Ypacarai, y,

CONSIDERANDO: Que, por la citada nota se solicita el reconocimiento del citado Consejo de Aguas en cumplimiento de la resolución SEAM N° 170/06 de fecha 08 de febrero de 2006, “POR LA CUAL SE APRUEBA LA REGLAMENTACION DEL CONSEJO DE AGUAS POR CUENCAS HIDRICAS”.

Que, el citado pedido se fundamenta en el hecho de que en fecha 16 de junio del cte. año se realizó la Asamblea de conformación del Consejo de Aguas por Cuencas Hídricas de la Cuenca del Lago Ypacarai, procediéndose a la elección de Autoridades, conformándose así mismo un Comité de elaboración del Reglamento del citado Consejo, conforme al Acta constitutiva de fecha 16 de junio de 2006.

Que, la ley 1561/00 De creación de la Secretaría del Ambiente establece las funciones, atribuciones y responsabilidades de Secretaría del Ambiente siendo las mismas las de determinar los criterios y/o principios ambientales a ser incorporados en la formulación de políticas nacionales y concertar y apoyar la acción de asociaciones civiles y organismos no gubernamentales, con las de carácter público nacional, en materias ambientales y afines.

Que, el art. 25 del citado cuerpo legal establece como función específica de la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos la de formular, coordinar y evaluar políticas de mantenimiento y conservación de los recursos hídricos y sus cuencas, asegurando el proceso de renovación, el mantenimiento de los caudales básicos de las corrientes de agua, la capacidad de recarga de los acuíferos, el cuidado de los diferentes usos y el aprovechamiento de los recursos hídricos, preservando el equilibrio ecológico.

Que, la Política Ambiental Nacional del Paraguay aprobada por Resolución N° 04/05 de fecha 31 de mayo de 2005 establece como objetivo general la conservación y adecuación del uso del patrimonio natural y cultural del Paraguay para garantizar la sustentabilidad del desarrollo, la distribución equitativa de sus beneficios, la justicia ambiental y la calidad de vida de la población presente y futura.

Estableciendo entre sus objetivos específicos la generación de condiciones para el bienestar y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, previniendo la degradación de los hábitats, así como prevenir el deterioro ambiental, restaurar los ecosistemas degradados, recuperar y mejorar la calidad de los recursos del patrimonio natural y cultural, propiciando el incremento de la eficiencia de los procesos productivos a través del uso sustentable del suelo, el agua, la energía y otros insumos, incentivando su reutilización, recuperación y reciclaje con la adopción de buenas prácticas de gestión ambiental.

Resolución N° *1521* 06

**POR LA CUAL SE RECONOCE EL CONSEJO DE AGUAS POR CUENCAS
HIDRICAS DE LA CUENCA DEL LAGO YPACARAI**

Que, conforme a lo dispuesto por el art. 18 inc. g) de la ley 1561/00, el Secretario Ejecutivo de la Secretaría del Ambiente tiene la atribución de dictar todas las resoluciones que sean necesarias para la consecución de los fines de la Secretaría.

POR TANTO: En uso de sus atribuciones,

EL SECRETARIO EJECUTIVO DE LA SECRETARIA DEL AMBIENTE

R E S U E L V E

Art. 1°: Reconocer al Consejo de Aguas por Cuencas Hídricas de la Cuenca del Lago Ypacarai conforme al acta de conformación de la misma y que forma parte de los antecedentes de la presente Resolución.

Art. 2°: Encomendar a la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos, coordinar las acciones en el marco de la Resolución SEAM N° 170/06

Art. 3°: Comunicar a quienes corresponda y cumplida archivar.

ING. AGR. ALFREDO MOLINAS
Secretario Ejecutivo Ministro

C.c. Pres.ª
DGPCRH
Gabinete
A)

