

A landscape photograph showing rolling hills under a cloudy sky. The foreground is filled with tall, dry grasses and some bare, thin trees. The middle ground features several rounded hills with sparse vegetation, transitioning from green to brown. The background shows more distant hills under a blue sky with scattered white clouds. The text is overlaid on the upper left portion of the image.

# **PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ**

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

## Participantes

### AUTORIDADES

**Ministro de Ambiente** Robert Bouvier

**Subsecretario** Gerardo Amarilla

**Directora Nacional de Aguas** Viviana Pesce

### EQUIPO DE REDACCIÓN, ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTE DE INFORMACIÓN

#### Ministerio de Ambiente:

##### **Dirección Nacional de Aguas (Dinagua)**

Valentina Ribero

Diana Azurica

Ximena Lacués

Amalia Panizza

Mónica Franzía

Daniela Astradas

Cecilia Emanuelli

Daniel Alonso

María Eugenia Olivera

Lucía Facio

Lourdes Batista

Viveka Sabaj

Matilde Saravia

Romina Sanabria

Gerardo de los Santos

Andrea Gamarra

Rodolfo Chao

Silvana Alcoz

Adriana Piperno

##### **Centro Regional para las Gestión de las Aguas Subterráneas**

Alberto Manganelli

Alejandra Martinez

Lucía Samaniego

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

## EQUIPO TÉCNICO

### **Dirección Nacional de Control y Evaluación Ambiental (Dinacea)**

Luis Reolón

### **Dirección Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (Dinabise)**

Daniela Cuello

Gabriela Goncalves

### **Ministerio de Ordenamiento Territorial:**

#### **Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial (Dinot)**

Jacqueline Petit

Victoria Fernández

Luciana Mello

Alfredo Blum

### **Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP):**

Gervasio Finozzi

Mario Pereira

### **Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM):**

#### **Dirección Nacional de Minería y Geología (Dinamige)**

Diego Izquierdo

#### **Asociación Nacional de Combustibles, Alcoholes y Portland (Ancap)**

Josefina Mermisolle

Hector De Santa Ana

### **Gobiernos Departamentales:**

#### **Intendencia de Tacuarembó**

Walter Mederos

#### **Intendencia de Rivera**

Alejandro Bertón

Sebastián Pintos

Adriana Epifanio

#### **Intendencia de Salto**

Carlos Cattani

### **Universidad de la República (UdelaR):**

# **PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ**

---

## **Departamento del Agua-Regional Norte**

Pablo Gamazo

Julián Ramos

## **Universidad de la República Sede – Tacuarembó**

Gustavo Ferreira

## **Universidad de la República Sede – Rivera**

Ricardo Giorello

## **Facultad de Ciencias**

Lautaro Pochintesta

Gerardo Veroslavsky

## **Obras Sanitarias del Estado (OSE):**

Andrés Pérez

Sergio Gagliardi

Pablo Decoud

## **Investigadora y docente adjunta de la Facultad de Ciencias:**

Paula Collazo

## **Comisión Nacional de Fomento Rural:**

Fermin Silveira

Lourdes Sequeira

## **Centro Comercial e Industrial de Salto:**

Juan Antipuy

## **INSTITUCIONES**

Ministerio de Ambiente

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP)

Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM)

Ministerio de Relaciones Exteriores (MRREE)

Ministerio de Turismo (MINTUR)

Ministerio de Salud Pública (MSP)

## **PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ**

---

Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MVOT)

Intendencia de Artigas (IDA)

Intendencia de Paysandú (IDP)

Intendencia de Rivera (IR)

Intendencia de Salto (IS)

Intendencia de Tacuarembó (IT)

Junta Departamental de Tacuarembó

Centro Universitario de Rivera – Universidad de la República

Centro Universitario de Tacuarembó - Universidad de la República

Centro Universitario Regional Litoral Norte de Salto - Universidad de la República

Comisión Nacional en Defensa del Agua y la Vida (CNDAV)

Instituto Cultural Casa Bertolt Brecht

Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas (CeReGAS)

Red Acuífero Guaraní (RAG)

Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)

Cámara de Turismo de Paysandú

Centro Comercial e Industrial de Salto (Cámara de Turismo)

Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CONAPROLE)

Obras Sanitarias del Estado (OSE)

Cámara de Industrias del Uruguay (CIU)

Federación Rural del Uruguay

Comisión Nacional de Fomento Rural

Cooperativas Agrarias Federadas (CAF)

Asociación Rural del Uruguay (ARU)

Junta Asesora del Acuífero Infrabasáltico Guaraní

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

1. MARCO CONCEPTUAL, NORMATIVO E INSTITUCIONAL	11
1.1 Alcance y metodología	11
1.2 Objetivos	12
1.3 Directrices	12
1.4 Marco normativo	12
1.5 Marco institucional	13
2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA QUE COMPRENDE EL SAG	16
2.1 Introducción general	16
2.1.1 Caracterización sociodemográfica	17
2.1.2 Clima	20
2.1.3 Suelos	20
2.1.4 Aguas superficiales	22
2.1.5 Caracterización geológica	23
3. CARACTERIZACIÓN DEL SAG	27
<b>3.1 Sistema Acuífero Guaraní zona Aflorante (SAGa)</b>	28
<b>3.1.1 Piezometría</b>	31
<b>3.1.2 Vulnerabilidad</b>	33
<b>3.1.3 Calidad del agua subterránea</b>	34
<b>3.1.4 Usos del SAGa</b>	35
3.2 Sistema Acuífero Guaraní zona Confinada (SAGc)	36
3.2.1 Potencial Termal del SAG	37
3.2.2 Usos del SAGc	38
4. USOS Y PRESIONES EN LA REGIÓN DEL SAG	41
4.1 Agua Potable	41
4.2 Saneamiento	43
4.3 Drenaje Urbano y aguas pluviales	44
5. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS	49
5.1 Gestión Integrada y Participativa de las Aguas	49
5.1.1 Actores relevantes locales y nacionales	49
5.1.2 Ámbitos de participación	49
5.2 Redes de monitoreo de los recursos hídricos subterráneos	50

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

5.3 Modelos disponibles en la región	51
5.4 Zonificación del territorio en función del SAG	52
5.5 Administración de los recursos hídricos	53
5.5.1 Aprovechamientos	55
5.5.1.1 Análisis de los Aprovechamientos en el área total del SAG	55
5.5.1.2 Análisis de los Aprovechamientos en el área aflorante del SAG	56
5.6 Efluentes Residuales (vertidos)	58
5.7 Gestión del riesgo de origen hídrico	58
5.7.1 Sequías	58
5.7.2 Inundaciones	59
5.8 Antecedentes de la planificación/planes locales ya existentes con los que hay que articular	61
5.8.1 Planes de seguridad de Aguas	61
5.8.2 Planes de producción agropecuaria y buenas prácticas	61
5.8.3 Instrumentos de ordenamiento territorial	62
5.8.4 Áreas de manejo de hábitat y/o especies:	64
5.8.5 Proyectos transfronterizos	68
5.9 Educación, investigación y Comunicación	72
6. ASUNTOS CRÍTICOS	75
7. PROGRAMAS Y PROYECTOS	80
GLOSARIO	106
BIBLIOGRAFÍA	109
Otra Bibliografía	111

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

### Siglas

Sigla	Nombre
ACA	Asociación de Cultivadores de Arroz
AGESIC	Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento
ANEP	Administración Nacional de Educación Pública
APA	Área de Protección Ambiental
BPA	Buenas Prácticas Agrícolas
CAPDER	Centros de Apoyo Pedagógico Didáctico para Escuelas Rurales
CeReGAS	Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas
CENUR	Centro Universitario Regional Norte
CETP	Consejo de Educación Técnico Profesional
CNFR	Comisión Nacional de Fomento Rural
CUR	Centro Universitario de Rivera
CUT	Centro Universitario de Tacuarembó
DIEA	Dirección de Estadísticas Agropecuarias
DIGEGRA	Dirección General de la Granja
DGRN	Dirección General de Recursos Naturales
DINABISE	Dirección Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos
DINACEA	Dirección Nacional de Control y Evaluación Ambiental
DINAGUA	Dirección Nacional Aguas
DINAMA	Dirección Nacional de Medio Ambiente (1990- 2020)
DINOT	Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial
E	este
FAE	Fondo Agrario de Emergencia
FAgro	Facultad de Agronomía
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FEWS	
FCien	Facultad De Ciencias
FQ	Facultad de Química
GEF	<i>Global Environment Facility</i>
GWP	<i>Global Water Partnership</i>
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
IDHAS	Índice de factibilidad de desarrollo humano en función del agua subterránea
IFSUL	Instituto Federal Sul-Rio Grandense
IMFIA	Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
INE	Instituto Nacional de Estadística
INUMET	Instituto Nacional de Meteorología
LATU	Laboratorio Tecnológico del Uruguay

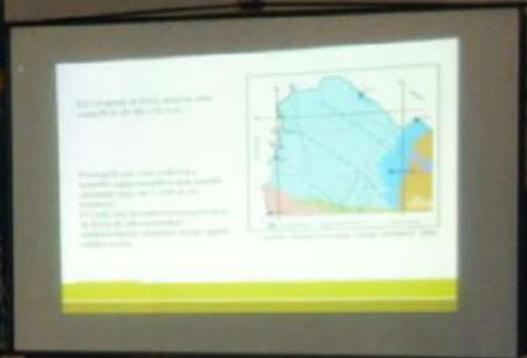
## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

MA	Ministerio de Ambiente (2020-)
MDR	Mapa de Riesgo
MEVIR	Movimiento Pro Erradicación de la Vivienda Rural Insalubre
MGAP	Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca
MIEM	Ministerio de Energía y Minería
MinTur	Ministerio de Turismo
MRREE	Ministerio de Relaciones Exteriores
MSP	Ministerio de Salud Pública
MVOTMA	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (1990-2020)
MVOT	Ministerio de Ordenamiento Territorial
N	norte (NO- noroeste, NE- noreste)
O	oeste
OEA	Organización de Estados Americanos
OPP	Oficina de Planeamiento y Presupuesto de la República
OSE	Obras Sanitarias del Estado
PAUs	Planes de Aguas Urbanas
PEA	Programa Estratégico de Acción
PGISAG	Plan de Gestión Integrada del Sistema Acuífero Guaraní
PNA	Plan Nacional de Aguas
PNS	Plan Nacional de Saneamiento
PPLER	Programa de Abastecimiento a Pequeñas Localidades y Escuelas Rurales
PSA	Plan de Seguridad de Aguas
S	sur (SO- suroeste, SE sureste)
SAGa	Sistema Acuífero Guaraní aflorante
SAGc	Sistema Acuífero Guaraní confinado
SAG	Sistema Acuífero Guaraní
SATI	Sistema de Alerta Temprana de Inundación
SINAE	Sistema Nacional de Emergencias
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SNIA	Sistema Nacional de Información Agropecuaria
SNIG	Sistema Nacional de Información Ganadera
STD	Sólidos totales disueltos
UdelaR	Universidad de la República
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNIT	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas
URSEA	Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua
UTEC	Universidad Tecnológica del Uruguay
UTU	Universidad del Trabajo del Uruguay



CASA DE GOBIERNO DEPARTAMENTAL



# 1 MARCO CONCEPTUAL

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

## 1. MARCO CONCEPTUAL, NORMATIVO E INSTITUCIONAL

### 1.1 Alcance y metodología

La Ley Nº 18.610 de Política Nacional de Aguas identifica como un instrumento clave para su implementación la planificación a nivel nacional, regional y local de los recursos hídricos, ejercida mediante planes que contengan los lineamientos generales de la actuación pública y privada en materia de aguas. Dichos planes son de formulación obligatoria y se evaluarán y revisarán periódicamente<sup>1</sup>.

El Plan de Gestión Integrada del Sistema Acuífero Guaraní (PGISAG) se encuentra enmarcado en el Plan Nacional de Aguas (PNA) y se integrará al Plan de Gestión para la cuenca del Río Uruguay (no existente aún). Como instrumento para el desarrollo sustentable de la región, es necesario que se articule con las demás políticas departamentales, regionales y nacionales (ambiente, ordenamiento territorial, cambio climático, entre otras), así como sectoriales (sector productivo, turismo, emprendimientos especiales, etc.).

Para la elaboración de este documento se toman como referencia los documentos elaborados en el Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní realizado entre los años 2003 y 2009, que provee un marco de gestión para el manejo sostenible del agua subterránea en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Particularmente se pone énfasis en el documento denominado PEA para el SAG como punto de partida a nivel regional. No se pretende profundizar en los diagnósticos existentes sino acordar el punto de partida para trabajar en el Plan de Gestión del SAG de forma colectiva, retomando los principales puntos acordados en diagnósticos anteriores.

El plan es un documento político-técnico que pretende contribuir a explicitar objetivos y actividades para orientar, con el mayor fundamento posible, las acciones a realizar por los distintos actores públicos y privados en relación con la gestión integrada de los recursos hídricos. En este marco se entiende por gestión integrada de los recursos hídricos el proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales<sup>2</sup>. En tal sentido, este plan es una herramienta que debe necesariamente contribuir al desarrollo sustentable de la región, siendo flexible y dinámico, ordenando y articulando las acciones cuya ejecución, en gran medida, ya está en marcha, con proyectos a desarrollar en el corto y mediano plazo, aplicando una lógica de manejo adaptativo.

---

<sup>1</sup> Artículo 9 de la Ley 18.610 de Política Nacional de Aguas

<sup>2</sup> Comité de Asesoramiento Técnico de GWP (*GWP Technical Advisory Committee*, 2000)

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

## 1.2 Objetivos

El objetivo general de este plan es contribuir al desarrollo sostenible de la región que abarca el SAG mediante el manejo integrado de las aguas.

Los objetivos específicos son:

**Agua para el uso humano:** Garantizar a los habitantes el ejercicio de los derechos humanos fundamentales de acceso al agua potable y al saneamiento. La primera prioridad para el uso del agua es el abastecimiento de agua potable a poblaciones y la prestación del servicio de agua potable y saneamiento deberá hacerse anteponiendo las razones de orden social a las de orden económico.

**Agua para el desarrollo sustentable:** Disponer de agua en cantidad y calidad para el logro del desarrollo social y económico del país y para la conservación de la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas mediante la gestión integrada y participativa.

**Agua y sus riesgos asociados:** Prevenir, mitigar y adaptarse a los efectos de eventos extremos y cambio climático, con enfoque de gestión de riesgo.

## 1.3 Directrices

Para la formulación del PGISAG y su implementación se considera un conjunto de directrices estratégicas, establecidas en el PNA que proporcionan lineamientos para la acción, y son transversales a todos los objetivos:

- Gestión integrada y sustentable
- Participación de usuarios y sociedad civil
- Incorporación del concepto de riesgo en la planificación y la gestión
- Investigación, innovación y generación de capacidades
- Educación ambiental

## 1.4 Marco normativo

El 26 de julio del 2000 se sancionó el Decreto 214/00 el cual fue complementado por el Decreto 295/01 del 17/07/01 en donde se aprobó el denominado Plan de Gestión del Acuífero Infrabasáltico Guaraní, este decreto se estableció principalmente para atender la problemática existente entre las perforaciones termales que se encuentran en el entorno de la Ciudad de Salto y reglamenta la explotación del SAG infrabasáltico, aunque en los hechos no es aplicable a la

## **PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ**

---

totalidad de dicha zona. Por otro lado, la Resolución 769/2001 del Poder Ejecutivo reglamenta el funcionamiento de la Junta Asesora del Acuífero Guaraní.

En el año 2004 la reforma del Art. Nº 47 de la Constitución de la República, dio lugar a una nueva Política Nacional de Aguas cuyos principios rectores se encuentran establecidos en la Ley Nº 18.610, promulgada el 2 de octubre de 2009.