ANEXO 4

Galería Fotográfica



Primera Reunión Plan de Gestión



Primera Reunión Plan de Gestión

INFORME DE AVANCE



Segunda Reunión Plan de Gestión



Segunda Reunión Plan de Gestión

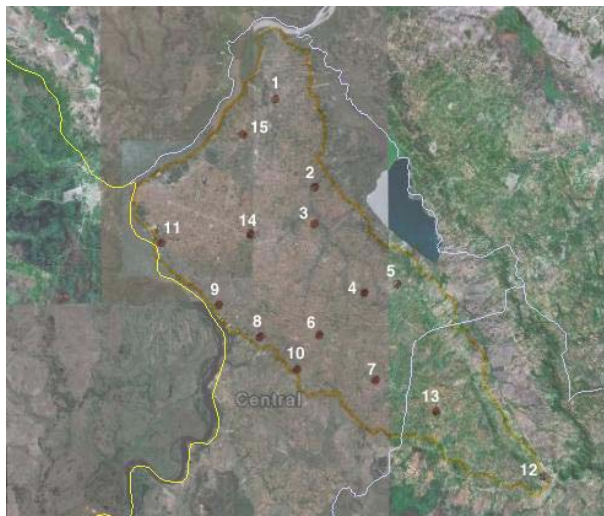
ANEXO 5

Balance Hídrico

MEMORIE ETAPA I

ANEXO 1
RED PLUVIOMETRICA

PROYECTO ACUIFERO PATIÑO
UBICACIÓN DE PLUVIOMETROS



Nº	Ciudad	Latitud (Sur)	Longitud (W)	Altura msnm
1	Limpio	25,182	57,488	67
2	Aregua	25,284	57,438	89
3	Capiata	25,326	57,440	123
4	Itaugua	25,406	57,375	153
5	Itaugua 2	25,828	57,333	170
6	J.A.Saldivar	25,454	57,433	180
7	Itá	25,506	57,361	128
8	Ypane	25,456	57,509	135
9	San Antonio	25,419	57,562	109
10	Guarambaré	25,494	57,462	102
11	Lambaré	25,347	57,635	171
12	Paraguari	25,618	57,144	109
13	Yaguaron	25,543	57,283	118
14	San Lorenzo	25,337	57,521	146
15	M.R.Alonso	25,223	57,530	118

Ubicación de los pluviómetros instalados en el proyecto y operativos actualmente.

ANEXO 2
PRECIPITACIÓN HISTORICA DE ASUNCIÓN

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1961	41,6	158	268	261	110	66,8	75,2	35,8	102	213	333	109	1772
1962	262	102	105	195	70,3	5,4	42,6	23,8	77,2	106	39,3	46,5	1076
1963	93,8	152	222	104	166	107	16,5	9,5	81,4	10,2	123	188	1273
1964	56,5	31	404	331	25,8	22,1	31,1	99	54,1	10,9	174	232	1472
1965	265	357	115	260	203	126	14,6	61,4	100	152	90	225	1970
1966	197	128	26,8	175	21,1	43,9	28,1	66,7	69,7	79,4	136	138	1109
1967	207	65,7	95,1	35,1	36,9	20,7	166	11,1	39,4	78,5	67,3	50	873
1968	116	74,8	57,9	86,6	23,7	23,7	82,8	57,8	132	151	40,2	192	1040
1969	308	308	107	213	172	64	19	53,3	122	144	207	35,9	1753
1970	83	75,3	197	10,5	121	86	34,1	48,5	152	88,4	56,9	148	1100
1971	347	167	205	63,5	125	79,6	104	110	39,6	118	84,6	126	1570
1972	123	171	138	160	44,2	227	34,5	91,5	76,3	94,5	292	176	1629
1973	83,8	83,2	160	76,3	52,8	85,5	24,1	75,8	44,4	252	137	142	1216
1974	157	175	185	70,7	247	17,7	9,9	155	10,9	239	159	162	1588
1975	80,6	57	224	227	102	77,2	69,4	59,7	163	80	181	208	1529
1976	248	33	58,8	132	27,8	23,9	1,9	40,5	63,6	86,4	53,9	41,4	811
1977	143	42	107	41,3	127	149	23	37,3	18,5	55,4	192	171	1106
1978	93,6	146	30,8	32,9	9,2	9,2	128	20,7	94,8	298	117	51,7	1031
1979	82,6	119	57	255	231	176	23,9	154	95,6	94,5	270	91,7	1649
1980	221	138	106	119	203	64,6	6,5	132	75,3	76,9	194	89,2	1425
1981	147	253	73,1	146	56,6	45,4	7,2	44,6	48,2	17,7	173	198	1210
1982	45,7	141	56,7	78,4	40,1	145	18,1	54,8	145	77	418	218	1437
1983	135	248	125	251	261	36,5	122	21	114	74	96,4	32,4	1515
1984	215	24	264	218	46,7	67,9	5,6	40,4	22,3	130	256	148	1437
1985	51,5	77,3	22,1	223	100	10,4	153	112	93	109	9,9	75,0	1036
1986	204	95,7	60,3	324	128	69,8	36,1	16,6	91,6	69,3	53,2	186	1335
1987	149	251	50	160	63,9	44,3	38	26,2	30,6	134	160	224	1331
1988	152	71,1	80,2	241	85,3	39	6,3	31,6	7,5	160	76,1	140	1089
1989	212	113	133	52	58,6	83,6	60,1	150	47,1	98,9	70,5	123	1201
1990	171	95,2	122	296	151	114	50,6	232	158	72,6	24,3	107	1592
1991	89,2	106	106	127	114	111	10,8	9,2	205	93,3	60,9	215	1248
1992	55	276	271	249	155	113	16,7	110	184	162	94,2	145	1830
1993	125	23,9	62,7	67	94,1	56,7	55,3	12,1	59	317	112	103	1088
1994	30,4	191	60,3	156	112	134	69,9	21,2	59,4	75,1	278	147	1333
1995	171	91,6	182	169	34	5,2	12,1	9,5	60,1	164	73,5	104	1076
1996	273	97,4	248	273	69,8	45,6	23,6	105	118	307	238	162	1961
1997	266	82	28	98,6	142	68,2	46,3	44,8	167	33,4	511	371	1858
1998	149	436	127	259	117	62,2	34,6	245	205,9	169	247	278	2331
1999	192	76,8	203	184	155	174	19,5	8,1	35,0	33,8	86,0	104	1271
2000	204,0	33,0	77,0	128,0	257,0	134,0	34,0	44,0	48,0	221,0	137,0	146,0	1463
2001	27,0	227,0	192,0	137,0	66,0	60,0	5,0	34,0	180,0	106,0	174,0	128,0	1336
2002	63,0	127,0	187,0	111,0	176,0	97,0	52,0	46,0	41,0	90,0	308,0	125,0	1423
2003	168,0	202,0	47,0	125,0	24,0	45,0	2,0	55,0	80,0	165,0	172,0	213,0	1298
2004	27,0	84,0	72,0	173,0	129,0	72,0	73,0	1,0	27,0	208,0	401,0	292,0	1559
2005	71,0	51,0	19,0	179,0	295,0	46,0	0,0	19,0	79,0	291,0	61,0	112,0	1223