Posteriormente, el Poder Ejecutivo comenzó a reglamentar la Ley, a través del Decreto 262/2011 constituyendo, en la órbita del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, el Consejo Regional de Recursos Hídricos para la Cuenca del Río Uruguay y finalmente el Decreto Nº 183 del 20 de junio de 2013 creó la Comisión del Sistema Acuífero Guaraní.

Por otro lado, a nivel regional en el año 2010 se firmó el acuerdo por el SAG entre los cuatro países, aunque pese a haber entrado en vigor el 20 de noviembre de 2020, aún no es aplicable ya que su articulado contiene principios generales que deberán ser analizados y concretados entre los cuatro países para su efectiva aplicación. En el anexo 1 se identifican las leyes y decretos relacionados que aplican en territorio nacional.

### **1.5 Marco institucional**

La gestión integrada de los recursos hídricos implica la actuación de múltiples actores del sector público y privado, cuyas competencias y responsabilidades se encuentran reguladas en las distintas leyes vinculadas a la temática y decretos reglamentarios. Una buena coordinación entre los distintos actores resulta imprescindible al momento de poner en práctica la gestión integrada.

El marco institucional existente a nivel nacional se desarrolla en el Plan Nacional de Aguas. La comisión del SAG se crea a través del decreto 183/13, como órgano asesor del Consejo Regional de Recursos Hídricos para la Cuenca del Río Uruguay, asimismo define sus competencias e integración, en la cual existe una variedad de actores relevantes a nivel de gobierno, usuarios y sociedad civil que se mencionan a continuación:

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Tabla 1-1: Miembros Comisión SAG

<b>Instituciones</b>		
<b>Gobierno</b>	<b>Sociedad Civil</b>	<b>Usuarios</b>
Ministerio de Ambiente (MA)	Centro Universitario de Rivera – Universidad de la República	Cámara de Turismo de Paysandú
Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP)	Centro Universitario de Tacuarembó - Universidad de la República	Centro Comercial e Industrial de Salto (Cámara de Turismo)
Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM)	Centro Universitario Regional Litoral Norte de Salto - Universidad de la República	Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CONAPROLE)
Ministerio de Relaciones Exteriores (MRREE)	Comisión Nacional en Defensa del Agua y la Vida (CNDAV)	Obras Sanitarias del Estado (OSE)
Ministerio de Turismo (MINTUR)	Federación de Funcionarios de Obras Sanitarias del Estado (FFOSE)	Cámara de Industrias del Uruguay (CIU)
Ministerio de Salud Pública (MSP)	Grupo de Ecología en San Gregorio de Polanco	Federación Rural del Uruguay
Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MVOT)	Instituto Cultural Casa Bertolt Brecht	Comisión Nacional de Fomento Rural
Intendencia de Artigas (IDA)	Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas (CeReGAS)	Cooperativas Agrarias Federadas (CAF)
Intendencia de Paysandú (IDP)	Red Acuífero Guaraní (RAG)	Asociación Rural del Uruguay (ARU)
Intendencia de Rivera (IR)	Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)	Junta Asesora del Acuífero Infrabasáltico Guaraní
Intendencia de Salto (IS)		
Intendencia de Tacuarembó (IT)		



2

## CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA QUE COMPRENDE EL SAG

## **2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA QUE COMPRENDE EL SAG**

### **2.1 Introducción general**

El nombre de “Acuífero Guaraní” ha sido atribuido como forma de homenaje a los pueblos originarios que tradicionalmente habitaban la región. Esa denominación fue propuesta en una reunión realizada en la ciudad de Curitiba (Brasil), el 26 de mayo de 1996 y fue aceptada por la comunidad científica presente. La denominación Sistema Acuífero Guaraní, representa la evolución y unificación de la nomenclatura que ha sido identificada entre las décadas de 70 y 90, como Acuífero Botucatu (Gilboa et al., 1976) y Acuífero Gigante del Mercosur (Araújo et al., 1995). Aparte de denominaciones más locales relacionadas a sus unidades estratigráficas constituyentes.

El Sistema Acuífero Guaraní (SAG) es el cuerpo hídrico subterráneo (acuífero) transfronterizo más extenso de Sudamérica. Se extiende bajo cuatro países: Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay (Figura 2.1). El acuífero está contenido en areniscas confinadas por basaltos, en alrededor del 90% de su superficie. Las areniscas afloran a lo largo de los bordes del acuífero, profundizándose hacia el centro de la cuenca tectónica, alcanzando espesores de 600 m y profundidades de 2200 m.

Localizado entre los paralelos 16° y 32°S y los meridianos 47° y 60°O. El área total abarcada por los sedimentos que componen el SAG es de 1.087.879,15 km<sup>2</sup>, distribuidos en:

- Argentina, ocupando un área de 228.255,26 km<sup>2</sup>.
- Brasil, 735.917,75 km<sup>2</sup>.
- Paraguay, con un área de 87.535,63 km<sup>2</sup>.
- Uruguay, área total de 36.170, 51 km<sup>2</sup>.

En Uruguay, el SAG se extiende de forma diferenciada en los departamentos de Salto, Paysandú, Artigas, Rivera y Tacuarembó. Abarca una extensión de 36.170 Km<sup>2</sup>, de los cuales aproximadamente un 10 % es aflorante y el resto se encuentra confinado por los basaltos de la formación Arapey y otras formaciones más recientes profundizándose hacia el Río Uruguay.

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

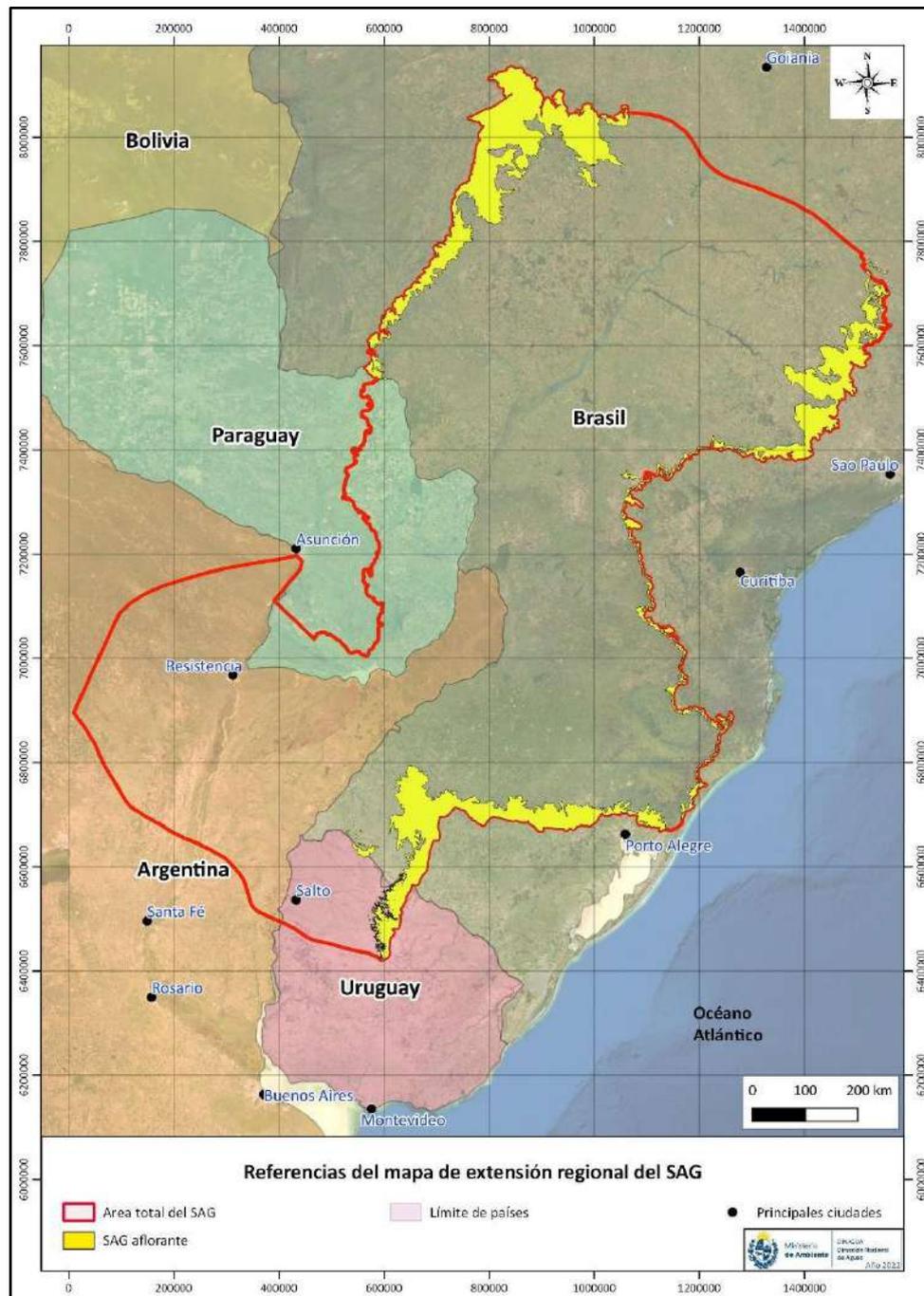


Figura 2.1: extensión regional del SAG (modificado de Gastmans et al., 2012)

## 2.1.1 Caracterización sociodemográfica

En el siguiente apartado se sintetiza la caracterización sociodemográfica del territorio uruguayo localizado sobre el Sistema Acuífero Guaraní. En particular, se analizan algunas características

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

de la población y de los hogares de las localidades presentes en dicho territorio que refieren a: la distribución de la población, viviendas y hogares por rango de localidades en los censos de los años 1996 y 2011; la evolución de la población, viviendas y hogares en el período intercensal 1996 - 2011 por rango de localidades; la presencia de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) en los hogares; la presencia de jóvenes de 15 a 29 años que no estudian ni trabajan y la cantidad de nacimientos según el departamento de residencia de la madre.

Se trabaja con la información del censo del año 2011 del Instituto Nacional de Estadística (INE), desagregada en dos niveles: general del ámbito territorial uruguayo del SAG (que se compara con cifras nacionales) y por rangos de localidades.

Para analizar el segundo nivel, se realiza una clasificación de las localidades según la cantidad de habitantes, de acuerdo con los siguientes cinco rangos: rurales y menores a 1.000 habitantes; entre 1.000 y 5.000 habitantes; entre 5.000 y 10.000 habitantes; entre 10.000 y 20.000 habitantes y mayores a 20.000 habitantes.

Al examinar la distribución de las personas por rango de localidades se verifica que: aproximadamente el 78% de la población del territorio en estudio reside en localidades de más de veinte mil habitantes (tal es el caso de las capitales departamentales de Artigas, Salto, Rivera y Tacuarembó); el 85% de los habitantes lo hace en aquellas de más de cinco mil habitantes y el 5% de la población vive en las localidades de menor tamaño. Se identifica, además, que la tendencia analizada en la distribución de la población es la misma que se registra a nivel de hogares y viviendas. También se observa que en el último censo se produce un descenso de la población en los rangos de 5.000 a 10.000 y 10.000 a 20.000 habitantes respecto a las cifras alcanzadas en el censo de 1996.

En relación con la evolución de la población, viviendas y hogares en el período 1996 - 2011 por rango de localidades, se observa que a nivel general del ámbito en estudio se produce un descenso de la población que alcanza el 1%. Al considerar a las ciudades por rango, el descenso de la población es notoriamente mayor en aquellos de tamaño intermedio de 5.000 a 10.000 y de 10.000 a 20.000 habitantes, y alcanza el 53% y el 55% respectivamente.

Respecto a la distribución de hogares según la presencia de NBI, a nivel general del ámbito territorial uruguayo del SAG, se observa que el 57% de los hogares en el censo del año 1996 no presenta ninguna necesidad básica insatisfecha. En el censo del año 2011, esta cifra se incrementa y alcanza al 76% de la población, variación que implica un aumento de la cantidad de hogares sin NBI en dicho período intercensal. Al analizar la información por rango de localidades, se concluye que en el censo de 2011 es mayor la proporción de hogares sin ninguna necesidad básica insatisfecha en las localidades de más de veinte mil habitantes respecto al censo del año 1996, en el que se constata una variación del 59% al 83%. Se conoce también, que en las localidades de entre 5.000 y 10.000 habitantes se produce un deterioro en las condiciones de vida de sus habitantes que implica un decrecimiento de los hogares sin NBI que varía de 54% a 38%.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

En la Figura 2.2, se grafican las NBI materialidad de la vivienda, agua potable, saneamiento, educación, acceso a energía eléctrica y hacinamiento por rango de localidades.

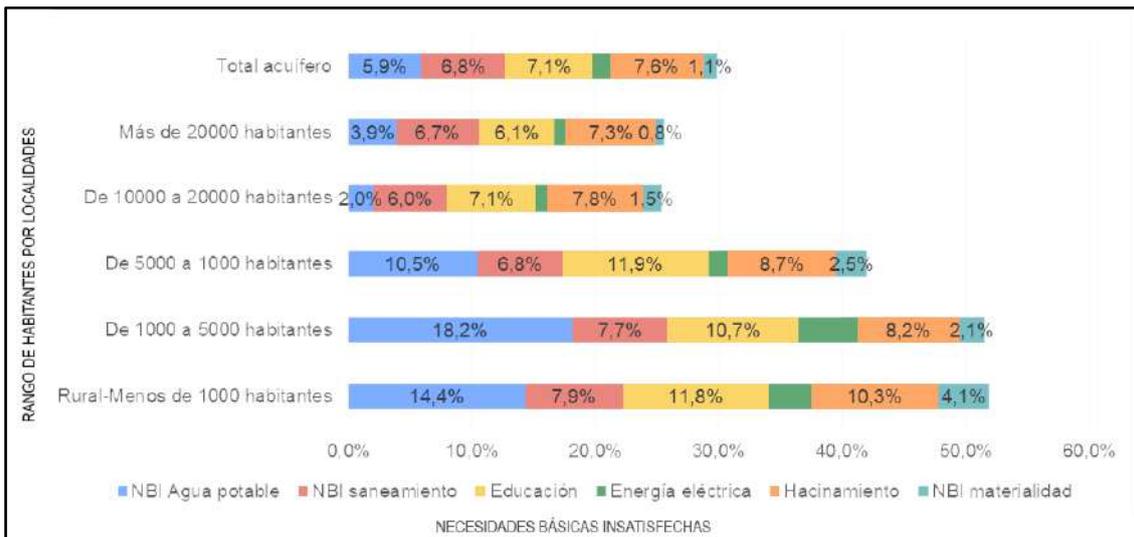


Figura 2.2: Hogares según NBI Presentes (Fuente: elaboración DINOT en base a Censo de población, viviendas y hogares 2011 del Instituto Nacional de Estadística).

Respecto a la presencia de jóvenes de 15 a 29 años que no estudian ni trabajan (en adelante NINI) a nivel general del ámbito territorial uruguayo del SAG representan el 18%, cifra que resulta inferior a la registrada a nivel nacional, que asciende al 20%. Al desagregar la información según el tamaño de las localidades existe mayor proporción de jóvenes que no estudian ni trabajan en aquellas de menor tamaño (rurales y de menos de mil habitantes), seguidas apenas por debajo por las localidades de entre 5.000 y 10.000 habitantes. En las localidades de mayor tamaño (mayores a veinte mil habitantes) existe una menor proporción de jóvenes de entre 15 y 29 años que no estudian ni trabajan que representa el 17%.