ANEXO 3
MONITOREO HIDROMETRICO

Arroyo Guazu
Lectura Regla 15

Fecha 30/05/2006
Ancho 5,3 m

Area 0,035

Longitud medicion Vel. = 10

Vertical	Dsitancia acumulada	Profundidad	Tiempo (seg)			T medio	Velocidad	Q m ³ /s	Area m ²
0	0	0,12	30,78	29,85		30,32	0,330	0	0
1	0,5	0,13	19,26	21,46		20,36	0,491	0,026	0,063
2	1,5	0,09	18,51	16,96		17,74	0,564	0,058	0,110
3	2,5	0,1	16,99	16,18		16,59	0,603	0,055	0,095
4	3,5	0,1	15,51	14,62		15,07	0,664	0,063	0,100
5	4,5	0,14	14,91	15,87		15,39	0,650	0,079	0,120
6	5	0,13	15,56	14,1		14,83	0,674	0,045	0,068
7	5,3	0,05	0	0		0,00	0,000	0,009	0,027
Total								0,335	0,582

Caudal Total m ³ /s	0,34
Area Total m ²	0,58
Vel. Media m/s	0,58
Ancho	5,30

ANEXO 4
TEMPERATURA HISTORICA DE ASUNCIÓN

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Media
1961	29,3	28	24,8	22,9	20,4	18	18,6	22,7	21	24	25,1	27	23,5
1962	25,8	25,3	25,7	21,7	18,1	16,8	13,1	17,8	21,4	15	21,5	28,9	20,9
1963	29,3	27,2	26,3	22,2	20,2	17,6	20,7	21,9	22,5	25,5	26,1	27,3	23,9
1964	28,7	27,3	25,8	22,5	20,5	15,6	15,9	18,9	20,8	21,6	24	25,3	22,2
1965	25,6	26,8	23,4	22,8	19,4	21	16,8	20,1	19,1	23,1	24,2	25,8	22,3
1966	26,7	26,3	25	23,2	19,8	19,6	18,7	17,1	20,5	23,4	25,9	26,9	22,8
1967	25,9	22,4	24,7	18,9	23,8	15,8	19	21,3	21,9	26	24,8	28,1	22,7
1968	27,4	27,8	26,7	20,5	17,8	19,8	19,9	19,9	19,6	24,6	28,4	27,8	23,4
1969	26,4	28,9	26	21,5	20,8	17,3	19,9	18,8	23,1	22,2	21	26,4	22,7
1970	27,8	26,8	26,2	22	23	22,2	17,8	17,6	22,2	22,2	24,6	25,9	23,2
1971	26,9	26,5	24,9	21,5	18,1	15	19,3	18,5	22,8	21,7	25,5	26,4	22,3
1972	27,4	26,6	26	21,7	22,6	21,9	17,5	17,7	22,1	22,1	24,6	25,7	23
1973	28,3	28,7	26,5	25,3	20	18,5	16,5	16,6	20,6	23,3	23,6	25,8	22,8
1974	28,5	26,9	25,3	22,7	20,2	19,2	20,2	18,8	20,3	21,9	24,4	26,3	22,9
1975	27,2	28,2	26,7	23,7	20,4	19,8	16,9	18,7	20,9	22,4	23,6	26,7	22,9
1976	28	26,4	25,6	21,9	19	17,5	18,5	18,6	20,2	23,7	25,3	27,4	22,7
1977	27,5	29,3	27,7	23	20,3	19,7	22	19,5	23,8	25,4	26	27,8	24,3
1978	28,4	28,3	28,1	22,5	19,5	19,5	20,9	17,9	21,3	24,8	25,5	27,6	23,7
1979	29	28	25,3	21,6	18,7	17	18,2	21,8	19,8	24,4	24,6	26,8	22,9
1980	27	27	28,1	25,7	21,8	17,2	20	20	18,8	23,7	24,1	26,6	23,3
1981	27,9	28,1	25,8	24,3	23,8	16,6	18	22	19,9	23,5	26,3	26,1	23,5
1982	27,3	27	25,9	23,8	20,9	18,9	20,4	21,6	22,6	23,5	24,9	25,7	23,5
1983	28	27,4	25,5	23,5	21	15,2	16,6	18,9	18,9	23,9	24,1	27,8	22,6
1984	28,7	29,2	26,7	21,4	22,5	17,3	19,1	16,5	22,2	26,7	26	25,1	23,5
1985	27,6	28,6	27,7	23,7	21,6	19,1	18,3	18,1	20,5	24,1	27,5	29,6	23,9
1986	29,4	27,8	25,7	25,3	21,5	21	18,4	20,7	21,3	23,6	27,6	26,9	24,1
1987	28,4	26	26,2	24	17,1	17,9	21,7	18,7	20,7	22,9	26,2	25,5	22,9
1988	28	25,7	28,8	23,1	17	16,2	15,8	20,9	21,5	23,2	25,4	27,4	22,8
1989	27,1	26,9	25,1	23	20	18,3	17	20,1	18,7	23,1	25,5	27,8	22,7
1990	28	26,4	27,5	24,5	18,8	15,7	14,9	19,9	19,8	25,2	27,3	27,8	23
1991	28,5	27	26,7	23,8	21,5	19,1	18,2	20,1	23,2	23,3	24,1	27,3	23,6
1992	27,5	27,6	25,1	22,7	20,4	20,6	14,8	17,8	19,9	22,9	24	27,2	22,5
1993	28,5	25,7	27,9	25,5	20,8	18,9	16,8	19,1	20,5	24	25,3	27,2	23,4
1994	28,7	27	25,1	23,6	22,4	19,6	18,8	21	24,1	25,6	25,3	28	24,1
1995	27,7	26,8	25,7	21,8	19	20,3	20,8	21,2	22,8	22,6	27	27,5	23,6
1996	28,5	27,1	25,8	24	21	15	16,2	21,5	20	23,5	23,5	27,2	22,8
1997	28,8	28	26,1	23	21,1	18,4	20,9	20,7	23,4	25,4	26,5	28,5	24,2
1998	29,4	27	25,2	23,2	19,4	18,4	20,6	18,5	19,9	23,9	25,3	26,1	23,1
1999	27,9	28,2	28	19	18,8	18	16,9	19,9	24,4	23	20,4	27,8	22,7
2000	28	27	26	23	18	18	13	19	20	24	24	26	22,2
2001	27	27	26	24	17	17	19	22	20	24	25	25	22,8
2002	27	25	27	24	21	17	16	21	21	25	25	27	23
2003	27	26	25	23	19	21	17	17	22	24	24	25	22,5
2004	28	26	25	24	16	18	17	18	21	23	23	26	22,1
2005	27	27	26	22	20	20	17	20	18	22	25	26	22,5