En relación con la cantidad de nacimientos según departamento de residencia de la madre, se produce un descenso del 28% en la cantidad de nacimientos entre los años 1996 y 2011, realidad que acompaña la tendencia registrada a nivel nacional. En el departamento de Paysandú esta tendencia alcanza al 24% mientras que en el departamento de Artigas se registra el menor descenso departamental del ámbito, que alcanza un 11%. (Análisis ampliado en Anexo I)

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

## 2.1.2 Clima

Los datos que se presentan a continuación para temperatura, precipitación, régimen de vientos e insolación fueron extraídos de la Caracterización climática del Plan Nacional de Aguas dicha información fue publicada por el INUMET y corresponden al período climático 1961-1990. En este sentido la Cuenca Norte presenta una temperatura media anual que oscila entre los 17.5 y los 19 °C, una pluviosidad entre 1200 mm a 1500 mm, una velocidad media del viento entre 4 y 3.5 m/s y una insolación acumulada media de 2500 horas.

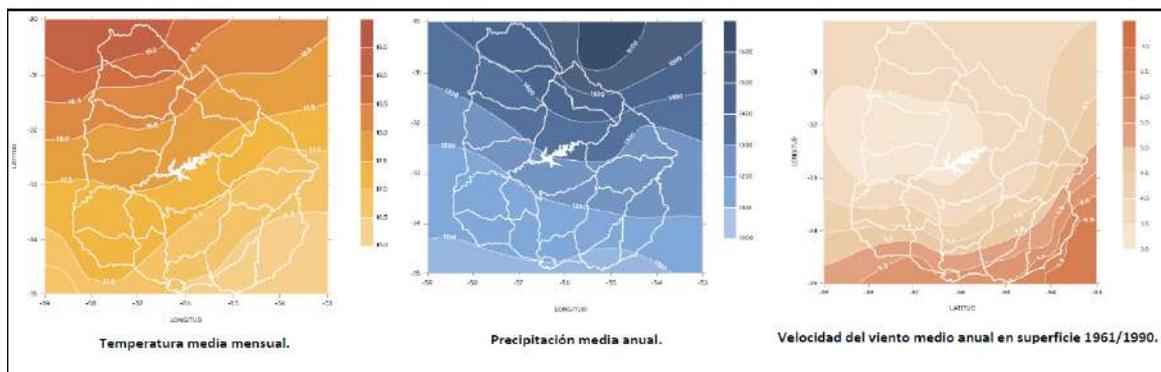


Figura 2.3: Caracterización climática extraída del Plan Nacional de Aguas. Fuente: INUMET.

## 2.1.3 Suelos

En el sector Oeste, predominan suelos superficiales, pero también aparecen suelos más profundos de fertilidad media-alta. Estos suelos superficiales corresponden a litosoles, predominan en las zonas altas y presentan afloramientos rocosos. La fertilidad natural de estos suelos es alta, presentando buen drenaje. Sin embargo, los factores limitantes para el uso agrícola de los mismos son la superficialidad, la rocosidad y el riesgo de sequía.

Hacia el Este se describen suelos con fertilidad natural baja a muy baja (Argisoles e Inceptisoles). Mientras que en los interfluvios y en las laderas predominan los Brunosoles y Vertisoles, suelos de fertilidad natural media a alta, con permeabilidad lenta, drenaje moderado y riesgo de sequía medio. En las escarpas y laderas fuertes pueden ocurrir los Argisoles, suelos de fertilidad natural media a baja, permeabilidad moderada, drenaje moderado y riesgo de sequía medio, siendo la fertilidad la limitante a destacar para el uso agrícola de estos suelos (Achkar et al., 2004).

Los ecosistemas predominantes están constituidos por praderas estival/invernal, de tapiz variable (denso a ralo), comunidades xerófitas y el bosque fluvial galería típico. Destacan en estos suelos el incremento de las plantaciones forestales a partir del año 1987.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

La demanda de agua por parte de los sistemas productivos, agrícolas, ganaderos y forestales dependerá de la aptitud de los suelos. El aporte principal a la planificación del uso y control del suelo se realiza a través de la Dirección General de Recursos Naturales (DGRN) del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP) con la finalidad de promover el uso sustentable del suelo a nivel nacional.

Tabla 2-1: Superficie explotada por principal fuente de ingreso, según departamento (Censo General Agropecuario 2011 - DIEA-MGAP)

Principal fuente de ingreso Superficie explotada por (ha)	Departamentos					
	Artigas	Paysandú	Rivera	Salto	Tacuarembó	Total
Forestación	182	191.563	145.451	1.060	155.900	494.156
Citricultura	313	15.512	353	17.914	20	34.112
Otros frutales	72	217	47	1.250	79	1.665
Viticultura	314	828	462	125	608	2.337
Horticultura	1.342	387	1.076	7.764	104	10.673
Cereales y oleaginosos (no incluye arroz)	17.313	197.490	24.819	23.801	43.598	307.021
Arroz	53.065	2.232	8.195	30.404	24.835	118.731
Semilleros de cereales y cultivos industriales	1.212	5.423	0	599	0	7.234
Semilleros de forrajeras	0	8	0	0	0	8
Viveros y platines	0	38	0	0	204	242
Vacunos de carne	880.266	854.454	650.427	914.115	1.201.261	4.500.523
Vacunos de leche	3.553	43.314	7.284	18.932	6.515	79.598
Ovinos	183.043	110.143	20.785	257.237	53.702	624.910
Equinos	894	1.522	931	1.913	699	5.959
Cerdos	636	992	156	456	446	2.686
Aves	6	100	205	91	78	480
Otros animales	32	1.120	171	35	158	1.516
Venta de servicios agropecuarios	1.140	10.949	1.611	2.050	587	16.337
Agroturismo	0	448	0	394	600	1.442
Otros	53	913	81	1.690	0	2.737
Producción para autoconsumo	1.057	863	3.638	275	1.595	7.428

Las principales explotaciones productivas en la zona corresponden a la ganadería bovina y ovina, la forestación y el cultivo de cereales. En primer lugar, se destaca la ganadería bovina para carne ocupando una superficie de 4.500.523 ha y la ganadería ovina en una superficie de 624.910 ha. La forestación y el cultivo de cereales ocupan una superficie de 494.156 ha y 425.752 ha respectivamente. En la Tabla 2-1 se proporciona la superficie explotada según la principal fuente

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

de ingreso según departamento. Asimismo, se encuentra disponible la versión del mapa de cobertura de uso del suelo<sup>3</sup> actualizada. A partir de este mapa, es posible conocer los diferentes usos del suelo de nuestro país con énfasis en la producción agropecuaria y colaborar con la planificación de políticas del sector. Por otro lado, el MGAP cuenta con un Geoportal Forestal<sup>4</sup> en el cual se puede visualizar la información relacionada a la producción forestal, así como es posible acceder a información relacionada a la actividad ganadera a través de la página del Portal del SNIG<sup>5</sup>

### 2.1.4 Aguas superficiales

Los principales cursos de agua sobre el Acuífero Guaraní en territorio corresponden a los ríos: Uruguay, Arapey, Daymán, Queguay, Cuareim y Tacuarembó. De éstos, solo los ríos Cuareim y Tacuarembó se encuentran en zonas donde estos cursos tienen vinculación directa con el acuífero. Entre otros cursos de agua relevantes en la zona aflorante del SAG, se destacan los arroyos: Cuñapirú, Tacuarembó chico, Tranqueras y Tamanduá. El conocimiento del vínculo existente entre el agua subterránea y estos cursos es fundamental para caracterizar las zonas de recarga y descarga del acuífero en distintos momentos del año.

La principal cuenca y subcuenca en la zona aflorante corresponden al río Tacuarembó y al Arroyo Cuñapirú. La cuenca del río Tacuarembó abarca gran parte de los departamentos de Rivera y Tacuarembó, nace en la Cuchilla Cuñapirú, siendo su curso paralelo a ésta con cotas de 370 m, desembocando en el Río Negro. En cuanto a la relación del SAG con el río Cuareim, Gagliardi (2008), determinó en la zona aflorante de Artigas que el flujo subterráneo se da de modo general hacia el río Cuareim.

---

<sup>3</sup> <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/noticias/actualizacion-cobertura-uso-del-suelo-del-uruguay-ano-20202021>

<sup>4</sup> <https://web.snig.gub.uy/arcgisportal/apps/webappviewer/index.html?id=b90f805255ae4ef0983c2bfb40be62>

<sup>5</sup> <https://web.snig.gub.uy/arcgisportal/apps/MinimalGallery/index.html?appid=86c3cdebfe8d4e128f90994f0c68e15c>

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ



Figura 2.4: Principales cursos de agua y localidades

## 2.1.5 Caracterización geológica

Geológicamente, el SAG se encuentra constituido por una sucesión de areniscas eólicas y fluviales, que se corresponden a las unidades formacionales de base a techo: Formación Itacumbú, Formación Tacuarembó y Formación Rivera, según esquema de De Santa Ana y Veroslavsky (2003) modificado en lo referente a la Formación Rivera con aportes de Bossi y Navarro (1991), Bossi et al. (1998) y Bossi y Ferrando (2001), entre otros.

De una forma general, se pueden caracterizar a las sedimentitas que constituyen el SAG por una sucesión de areniscas de origen continental, depositadas por sistemas fluviales y lacustres a las que se asocian varios episodios eólicos que se intercalan a lo largo de toda la sección. El espesor

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

puede variar desde los pocos metros hasta más de 200 m totalmente saturados de agua. La Figura 2.5 presenta diferentes cortes geológicos que permiten visualizar la configuración general del subsuelo de la Cuenca Norte, así como la distribución y geometría del SAG y sus relaciones con las unidades infra y suprayacentes.

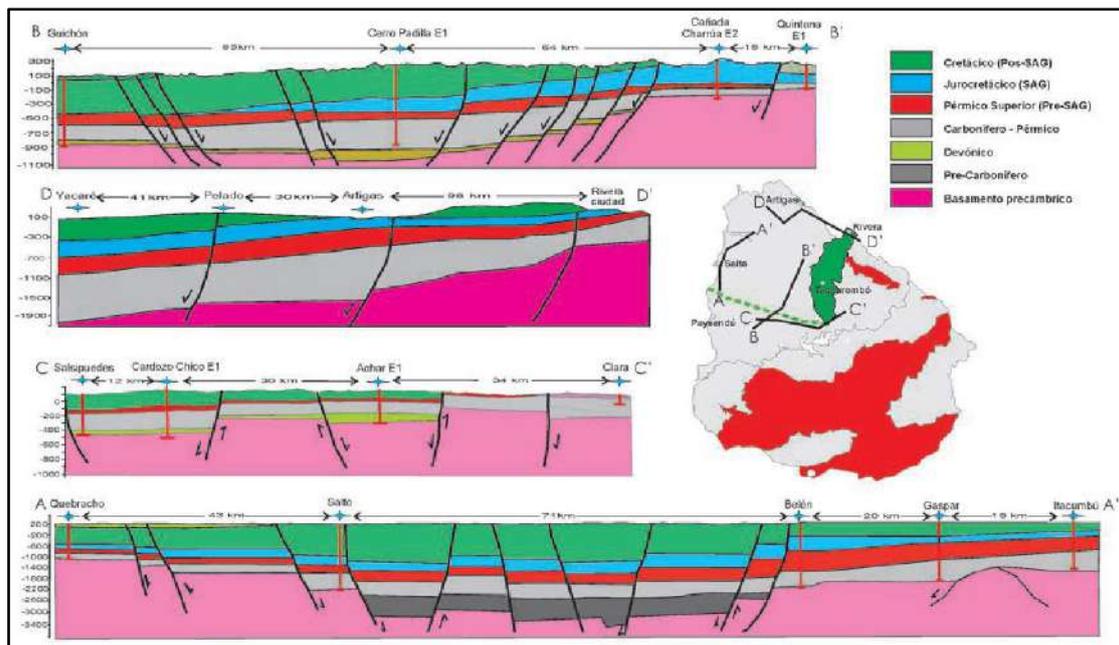


Figura 2.5: Cuatro cortes geológicos que muestran la configuración del SAG en el Cuenca Norte y brindan sustento a la propuesta de zonación del SAG (Fuente: Marmisolé., 2015; Ucha y de Santa Ana., 1990; de Santa Ana *et al.*, 2006).

A continuación, se describen las unidades geológicas que componen al SAG.

**Formación Rivera** Esta formación está integrada por areniscas finas a medias, marrones a rojizas, con buena a moderada selección, fundamentalmente cuarzosas a cuarzofeldespáticas, y líticos asociados, con estratificación cruzada de gran porte y de alto ángulo como estructura sedimentaria principal. Se interpretan como campos de dunas depositados bajo condiciones climáticas cálidas y áridas (Ferrando *et al.*, 1987; Perea *et al.*, 2009; Bochi do Amarante., 2017). Se ha inferido una edad Cretácico Inferior debido a las intercalaciones con basaltos pertenecientes a la base de Formación Arapey (areniscas *intertrapp*).

**Formación Tacuarembó** está caracterizada por estratos de arenitas finas, a veces muy finas a finas, cuarzosas a cuarzofeldespáticas, blanquecinas, de buena selección y escasa matriz (menos de 2%), mostrando una gran homogeneidad granulométrica y composicional. Ocasionalmente, se suceden intercalaciones de bancos de areniscas masivas muy finas a medias y pelitas, con tonalidades variadas, predominando las blanquecinas, rojizas y verdosas. La estratificación horizontal paralela, a subhorizontal paralela, es la estructura dominante de esta formación y es interpretada como una sucesión de depósitos fluviales y eólicos, conformando extensas

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

planicies arenosas rasas asociadas a canales efímeros y/o permanentes (Bochi de Amarante., 2017). Estas planicies fluviales aparecen interdigitadas a depósitos eólicos, fundamentalmente sábanas de arena (*sand sheet*) y subordinadamente dunas e interdunas húmedas. La edad Jurásico Superior de esta unidad se ha determinado en base a los restos fósiles que contiene (Perea et al., 2001, 2009).

**Formación Itacumbú** Corresponde a una sucesión de estratos de arenitas finas a muy finas, subfeldespáticas a feldespáticas, con abundante biotita y muscovita, blanquecinas a grisáceas, naranjas y marrones, algo silicificadas, a las que se intercalan estratos pelíticos y, ocasionales niveles arcillosos, margosos y carbonáticos. Esta sucesión fue asignada, genéricamente, al período Triásico - Jurásico.

Es importante destacar la intensa tectónica que ha afectado a la Cuenca Norte, con fallas de rumbo NW que determinan cambios importantes en el espesor del acuífero y de los basaltos confinantes. Bossi y Schipilov (2007) determinan así seis bloques o compartimientos litoestructurales, separados por tres grandes fallas, de S a N: Falla Tres Árboles, Falla Arerungá y Falla Meneses.



# 3

## CARACTERIZACIÓN DEL SAG

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

## 3. CARACTERIZACIÓN DEL SAG

El SAG es un acuífero de tipo poroso (sedimentario) y puede encontrarse como acuífero libre, semiconfinado o confinado por potentes coladas basálticas que pueden superar los 1000 m de espesor. En este sentido para el presente documento será considerado este sistema como Sistema Acuífero Guaraní aflorante (SAGa) y Sistema Acuífero Guaraní confinado (SAGc).

El conocimiento del ciclo hidrológico permite determinar el estado del recurso, así como la demanda del mismo, considerando su distribución espacial y temporal, con el objetivo de definir lineamientos para su protección, uso y disponibilidad.

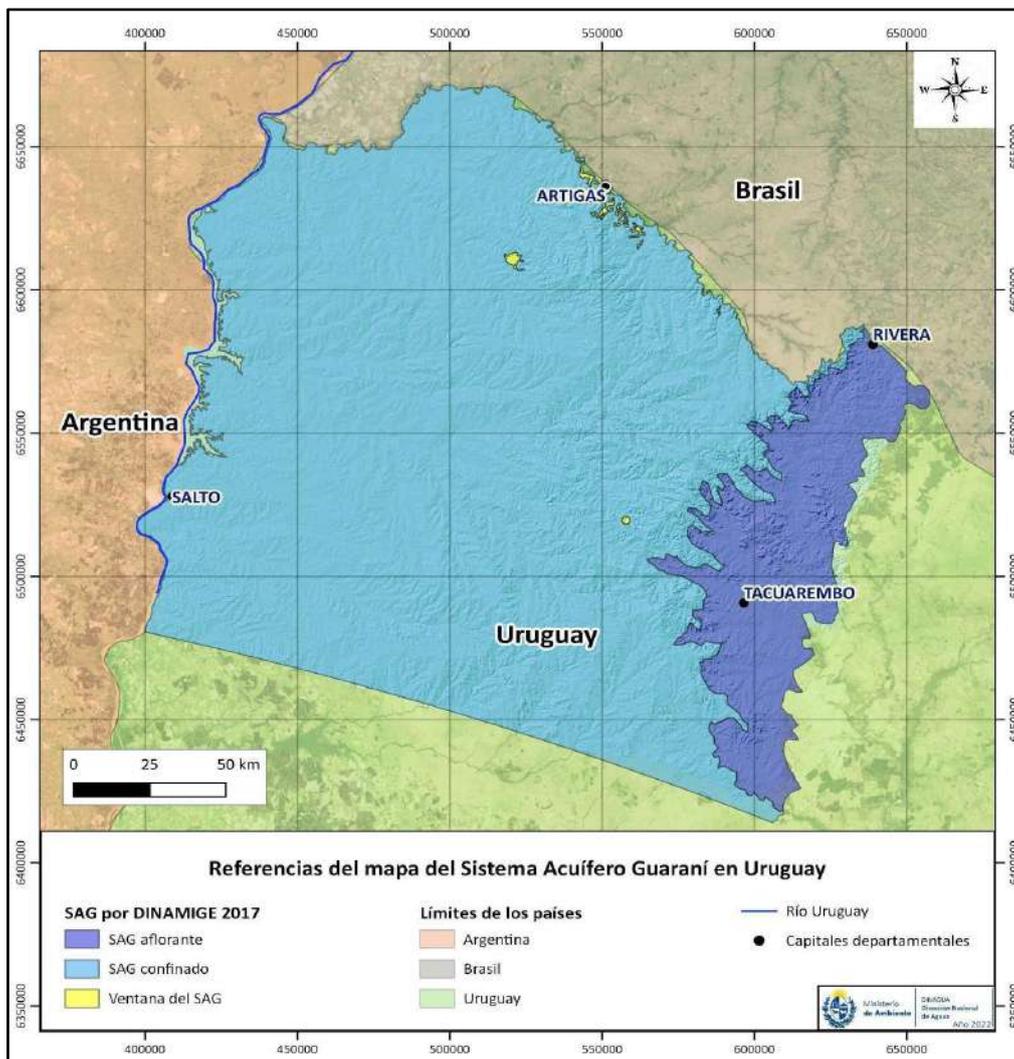


Figura 3.1: Sistema Acuífero Guaraní en Uruguay (DINAMIGE 2017)

## **PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ**

---

### **3.1 Sistema Acuífero Guaraní zona Aflorante (SAGa)**

Representado por las formaciones Tacuarembó y Rivera conforman una larga y estrecha faja con dirección N-S (160 km por aproximadamente 30-35 km), en la región central de la Cuenca Norte. Otros afloramientos del SAG se encuentran en las denominadas “ventanas” que se desarrollan en la región basáltica de la cuenca (Figura 3.1).

Para interpretar hidrogeológicamente el SAG, Montañó (2004) realiza una división en base a las unidades formacionales y capacidad del acuífero (Tabla 3-1). Asimismo, analiza por separado el “Área Rivera”, “Área Tacuarembó” y la ventana aflorante del “Área Artigas”, dado que presentan algunas características que hacen factible esta distinción. Por otro lado, en el proyecto FMV\_1\_2019\_1\_155736 de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación “Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca y riesgo de contaminación del Sistema Acuífero Guaraní en áreas de recarga en Uruguay”, se realizaron mapas geológicos e hidrogeológicos en las zonas mencionadas y del área total (Figura 3.2).

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

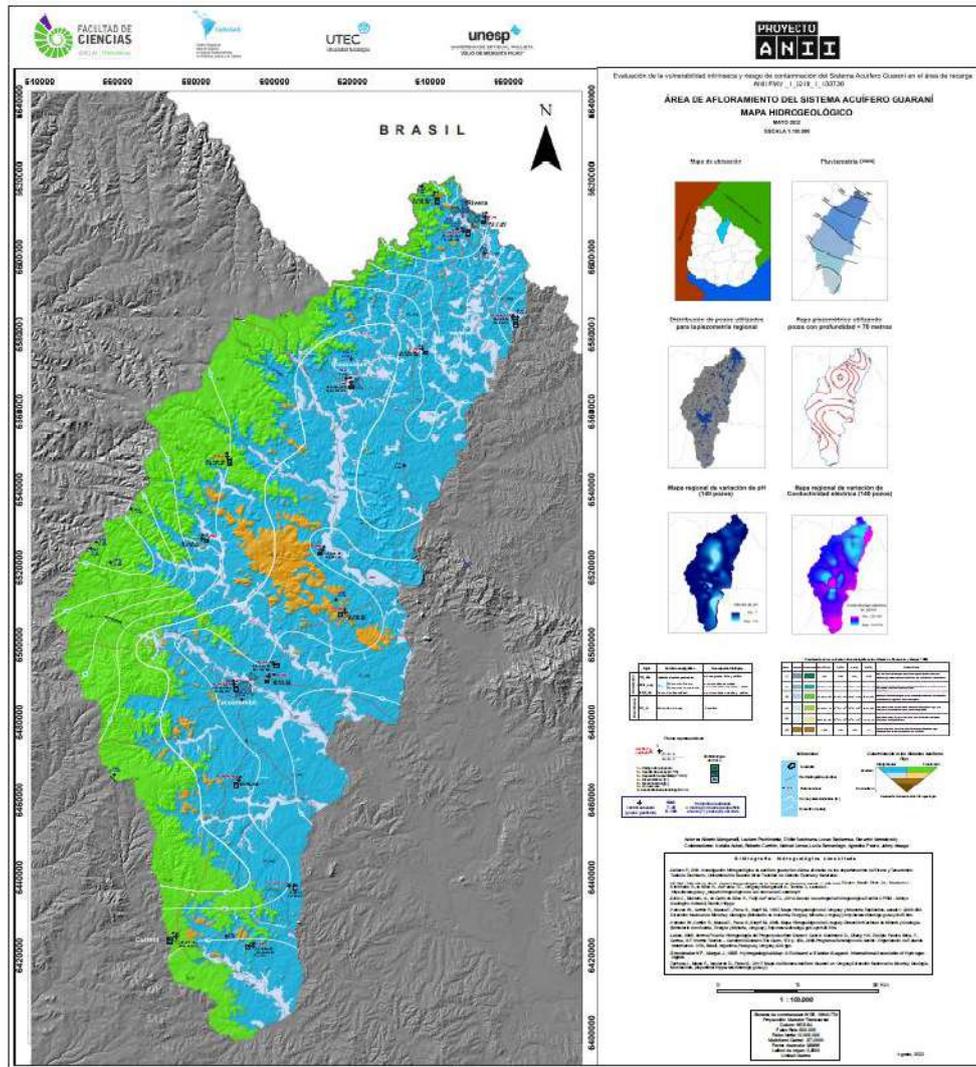


Figura 3.2: Área de Afloramiento del SAG Mapa Hidrogeológico (fuente: <https://www.ceregas.org/portfolio/evaluacion-de-la-vulnerabilidad-intrinseca-y-riesgo-de-contaminacion-del-sistema-acuifero-guarani-en-areas-de-recarga-en-uruguay/>)

Tabla 3-1: Caracterización y subdivisión hidrogeológica esquemática del SAGa (Montaño (2004))

Formación	Área	Litología	Capacidad del acuífero
Rivera	Rivera	- areniscas finas a medias	Bueno
	Artigas	- areniscas finas a medias	Bueno
Tacuarembó	Tacuarembó	-areniscas y pelitas	Regular

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

En función de esta división se clasifica al acuífero en:

**Área Rivera:** Se desarrolla el Sistema Acuífero con predominio de sedimentos de origen eólico, presentando en esta zona los mayores espesores, según Collazo (2006) el espesor medio tiene un valor de 65 m (pudiendo alcanzar 100 m cuando ocurre en cotas elevadas, 250 a 300 msnm), la recarga principal es a través de la infiltración de la lluvia, los tiempos de residencia son muy cortos, que se evidencian por los bajos valores de conductividad, pH y salinidad total. La transmisividad (T) para el acuífero Rivera tiene valores de 150 m<sup>2</sup>/día. El valor del coeficiente de almacenamiento (S) es 10<sup>-3</sup>, indicativo del semiconfinamiento del acuífero. Los valores del caudal específico (q) son del orden de 3 m<sup>3</sup>/h/m y los rendimientos de los pozos varían entre 50 y 100 m<sup>3</sup>/h.

**Área Tacuarembó:** El sistema que predomina es el acuífero “Tacuarembó” (Formación Tacuarembó), constituido por areniscas y pelitas de origen fluvial y lacustre, con ocasionales episodios eólicos intercalados. Con un espesor medio total de 100 m, según Collazo (2006), los niveles más productivos se encuentran en los niveles arenosos que tienen espesores del orden de 20 m. La explotación del acuífero es escasa debido fundamentalmente a su bajo potencial, por presentarse predominantemente los sedimentos finos. La profundidad media de los pozos en la zona es de 80 m y el caudal medio es de 3,5 m<sup>3</sup>/h. Los valores de transmisividad son del orden de 25 m<sup>2</sup>/día.

**Área Artigas:** en la ciudad de Artigas y al sur de ésta; se presenta una doble condición, existiendo áreas del acuífero aflorantes (ventanas) y otras bajo cobertura de basalto. Pérez et al. (2001) realizaron un estudio en el área, basado en información de 17 perforaciones, las cuales fueron clasificadas en función de su perfil constructivo y la profundidad de pozos (Tabla 3-2). Estos autores obtuvieron los parámetros transmisividad y coeficiente de almacenamiento para las situaciones de acuífero confinado por capas de basalto de hasta 70 metros y para áreas aflorantes.

Tabla 3-2: Parámetros hidráulicos para distintas situaciones del acuífero en el área (Pérez et al., 2001)

	Nivel explotado	Transmisividad (m <sup>2</sup> /día/m)	Coficiente de almacenamiento
Área bajo basalto	54 – 120 m	194	4. 10 <sup>-3</sup>
Área aflorante	60 – 120 m	374	4,5. 10 <sup>-3</sup>
Área aflorante	150 – 210 m	855	1,36. 10 <sup>-3</sup>

Observaron que el acuífero en esta área presenta diferentes transmisividades en los distintos niveles estudiados, verificándose que los valores más altos se encuentran en el nivel más profundo, entre los 150 y 210 metros. El coeficiente de almacenamiento refleja un

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

semiconfinamiento de los niveles más superficiales, pasando a condiciones de confinamiento en el nivel más profundo relevado.

Establecieron un radio de influencia para 30 horas de bombeo que supera los 2,5 kilómetros de distancia para el nivel de aporte inferior. En este sentido pudieron establecer que el acuífero tiene un comportamiento multicapa y funciona como un sistema hidráulico integrado con sectores de semiconfinamiento (área aflorante, profundidad 60 a 90 metros) y sectores confinados (profundidad mayor a 120 metros).

### 3.1.1 Piezometría

El flujo de agua subterránea en la parte superior del SAG está directamente relacionado con las características de relieve y drenaje más sobresalientes, asociadas a los principales lineamientos. Dentro del Dominio Norte, la descarga ocurre hacia el sector deprimido en la porción central del área de afloramiento, representada por el río Tacuarembó, que se desarrolla en dirección NE. El agua subterránea fluye en dirección SE hacia el río Tacuarembó en el Dominio Central (*Central Domain*), fuertemente controlado por las características morfoestructurales con dirección NW, donde se destacan los arroyos Tacuarembó Chico y Tres Cruces. El río Tacuarembó discurre inicialmente con dirección NS para sufrir una fuerte inflexión con dirección NW. En el Dominio Sur, la descarga general es hacia el Este, con una variación hacia el SSE en el extremo sur (Figura 3.3).

A pesar de la menor cantidad de pozos más profundos, fue posible construir un mapa piezométrico para la parte inferior del SAG. En general las direcciones regionales son bastante similares a las descritas anteriormente, sin embargo, se pueden observar algunas diferencias. El flujo de aguas subterráneas en el Dominio Norte presenta dirección SSW hacia el Arroyo Lunarejo (Lineamiento CPIC) y sus afluentes, mientras que en el Dominio Central la descarga y dirección general del flujo es hacia el SE, estando controlada la descarga por el río Tacuarembó Chico. En el Dominio Sur, la descarga regional es hacia el Este con una ligera variación hacia el SE, observándose que en esta zona el número de pozos es muy escaso.

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

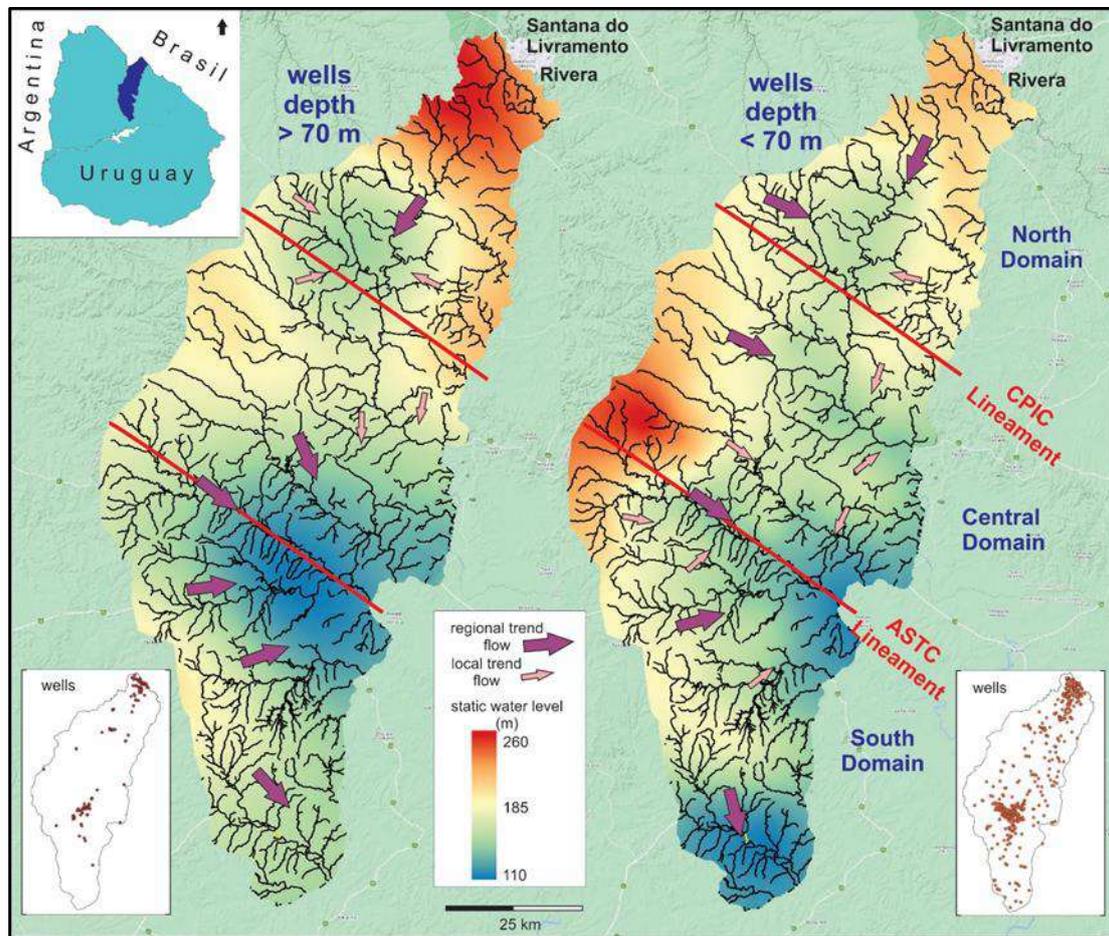


Figura 3.3: Mapa Piezométrico, SAG aflorante, las flechas indican dirección de flujo (Manganelli et al., 2021)

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

## 3.1.2 Vulnerabilidad

A fin de la gestión sostenible y protección de los acuíferos es necesario determinar las áreas de vulnerabilidad de los mismos, identificando las zonas de recarga (con énfasis en las áreas de acuíferos aflorantes y someros). En este sentido Collazo, (2006) para determinar la vulnerabilidad del SAG aflorante, aplicó los métodos GOD (Foster, 1987) y el EKV (Auge, 1995), en el año 2022 en el proyecto FMV\_1\_2019\_1\_155736, se actualizó la información, los mapas de vulnerabilidad y riesgo a la contaminación correspondiente a la zona aflorante a escala 1:100.000 así como de las zonas correspondientes a las ciudades de Rivera, Artigas y Tacuarembó a escala 1:50.000.