ANEXO 5
RESULTADOS PARCIALES DEL BALANCE HIDRICO SUPERFICIAL

Pre	2000	204	33	77	128	257	134	34	44	48	221	137	146	1463
Etp	2000	172,5	141,1	135	89,9	46,7	43,7	19,9	56	65,2	115	116	151,7	1152,7
Alm	2000	31,5	0	0	38,1	100	100	100	88	70,8	100	100	94,3	822,7
Et	2000	172,5	64,5	77	89,9	46,7	43,7	19,9	56	65,2	115	116	151,7	1018,1
def	2000	0	76,6	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134,6
Exes	2000	0	0	0	0	148,4	90,3	14,1	0	0	76,8	21	0	350,6
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre	2001	27	227	192	137	66	60	5	34	180	106	174	128	1336
Etp	2001	163,5	141,1	134,8	99,3	38,4	35,9	51,3	80,2	63,3	113,8	128,2	136,3	1186,1
Alm	2001	0	85,9	100	100	100	100	53,7	7,5	100	92,2	100	91,7	931
Et	2001	121,3	141,1	134,8	99,3	38,4	35,9	51,3	80,2	63,3	113,8	128,2	136,3	1143,9
def	2001	42,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,2
Exes	2001	0	0	43,1	37,7	27,6	24,1	0	0	24,2	0	38	0	194,7
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre	2002	63	127	187	111	176	97	52	46	41	90	308	125	1423
Etp	2002	163,5	116,3	146,7	98,8	66,9	35	31,3	69,8	71,2	126,6	127,8	164,9	1218,8
Alm	2002	0	10,7	51	63,2	100	100	100	76,2	46	9,4	100	60,1	716,6
Et	2002	154,7	116,3	146,7	98,8	66,9	35	31,3	69,8	71,2	126,6	127,8	164,9	1210
def	2002	8,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,8
Exes	2002	0	0	0	0	72,3	62	20,7	0	0	0	89,6	0	244,6
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre	2003	168	202	47	125	24	45	2	55	80	165	172	213	1298
Etp	2003	163,5	129,8	121,7	89,3	52,9	64,4	39	41,1	82,7	114,4	115,5	136,7	1151
Alm	2003	64,6	100	25,3	61	32,1	12,7	0	13,9	11,2	61,8	100	100	582,6
Et	2003	163,5	129,8	121,7	89,3	52,9	64,4	14,7	41,1	82,7	114,4	115,5	136,7	1126,7
def	2003	0	0	0	0	0	0	24,3	0	0	0	0	0	24,3
Exes	2003	0	36,8	0	0	0	0	0	0	0	0	18,3	76,3	131,4
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre	2004	27	84	72	173	129	72	73	1	27	208	401	292	1559
Etp	2004	172,5	129,9	122,2	100,6	34,9	44,2	40,4	49,2	74,5	103,4	104,3	151,8	1127,9
Alm	2004	0	0	0	72,4	100	100	100	51,8	4,3	100	100	100	728,5
Et	2004	127	84	72	100,6	34,9	44,2	40,4	49,2	74,5	103,4	104,3	151,8	986,3
def	2004	45,5	45,9	50,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141,6
Exes	2004	0	0	0	0	66,5	27,8	32,6	0	0	8,9	296,7	140,2	572,7
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pre	2005	71	51	19	179	295	46	0	19	79	291	61	112	1223
Etp	2005	163,5	141,1	134,9	79,4	60,4	56,6	39	63	48,7	91	128,6	151,6	1157,8
Alm	2005	7,5	0	0	99,6	100	89,4	50,4	6,4	36,7	100	32,4	0	522,4
Et	2005	163,5	58,5	19	79,4	60,4	56,6	39	63	48,7	91	128,6	144,4	952,1
def	2005	0	82,6	115,9	0	0	0	0	0	0	0	0	7,2	205,7
Exes	2005	0	0	0	0	234,2	0	0	0	0	136,7	0	0	370,9

EJEMPLO DE LA TABLA DE RESULTADO DEL BALANCE HÍDRICO Y SIMPLIFICADO SERIADO A NIVEL MENSUAL

ANEXO 6
LITERATURA CONSULTADA

- (1) Balance Hídrico Superficial del Paraguay - Dirección de Meteorología e Hidrología – UNESCO
- (2) Variación Espacial y Temporal de los Excesos y Déficit Hídricos en Paraguay – Dirección de Investigación – UNA.
- (3) **Balance Hídrico subterráneo de Migjorn de Menorca, España, Sònia Estradé Niubó, 2004.**
- (4) **Balance Hídrico del Valle de México:** J. Lafragua, A. Gutiérrez, E. Aguilar, J. Aparicio, R. Mejía, O. Santillán, M.A. Suárez y M. Preciado.
- (5) Monitoreo Hidrológico Arroyo Yuquyry, CITEC – FIUNA, JICA, 2005.