El mapa regional de vulnerabilidad GOD muestra una vulnerabilidad alta de 77.5% y moderada de 16.6% y el mapa DRASTIC una vulnerabilidad alta de 82.4%, moderada 8.9% y muy alta 8,4%, lo que confirma el bajo grado de protección natural del SAG frente a potenciales cargas contaminantes. La vulnerabilidad GOD y DRASTIC en los pilotos de Rivera y Tacuarembó arrojan valores de vulnerabilidad comparables. En el Piloto Artigas la evaluación de la vulnerabilidad incluyó el área no aflorante del SAG cubierta por basaltos. El método GOD resulta más fácil de implementación debido a la menor cantidad de parámetros requeridos, por otro lado, el método DRASTIC involucra mayor cantidad de parámetros.

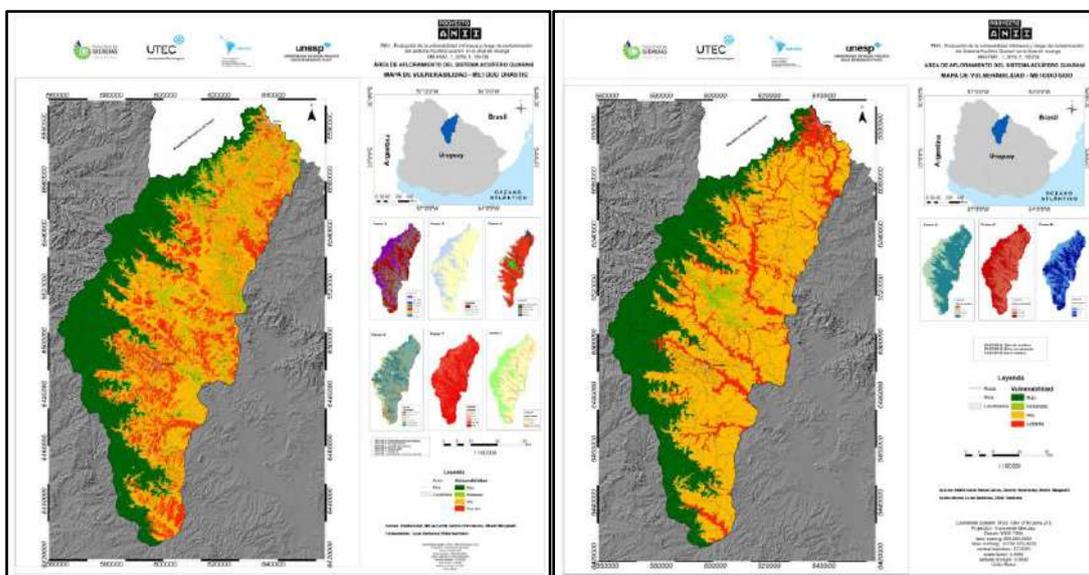


Figura 3.4: Área de Afloramiento del SAG Mapas de vulnerabilidad método DRASTIC (izquierda), método GOD (derecha) (fuente: <https://www.ceregas.org/portfolio/evaluacion-de-la-vulnerabilidad-intrinseca-y-riesgo-de-contaminacion-del-sistema-acuifero-guarani-en-areas-de-recarga-en-uruguay/>)

El concepto de riesgo de contaminación de las aguas subterráneas que se adoptó es el definido por Foster e Hirata (1988), definiendo este como la interacción entre la vulnerabilidad natural del acuífero y la carga potencialmente contaminante aplicada en el suelo o en la superficie.

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

El riesgo de contaminación del SAG evaluado utilizando el Índice de Susceptibilidad, mostró un riesgo muy alto 2.9%, alto 61.9%, moderado 33.3% y bajo 1.8%. Para las áreas pilotos el riesgo es el siguiente: Rivera, muy alto 11.37%, alto 57%, moderado 29.84% y bajo 1.79%; Tacuarembó, muy alto 7.05%, alto 71.3%, moderado 21.17% y bajo 0.48%. En el Piloto Artigas, incluida la zona confinada se observan: muy alto 7.88%, alto 30.12%, moderado 58.96% y bajo 3.04%.

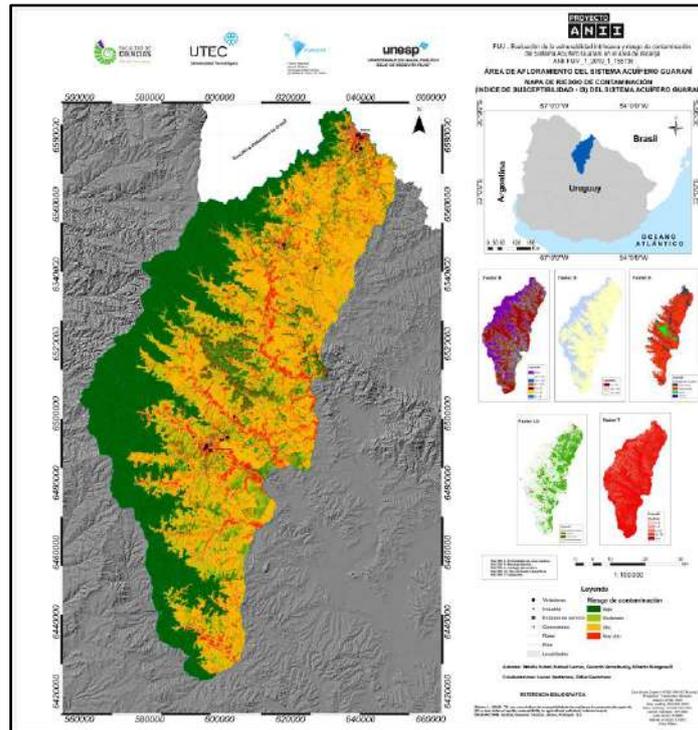


Figura 3.5: Mapa de riesgo a la contaminación del SAG aflorante (índice de susceptibilidad) (fuente: <https://www.ceregas.org/portfolio/evaluacion-de-la-vulnerabilidad-intrinseca-y-riesgo-de-contaminacion-del-sistema-acuifero-guarani-en-areas-de-recarga-en-uruguay/>)

### 3.1.3 Calidad del agua subterránea

Las aguas de la Formación Rivera corresponden a aguas recientes, influenciadas principalmente por el agua de infiltración, con un aporte muy escaso de componente sólido del acuífero. Las aguas del SAGa en las zonas de Tacuarembó y Rivera se clasifican como bicarbonatada cálcica y en menor proporción como bicarbonatadas magnésicas.

Dentro de las muestras clasificadas como bicarbonatadas cálcicas, se diferencian dos grupos, el primero con sólidos totales disueltos (STD) inferior a 150 mg/l, con valores de conductividades frecuentes entre 0 y 80  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y que no superan los 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y pH inferior a 6, corresponden a zonas de recarga, en el sector N y en el sector S, coincidiendo generalmente con los niveles piezométricos más altos y un segundo grupo con STD superior a 150 mg/l, conductividades superiores a los 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y valores de pH por encima de 6, se ubican en el sector S, en un

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

ámbito de flujo dominante de orientación NO-SE y donde los niveles piezométricos son menores (localizadas principalmente entre 110 y 140 m). Asimismo, se establece que las muestras, que se clasifican como bicarbonatadas magnésicas, presentan, pH inferiores a 6 y conductividades menores a los 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; éstas se localizan principalmente en el sector N, siendo coincidentes con la isopieza 190 m, hacia el O-NO en dirección a la zona de descarga natural (río Tacuarembó) y donde la superficie piezométrica se hace planar. En virtud de los resultados y considerando todo el ámbito estudiado, se establece que la zona aflorante del Acuífero Guaraní actúa como área de recarga preferencial (Collazo 2006).

El agua en la zona aflorante de Artigas es de excelente calidad para diversos usos: abastecimiento público, riego, uso industrial. Si bien la mayor parte de los pozos se encuentran ubicados en el área confinada por basalto, en los pozos del sector aflorante tampoco se han registrado indicadores de contaminación. Con respecto a la comparación del área de estudio con los pozos de otras áreas aflorantes del SAG (ej. Rivera, Tranqueras, Tacuarembó) se pueden definir como de características similares, resaltando que para la ciudad de Rivera se verifican valores más bajos de pH (5.2 a 6.4). Estos pH ácidos obligan al uso en los pozos de tuberías y filtros de acero inoxidable para prevenir la corrosión de los materiales (Montaño, 2004).

### 3.1.4 Usos del SAGa

Para la ciudad de Rivera el acuífero constituye la principal fuente de abastecimiento de agua potable, en cambio para la ciudad de Artigas representa un 50%, ya que el resto de agua lo provee el río Cuareim.

En muchos centros poblados que se sitúan sobre la faja aflorante, el abastecimiento es exclusivamente de aguas subterráneas, siendo éste su principal uso. En esta región se concentra la mayor cantidad de perforaciones con fines de consumo humano, riego, abrevadero de ganado e industrial. Si bien el número de perforaciones en el SAG para abastecimiento público no se diferencia mayormente de otros acuíferos de Uruguay (e incluso es inferior a otros acuíferos de menor extensión), el volumen extraído para este uso representa un tercio del agua subterránea total utilizada por OSE, que posee pozos con rendimientos superiores a 100  $\text{m}^3/\text{h}$ .

Estos se encuentran localizados en zonas de protección del acuífero (región donde comienza a aparecer la capa de basalto, límite entre SAG aflorante y SAG confinado) fuera del área urbana, condiciones adecuadas para la extracción de agua subterránea. En la Tabla 3-3 se resumen algunas características relevantes del SAG en la zona aflorante.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Tabla 3-3: Características de la zona aflorante (Fuente: PEA)

Zona aflorante			
Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	Consumo (m <sup>3</sup> /día)	Composición	Vulnerabilidad
Superiores a 100	14.000 a 15.000	Bicarbonatadas cálcicas y magnésicas (Collazo, 2006)	Vulnerabilidad Alta y Media (Collazo, 2006)

### 3.2 Sistema Acuífero Guaraní zona Confinada (SAGc)

Localizado al noroeste del país en los departamentos de Artigas, Salto, Paysandú, Rivera y Tacuarembó (Figura 3.1). Las lavas confinantes corresponden a la Formación Arapey compuesta por sucesivas coladas de basalto, en cantidad y espesor variable dentro del área mencionada, dependiendo de los pulsos efusivos, y de la distancia de los centros de emisión. En la ciudad de Salto, la perforación realizada por OSE mostró un espesor de basaltos de 1.021 metros.

Sobre el litoral del río Uruguay los pozos infrabasálticos termales presentan características propias (Tabla 3-5), debido a la profundidad de almacenamiento, el agua alcanza temperaturas de 40-48 °C y caudales de surgencia en torno de los 200 m<sup>3</sup>/h.

La transmisividad (parámetro hidráulico) para esta área del acuífero a partir de ensayos de bombeo realizados en dos perforaciones profundas (OSE (Salto) y Salto Grande) es 150 - 250 m<sup>2</sup>/d. Decoud & Rocha (2001)

Se registró un comportamiento diferencial en las perforaciones que se ubican al norte del lineamiento Itapebí–Tambores con respecto a las que se encuentran al sur. Los estudios comparativos, entre la perforación de Federación (Argentina) y Salto Grande (Uruguay), parecen indicar que los elementos determinantes de los altos caudales obtenidos al norte, obedecen principalmente a una mayor porosidad en el paquete sedimentario que compone el acuífero y a un mayor espesor del mismo.

Tabla 3-4: Características de la zona confinada (Fuente: PEA)

Zona confinante				
Temperatura °C	Rendimiento (m <sup>3</sup> /h)	Profundidad (m)	Composición	Vulnerabilidad
44 a 48	100 a 300	1.400	Bicarbonatadas sódicas y magnésicas, bajos niveles de cloruros y sulfatos	Muy baja ya que no hay recarga

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

## 3.2.1 Potencial Termal del SAG

Los antecedentes termal en nuestro país remontan al año 1935, cuando el Instituto Geológico del Uruguay realizó la perforación “Arapey”. La configuración dada por las potentes lavas basálticas y el infrayacente SAG determina la presencia de agua caliente originada por gradiente geotérmico. La presencia de rocas basálticas de baja permeabilidad por encima de las areniscas, impide la renovación directa del agua, así como dificulta la pérdida de energía.

Tabla 3-5: Pozos termal

País/Nombre	Pozos Termal / coordenadas	Características físicas (profundidad, caudal, temperatura del agua, año construcción)	Hidrogeoquímica del agua
Uruguay/Almirón	Pozo Guichón 32°21'31.89"S 57°16'10.48"O	921m/ 70 m³/h 34°C	No capta del SAG
Uruguay/Guaviyú	Pozo Guaviyú 31°50'30.88"S 57°53'12.04"O	1109 m/120 m³/h / 39°C (1957 ANCAP)	Bicarbonatadas sódicas potásicas
Uruguay/San Nicanor		1104 m (pozo privado)	Bicarbonatadas sódicas potásicas
Uruguay/Daymán	- Pozo Daymán 31°27'29.36"S 57°54'31.14"O - Pozo Agua Clara 31°27'27.40"S 57°54'17.88"O - Posada del Siglo XIX 31°26'23.06"S 57°54'31.78"O	1405 m 180 m³/h (1957) 46°C  1280m 150m³/h 45,5°C (pozo privado)  1209 m 190m³/h 46,5°C pozo privado	Bicarbonatadas sódicas potásicas  Bicarbonatadas sódicas potásicas  Bicarbonatadas sódicas potásicas
Uruguay/Salto Grande	Pozo Salto Grande 31°16'31.55"S 57°54'59.09"O	1295m/ 45°C (pozo privado)	s/d
Uruguay/Arapey	- Arapey 30°56'55.62"S 57°31'7.36"O - Arapey 2 30°56'50.52"S 57°31'22.61"O - Altos del Arapey 30°56'30.22"S 57°30'53.80"O	1400 m 38°C 320 m³/h  1494 170m³/h (2012)  Pozo privado	Bicarbonatadas cálcica y/o magnésicas  Bicarbonatadas cálcica y/o magnésicas  Bicarbonatadas cálcica y/o magnésicas
Uruguay/Pozo OSE Salto	31°22'35.57"S 57°57'43.37"O	OSE (no se explota)	s/d
Uruguay/Club de Remeros Salto	31°22'47.29"S 57°58'33.44"O	Pozo privado	Clorurada y o sulfatadas sódicas/potásicas
Argentina/Chajarí 1	30°44'46.43"S 58° 0'46.16"O	811,00 m/ 300 m³/h/ penetración en SAG 145,00 m/surgente	Cloruradas sódicas
Argentina/ Federación 1	30°58'39.00"S 57°55'38.82"O	1260,00 m/ 300 m³/h/penetración en SAG 388,00 m	Cloruradas sódicas
Argentina/ Concordia 1	31°17'47.51"S 58° 0'12.11"O	1170,00 m/ 272 m³ /h/penetración en SAG 198 m (proyecto piloto)	Cloruradas sódicas
Argentina/ Concordia 2	31°19'15.88"S 58° 0'34.74"O	1142,00 m/ l 150 m³ /h /surgente/penetración en SAG 127,00 m	Cloruradas sódicas
Argentina/ Concordia 3	31°15'15.00"S 57°57'17.00"O	s/d	Cloruradas sódicas
Argentina/ San José	32°11'29.55"S 58° 9'51.04"O	885,00/ 12 m³/h /penetración en SAG 63,00 m	Cloruradas sódicas
Argentina/ Colón 1	32°12'34.65"S 58° 8'51.35"O	1502,00 m/ 145 m³/h	Cloruradas sódicas

Esta estructura geológica e hidrodinámica genera anomalías térmicas de baja entalpía en amplias regiones del SAG. De esta forma, la ocurrencia de agua caliente en el SAG confinado a nivel regional, no está relacionada a ningún proceso magmático; la temperatura del agua, que llega hasta 68 °C, se debe al gradiente geotérmico que varía entre 20 °C/km a lo largo del río Pelotas, y 29 °C/km en las demás regiones de confinamiento del acuífero. En la región de

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

Cachoeira Dourada (Minas Gerais) se alcanza el mayor gradiente geotérmico para el SAG (55 °C/km). En nuestra región es de esperar valores de 1 °C/35m.

### 3.2.2 Usos del SAGc

El principal uso del SAGc en el Corredor Termal del Río Uruguay es de recreación a través de los centros turísticos termales.

Esta zona el SAGc no constituye una fuente significativa de agua potable, pues el suministro se hace fundamentalmente a partir de estaciones potabilizadoras que se abastecen del Río Uruguay y se complementa con algunos pozos someros de depósitos delgados del Terciario y Cuaternario y la parte superior fracturada de los basaltos de Arapey (acuíferos Salto y Arapey), que actúan como fuente de agua para suministro público y riego en baja escala.

Las características geotérmicas de las aguas del SAG pueden ser aprovechadas para la implantación de establecimientos hidrotermales, uso en hospitales y establecimientos deportivos, natación y balneoterapia; amortiguación de heladas; secado de granos y madera; secado y deshidratación de diversos productos como vegetales y frutas; acondicionamiento de aire; calefacción de condominios, invernaderos y criaderos; limpieza de cueros de animales; higienización de ambientes; irrigación y calefacción de suelos; cultivo de hongos.

Hasta el momento la utilización del agua termal del SAG se ha restringido casi exclusivamente al turismo, desaprovechando el resto de sus cualidades, esto se debe principalmente a la falta de una cultura de uso de este recurso. Es preciso recordar que en Uruguay existe la mayor densidad de centros termales de la región, atendiendo la demanda de la población de Buenos Aires y el litoral argentino, los estados del Sur de Brasil y obviamente la propia población uruguaya. En Brasil están los grandes y exitosos centros termales de los estados de São Paulo y Paraná. Argentina comenzó un desarrollo acelerado en zonas limítrofes con Uruguay que en conjunto conforman el corredor turístico termal.

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

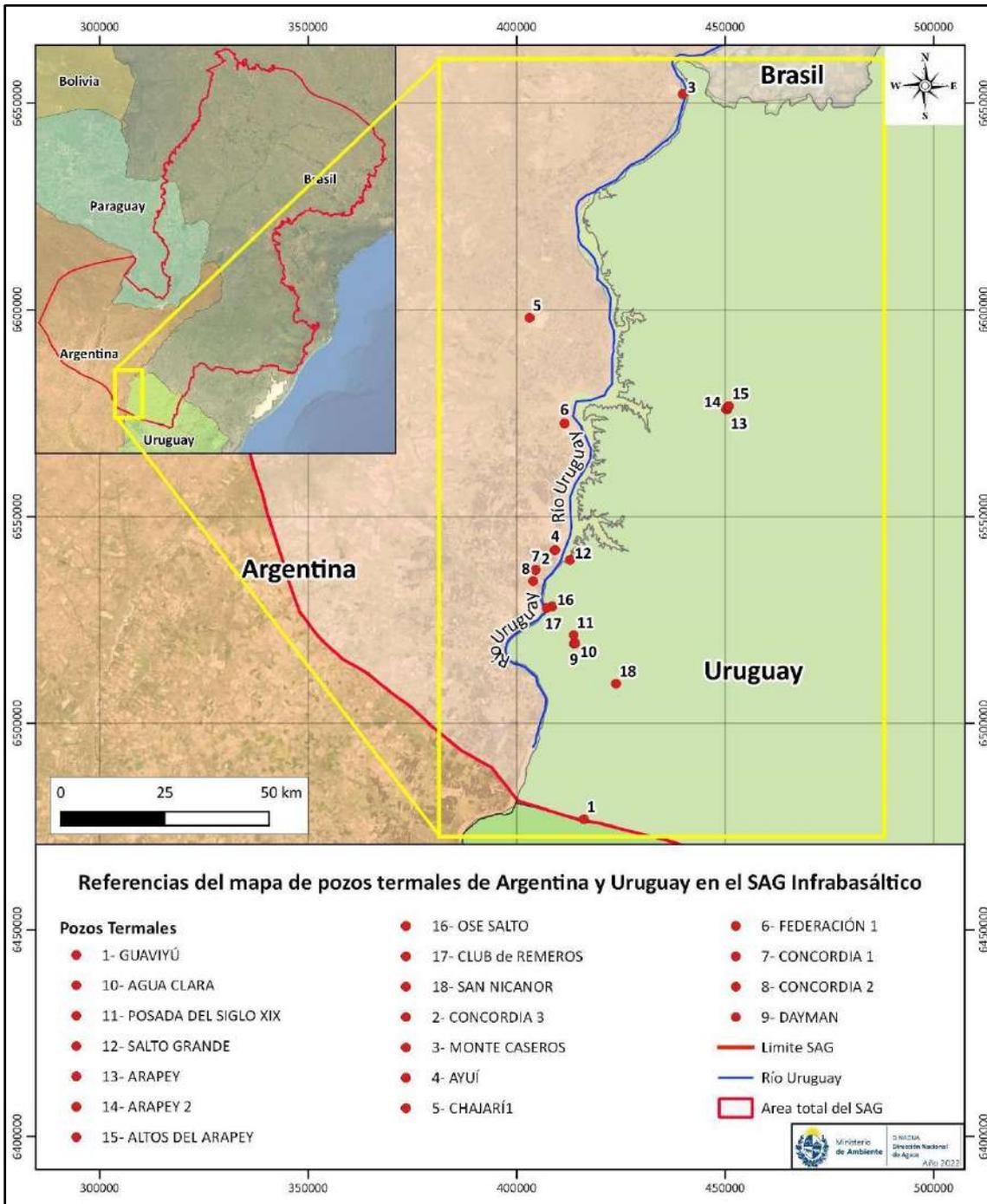


Figura 3.6 Localización de los pozos termales del SAG en la frontera Argentina - Uruguay. Pozos termales del SAG: Argentina color turquesa y rojo, Uruguay color azul y verde (rojo y verde no captan del SAG).



4 USOS Y PRESIONES EN LA REGIÓN DEL SAG

## **4. USOS Y PRESIONES EN LA REGIÓN DEL SAG**

### **4.1 Agua Potable**

En Uruguay el acceso al agua por diferentes fuentes alcanza el 99,4% de la población. El 95,2% de la población cuenta con agua segura, a través de redes de abastecimiento, y el 4,2% agua mejorada (Encuesta Continua de Hogares, 2016). El agua segura fue definida por el país, como aquella gestionada de manera segura; es decir, cuyo origen es la red general del prestador del servicio con cumplimiento de los requisitos del Reglamento Bromatológico Nacional. A nivel regional sobre el Acuífero Guaraní, el acceso a agua segura alcanza el 95.8% (INE 2011).

El Programa de Abastecimiento a Pequeñas Localidades y Escuelas Rurales (PPLER) fue ejecutado durante 2012 y 2013 donde se dio prioridad a comunidades de zonas rurales alejadas, ejecutándose a través de OSE a marzo 2016 el total de 303 escuelas y 22 pequeñas localidades en todo el país.

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

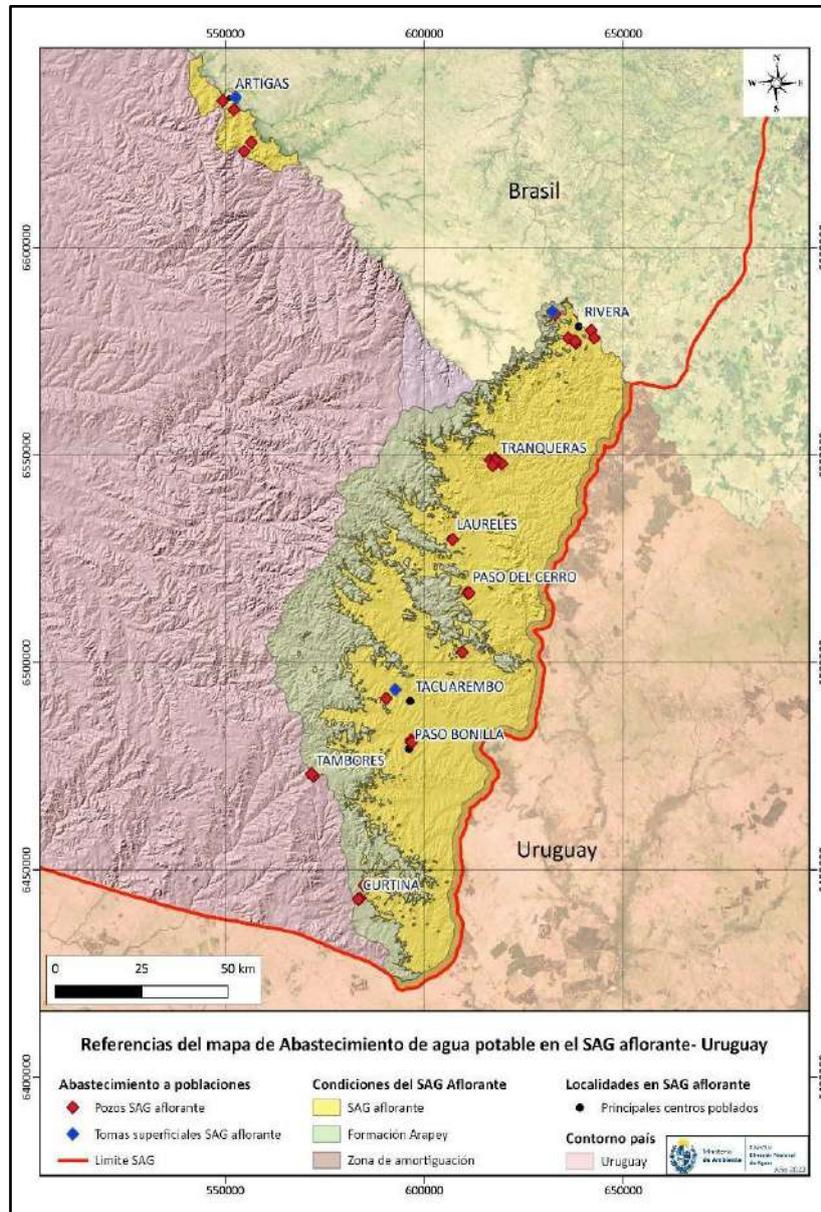


Figura 4.1 Abastecimiento de agua potable a poblaciones en el SAG aflorante

En la región hay unas 29 perforaciones destinadas al abastecimiento de agua potable por parte de OSE que captan del SAG y otras 84 que lo hacen de otros acuíferos, así como 6 tomas de agua superficial que abastecen las ciudades de mayor población, 3 de ellas se encuentran en la parte aflorante del SAG (en la Figura 4.1 se visualizan pozos y tomas para abastecimiento en la zona aflorante del SAG).

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

### 4.2 Saneamiento

El acceso al saneamiento a nivel país, se define a través de dos niveles: saneamiento adecuado y saneamiento básico. Se considera adecuado, cuando su gestión es segura. Esto es, cuando el proceso es controlado, las aguas recolectadas reciben tratamiento y los efluentes se ajustan a la normativa ambiental.

La cobertura de saneamiento en la región del Acuífero Guaraní es aproximadamente el 99% de los hogares, de ellos, el 58% tiene acceso al servicio de saneamiento a través de redes de alcantarillado, mientras que el 41% utiliza fosa séptica o pozo negro (INE 2011).

De las aguas residuales colectadas mediante sistemas de alcantarillado, más de un 90% es tratado en plantas de tratamiento de efluentes, habiendo en la región unas 52 plantas. La mayor cantidad corresponden a sistemas de lagunas que fueron construidas por MEVIR. De estos datos es de relevancia mencionar que, del total de las plantas, 8 se encuentran sobre el SAG aflorante.

En referencia a los sistemas individuales, se trata de las viviendas con depósito sanitario impermeable, depósito sanitario filtrante o fosa séptica que utilizan el servicio de limpieza a través del camión barométrico, infiltran al terreno o vierten a curso de agua o vía pública.

El saneamiento individual es utilizado por la población rural dispersa, población urbana de media y baja densidad, y en las áreas densas de centros poblados que no cuentan con sistema colectivo. Al igual que en todo el país, los gobiernos departamentales regulan las instalaciones sanitarias de las viviendas urbanas.

Si bien las instalaciones existentes pueden considerarse como saneamiento básico, no siempre cumplen con las exigencias de gestión segura, ya sea porque no lo son desde el punto de vista sanitario o ambiental, o por no contar con un protocolo específico para su habilitación y gestión, por lo que no serían soluciones adecuadas de saneamiento.

A fin de que resulte en un servicio adecuado, se requiere contar con depósitos sanitarios a nivel predial, camiones barométricos suficientes, distancias relativamente cortas al punto de recepción del líquido, plantas de tratamiento, regulación y control. Este es el mayor desafío que el Plan Nacional de Saneamiento (PNS) plantea (Decreto N° 014/2020 en enero de 2020).

Entre sus principios rectores, el PNS, recuerda que el acceso al agua potable y saneamiento es un derecho humano fundamental, debiéndose considerar aspectos sanitarios, sociales y ambientales haciendo énfasis en los sectores más vulnerables. Contempla la diversidad de soluciones con sus diferentes modalidades de gestión segura, y se propone el trabajo conjunto con otros planes a niveles locales o regionales como en este caso el Plan del SAG.

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

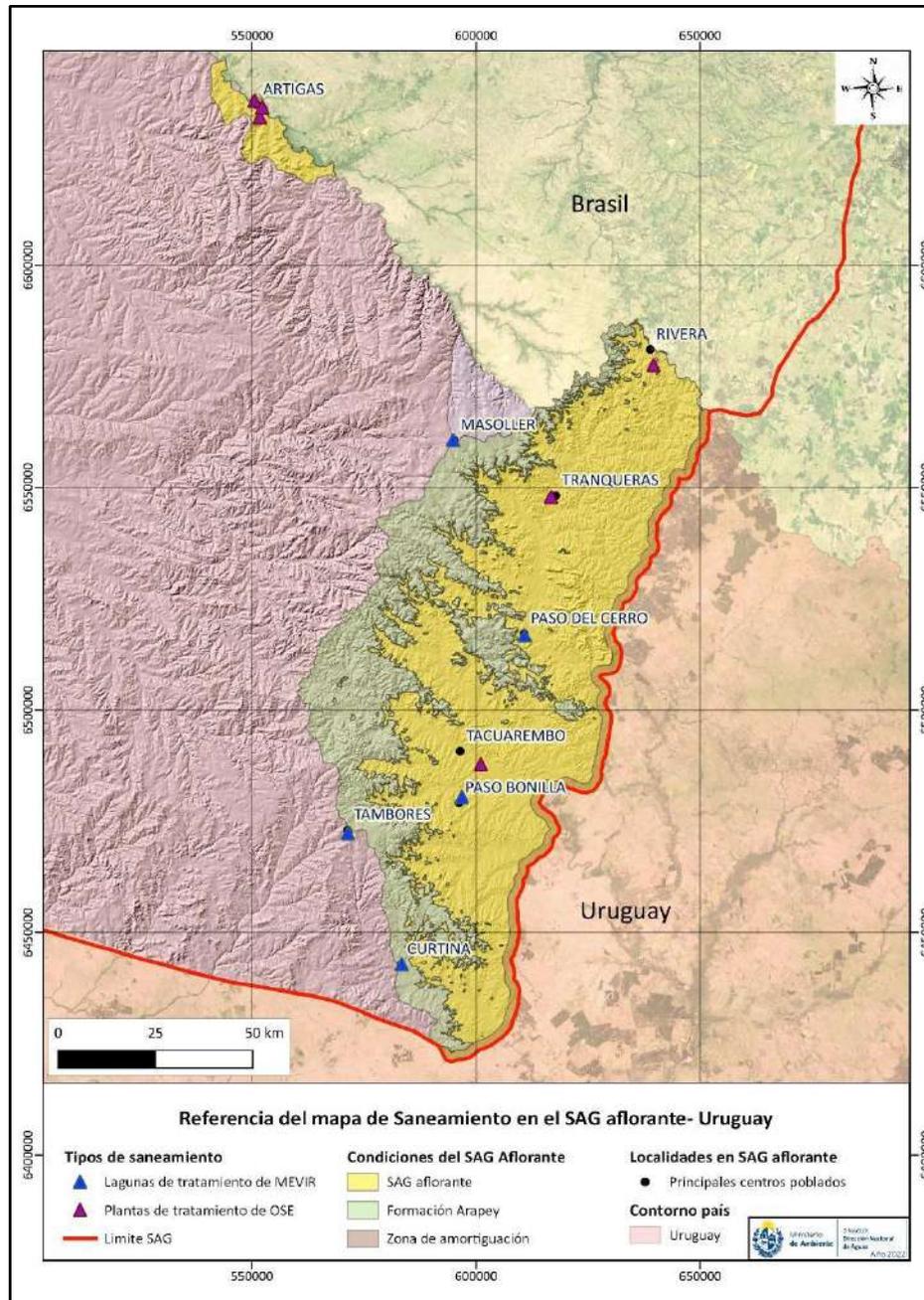


Figura 4.2: Tipos de Saneamiento en el SAG aflorante

## 4.3 Drenaje Urbano y aguas pluviales

Las aguas pluviales, forman parte del subsistema de aguas urbanas. Este subsistema atiende todo el proceso de las aguas de lluvia, desde que caen e infiltran o escurren en predios privados o espacios públicos hasta su descarga en los cursos de agua. En su paso por la ciudad, las aguas son captadas o conducidas por estructuras de microdrenaje, como cunetas, bocas de tormenta, alcantarillas o pequeños colectores pluviales, para luego ser colectadas en estructuras de

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

conducción de mayor porte (macro drenaje) como grandes colectores rectangulares, canales a cielo abierto o cañadas.

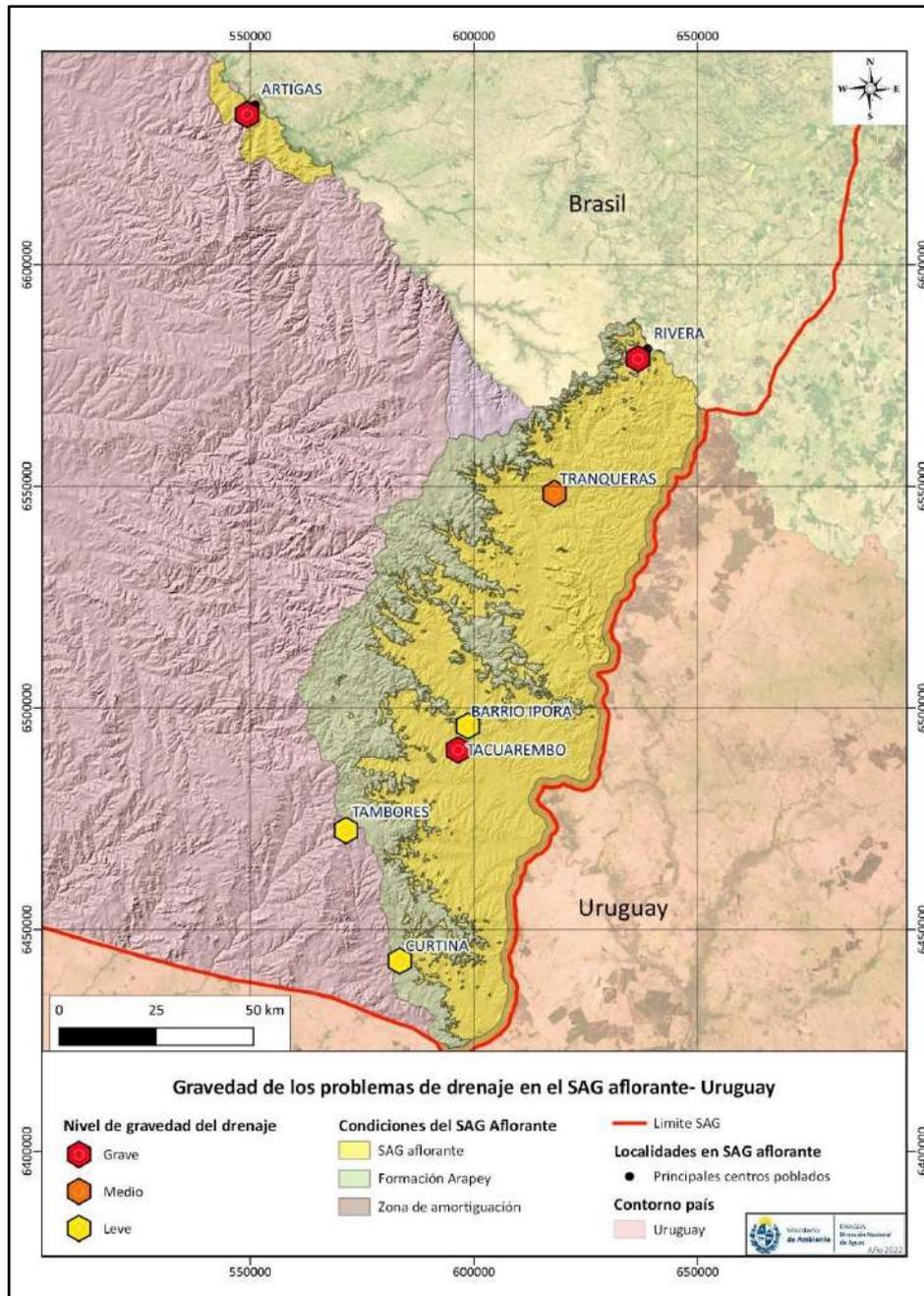


Figura 4.3: Gravedad de los problemas de drenaje de las localidades ubicadas sobre el SAGa

Las localidades que se ubican en la zona del acuífero Guaraní se pueden dividir en dos categorías: aquellas que se ubican en las zonas donde el acuífero es aflorante y donde el acuífero es confinado. En la Figura 4.2 y Figura 4.3 se presentan los centros urbanos que se localizan en la zona donde el acuífero es aflorante, se clasifican según la gravedad de sus problemas de drenaje

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

y se presenta el porcentaje de predios afectados por cañadas o pequeños cursos de agua urbanos. Se entiende como problema de gravedad alta de drenaje pluvial cuando se inundan viviendas, predios y/o se cortan calles principales de la localidad e impiden por tiempo considerable la circulación, y/o hay problemas de olores y vectores en cunetas. Se considera como problema de gravedad media cuando solo se inundan algunas calles, por un tiempo breve, sin afectar mayormente el funcionamiento de la ciudad o localidad.

Dado que es de interés la interacción entre el drenaje pluvial y la recarga al acuífero se hace foco en la información disponible del drenaje pluvial de las localidades que se ubican en las zonas donde el acuífero es aflorante. Según los datos recabados por los equipos de DINAGUA en relación con sus aguas urbanas, en lo referente al subsistema de drenaje pluvial, se identificaron 3 localidades con graves problemas de drenaje pluvial (Rivera, Tacuarembó y Artigas), una localidad con problemas medios (Tranqueras) y dos localidades identificadas con leves o nulos problemas de drenaje pluvial.

A continuación, se resumen los problemas identificados en cada localidad.

### Localidades con problemas graves de drenaje pluvial

- **Artigas:** El sistema de drenaje pluvial de la ciudad presenta infraestructura con capacidad insuficiente y cuyo desborde afecta a viviendas. Esta infraestructura suele obstruirse por la presencia de residuos sólidos. Adicionalmente, se registra la conexión de saneamiento y aguas servidas al sistema de drenaje pluvial, y la descarga del escurrimiento pluvial al saneamiento. La localidad ha avanzado en el mantenimiento de su infraestructura de drenaje, ejecución de obras, implementación del sistema de alerta temprana por las inundaciones generadas por el río Cuareim y la integración de su mapa de riesgo por inundaciones al plan local de ordenamiento territorial.
- **Rivera:** Presenta problemas de conexiones de pluviales a saneamiento y de saneamiento a pluviales. En días de lluvia colapsa todo el sistema y se vierte al arroyo Cuñapirú. Actualmente se está realizando el Plan de Aguas Pluviales Urbanas de la localidad.
- **Tacuarembó:** En la ciudad se identifican diversos conflictos vinculados a las aguas pluviales: inundación de viviendas, intrusión de saneamiento a pluviales y de pluviales a saneamiento; falta de capacidad e insuficiente mantenimiento de cunetas y entubados, vertidos barométricos en cañadas, residuos sólidos obstruyendo infraestructura de drenaje pluvial. La ciudad presenta un grave problema potencial asociado a su expansión con nuevos fraccionamientos y su relación con las aguas. La ciudad ha avanzado hacia la definición de servidumbres de acueducto para nuevas urbanizaciones y se está inspeccionando en algunas zonas la intrusión pluvial a saneamiento.

### Localidades con problemas medios de drenaje pluvial

- **Tranqueras:** Se ha constatado ocupación irregular de cañadas. Cuando llueve se inundan algunas manzanas. Se está trabajando en un proyecto para la mejora del sistema pluvial y su desagote en el río Tacuarembó.

### Localidades con problemas bajos de drenaje pluvial

- **Iporá:** Presenta problemas de intrusión pluvial a saneamiento y viceversa

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

**Mapa de zonas de conflicto por drenaje pluvial.** Estos mapas, elaborados por DINAGUA junto a las intendencias departamentales, permiten contar con información georreferenciada las zonas de una ciudad donde el funcionamiento del sistema de drenaje es deficiente y ocasiona problemas a la población y al ambiente. Durante una recorrida nacional realizada por DINAGUA entre los años 2017 y 2018, con el objetivo de identificar problemas de aguas en las localidades de todo el país, se elaboraron junto a personal técnico local mapas de conflictos de drenaje pluvial. En particular, dentro de la zona del acuífero se elaboraron los mapas de las localidades de Rivera, Tranqueras, Tacuarembó y Constitución.

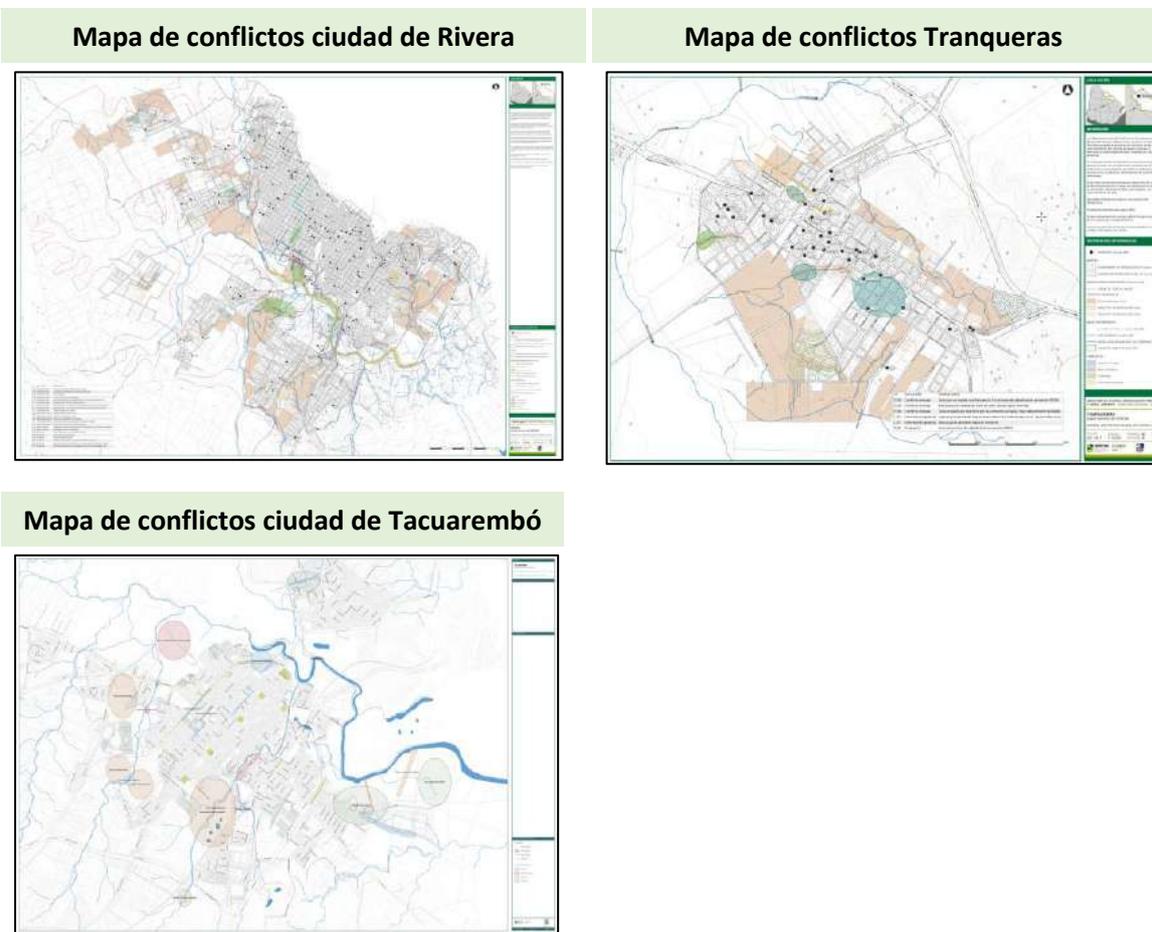
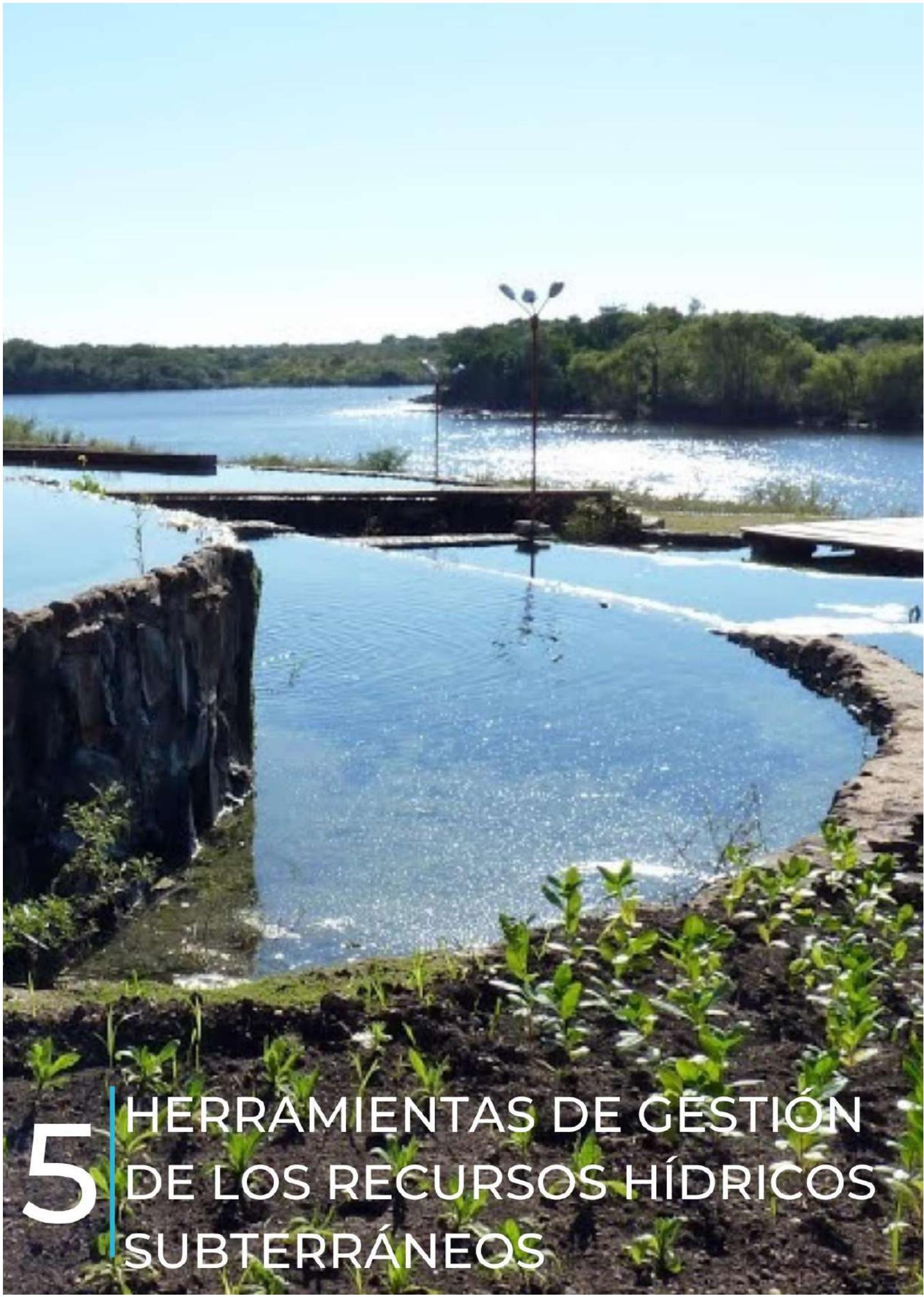


Figura 4.4: Mapas de conflictos de algunas localidades dentro de la zona aflorante del SAG (DINAGUA – IDR - IDT)



5

# HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS

## **5. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS**

### **5.1 Gestión Integrada y Participativa de las Aguas**

La gestión integrada de las aguas debe vincular todos los factores que impactan en ellas y al mismo tiempo atender con una mirada prospectiva las consecuencias que cada decisión conlleva sobre el ambiente y el desarrollo social y económico, sin comprometer los recursos de las generaciones futuras. En este sentido se debe de considerar una gama muy variada de cuestiones que involucran desde los diferentes tipos de usos que la sociedad hace del agua hasta aspectos de carácter cultural y simbólico, con una visión integral que reconozca la interacción e influencia de las diversas actividades entre sí. Todas las actividades que se realizan en el territorio impactan sobre la cantidad y la calidad del agua. En tal sentido la gestión de las aguas en un concepto amplio incluye asumir y ejercer responsabilidades sobre un conjunto de actividades, que por lo general se desarrollan de forma simultánea en el tiempo y en el espacio, actividades y responsabilidades que se encuentran en diferentes actores de gobierno, de usuarios y de la sociedad civil. Por lo tanto, debe ser necesariamente un proceso interinstitucional con una mirada holística que tenga la capacidad de considerar todos los usos del agua (industria, energía, agua para las poblaciones, riego, pesca, turismo, entre otros) y todas sus dimensiones (ética, sociocultural, ambiental y económica).

#### **5.1.1 Actores relevantes locales y nacionales**

En la zona que abarca el SAG operan múltiples actores del sector público<sup>6</sup> y privado, cuyas competencias, obligaciones y derechos se encuentran reguladas en la normativa nacional y departamental vigente. La aplicación de la gestión integrada de recursos hídricos en el SAG implica la coordinación de las distintas acciones.

#### **5.1.2 Ámbitos de participación**

En el territorio que abarca el SAG funcionan distintos ámbitos de participación que responden a políticas transversales hídricas sectoriales (producción agropecuaria, entre otras) como; las Comisiones de Cuencas y Acuíferos (Sistema Acuífero Guaraní, Río Negro, Río Tacuarembó, Río Cuareim y Arroyo San Antonio), Mesas de Desarrollo Rural, Mesas Sectoriales, Mesas Interinstitucionales de Políticas Sociales, Juntas Regionales Asesoras de Riego, Mesas Departamentales de Juventud, entre otros. Estos ámbitos actúan en el territorio ejerciendo alguna de las etapas de la gestión, ya sea contribuyendo a la redacción de leyes y decretos o

---

<sup>6</sup> La descripción de los actores públicos nacionales y departamentales, así como también las competencias que ejercen vinculadas a los recursos hídricos se encuentra en el Capítulo 3.4 del Plan Nacional de Aguas.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

sobre acciones acordadas basadas en el conocimiento y el diálogo colectivo. Uno de los principales desafíos es identificar cómo interactuar entre espacios de participación colectivos y llegar a implementar las estrategias conjuntas que permitan alcanzar los objetivos de desarrollo integral u holísticos de la región.

### 5.2 Redes de monitoreo de los recursos hídricos subterráneos

Durante el desarrollo del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní (SAG) se elaboró el documento “RED DE MONITOREO REGIONAL”, el cual estableció los criterios y la selección de pozos para el monitoreo regional de toda la extensión del SAG en los cuatro países bajo los que subyace. Posteriormente, el Programa Estratégico de Acción (PEA), elaborado por el Proyecto SAG y acordado por los cuatro países, estableció como una de las acciones a seguir, la continuidad de la red de monitoreo, propuesta (e iniciada) en el ámbito del propio proyecto.

A partir del Programa de Modernización de la Institucionalidad para la Gestión y Planificación Ambiental de la DINAMA, la División Evaluación de la Calidad Ambiental tomó este tema dentro de sus prioridades y en ese marco se produjeron tres documentos: “Plan de Acciones para el control, monitoreo y evaluación, tendientes a preservar la calidad de las aguas subterráneas y el desarrollo sostenible de las mismas”, “Base para el monitoreo correspondiente a la sección Uruguay del Programa Estratégico de Acción del Sistema Acuífero Guaraní (SAG)” y “Documento conteniendo el informe de monitoreo correspondiente a la sección Uruguay de la red de monitoreo regional establecida en el Programa Estratégico de Acción del SAG”.

En Uruguay se han realizado algunas campañas de muestreo, pero sin la frecuencia y periodicidad que requiere, a partir del año 2012 se comenzó a realizar tareas de muestreo hidroquímico, con la participación de DINAGUA, DINAMA y OSE, primeramente en pozos pertenecientes a OSE y posteriormente en 2013 se agregaron 5 más pertenecientes a particulares, tratando de mantener el criterio espacial indicado por el documento del proyecto SAG, pero sin la frecuencia y periodicidad que se requiere para generar datos suficientes. Por otro lado, en el marco de la Comisión transfronteriza del Piloto Concordia-Salto (desarrollado durante el Proyecto de Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní) se realizó hasta el año 2017 el monitoreo conjunto de las perforaciones termales tanto del lado Argentino como Uruguayo.

Desde el ámbito de la Comisión del SAG ha surgido la preocupación por establecer una red de monitoreo que permita conocer y gestionar adecuadamente esos recursos hídricos.

Asimismo en el año 2019 se firmó un convenio de cooperación técnica e institucional OSE-MVOTMA para el monitoreo de SAG donde se propone desarrollar una experiencia de monitoreo del Sistema Acuífero Guaraní en territorio nacional, con las recomendaciones aportadas en el Programa Estratégico de Acciones (PEA), del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní con el fin de generar un registro

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

continuo de niveles, caudales, conductividad y temperatura que podrán ser utilizados como insumos en los modelos matemáticos que actualmente se tienen (u otros que se generen en el futuro).

A la fecha se han instalado seis *divers* (medición continua de presión, temperatura y conductividad) en pozos pertenecientes a OSE en la ciudad de Rivera, y se espera instalar otros 14 en pozos de diferentes zonas de ocurrencia del SAG. Por otro lado, los pozos termales están equipados con medidores de presión, temperatura y caudal.

### 5.3 Modelos disponibles en la región

En el marco del proyecto “Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní” se generaron modelos numéricos de flujo de agua subterránea, los mismos fueron evaluados en el año 2013 para la zona Concordia Salto donde se identificaron y propusieron algunos cambios para mejorar el modelo. En este sentido la Comisión de cuenca del SAG acordó analizar los modelos existentes y proponer un modelo nacional. La DINAGUA a través de la Fundación Ricaldoni contrató en el año 2014 al Ing. Pablo Gamazo y al Departamento del Agua de la Regional Norte para evaluar y actualizar los modelos del SAG en las zonas de los Pilotos (Salto – Concordia, Rivera – Santana do Livramento).

Dicho modelo, además de ser utilizado como herramienta de gestión, se utilizó para evaluar el Decreto 214/2000 “Plan de Gestión del Acuífero Infrabasáltico Guaraní en territorio de la República Oriental del Uruguay”, en el cual se establecen las condiciones que deben cumplir las perforaciones existentes y los criterios para la ubicación y operación de las nuevas captaciones de agua termal.

#### Evaluación para la zona Salto- Concordia

El modelo se desarrolló mediante el software *Processing Modflow* versión 3.5.1. (*software* de libre distribución). Para el desarrollo de la geometría del modelo se integró información tanto geológica como geofísica y se reconstruyeron las superficies de contacto del paquete sedimentario con el basalto y el basamento. Mediante la reinterpretación de los ensayos de bombeo se obtuvieron estimativos puntuales de transmisividad y coeficiente de almacenamiento. Debido a la escasez de medidas piezométricas el proceso de calibración se realizó simulando la evolución del acuífero desde 1992 hasta 2002, considerando las cotas piezométricas obtenidas al momento de realizar una nueva perforación. Mediante el modelo se realizó una serie de simulaciones para evaluar los requerimientos que actualmente la DINAGUA exige para otorgar permisos de explotación. Mediante la modelación de una serie de escenarios hipotéticos se evaluó el criterio de distancia mínima que las nuevas perforaciones deben mantener con las existentes. Los resultados mostraron que aunque las exigencias vigentes tienden a maximizar el aprovechamiento del recurso, algunos escenarios que cumplen los

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

criterios actuales tienen mayor impacto sobre el sistema que otros que no lo cumplen. Poniendo en evidencia la necesidad de utilizar la modelación matemática en el diseño de criterios para la gestión del acuífero y la valoración del impacto de acciones puntuales sobre el sistema.

### Evaluación para la zona Rivera- Santana do Livramento

Para el desarrollo del modelo se realizó una evaluación general del modelo existente realizado por la consultora SNC-LAVALIN durante el proyecto. A partir de datos existentes se realizaron rectificaciones menores del modelo original a través de la actualización de caudales de extracción, incorporación de nuevas perforaciones, cambios menores en la geometría y condiciones de contorno.

El modelo cuenta con 122 perforaciones activas, donde el 87% de las entradas de agua (dominio) provienen de la recarga y el 13% proviene del flujo que se genera en los contornos donde se impuso el nivel. Respecto a las salidas, el 72% es hacia los ríos y arroyos, el 20% es a través de los pozos, y el 8% restante por medio de contornos de nivel fijo.

El modelo muestra una importante interacción entre el acuífero y los cursos superficiales. El caudal de salida a través de los cursos de agua supera ampliamente el caudal bombeado. Un aspecto a mejorar, y que podría tener un impacto significativo en los resultados del modelo, es la caracterización de los arroyos. Se recomienda la realización de un estudio hidrológico superficial para determinar el comportamiento del escurrimiento superficial y en particular el funcionamiento de los cauces.

La influencia tanto de las condiciones de contorno como de los cauces internos es muy marcada en el dominio. Se recomienda ampliar el tamaño del dominio para evitar la influencia de las condiciones de contorno sobre los niveles en el área de interés. Para ello será necesario disponer de información hidrogeológica de las áreas añadidas.

Un trabajo de caracterización y monitoreo hidrogeológico que se extienda más allá de las fronteras del actual dominio y se mantenga en el tiempo permitiría una mejora en la caracterización del conocimiento sobre la geometría del sistema, el valor de los parámetros hidráulicos, y sobre todo de la evolución de la piezometría, la cual solo puede ser construida con el monitoreo.

### 5.4 Zonificación del territorio en función del SAG

Collazo (2006), presenta un método para calcular el Índice de Factibilidad de Desarrollo Humano en función del Agua Subterránea (IDHAS), con el objetivo de identificar zonas con distinta factibilidad e integrarlas a planes de gestión de aguas subterráneas que aseguren el uso sustentable del recurso. El método para el cálculo del Índice IDHAS, se basa en ponderar tres variables y llegar a un índice que sea representativo de la posibilidad de desarrollo humano a partir del agua subterránea. Las variables consideradas con sus respectivos índices son:

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

- Calidad del agua subterránea, que se le asigna el Índice de Potabilidad.
- Permeabilidad de la formación, que se le asigna el Índice de Productividad.
- Costo de extracción del agua subterránea, que se le asigna el Índice de Costo de Extracción.

Para poder ser cartografiado, al índice IDHAS, se le asigna un color, que varía de 0 (IDHAS nulo) color rojo a 40 (IDHAS muy alto) color verde intenso, pasando por el amarillo, al estilo semáforo, pudiendo generar mapas de rápida visualización, que indican las zonas más factibles y menos factibles para el desarrollo humano en función del agua subterránea. Este índice es aplicable a nivel local o regional, el grado de precisión en la cartografía, dependerá de la escala de trabajo utilizada y del grado de detalle que se quiera conseguir. Las zonas resultantes y de acuerdo al índice (IDHAS) deben posteriormente ser integradas dentro de un plan de gestión de aguas subterráneas que asegure el uso sustentable del recurso.

Este método se aplicó en el SAG aflorante y confinado, con los resultados que se muestran en la figura a continuación.

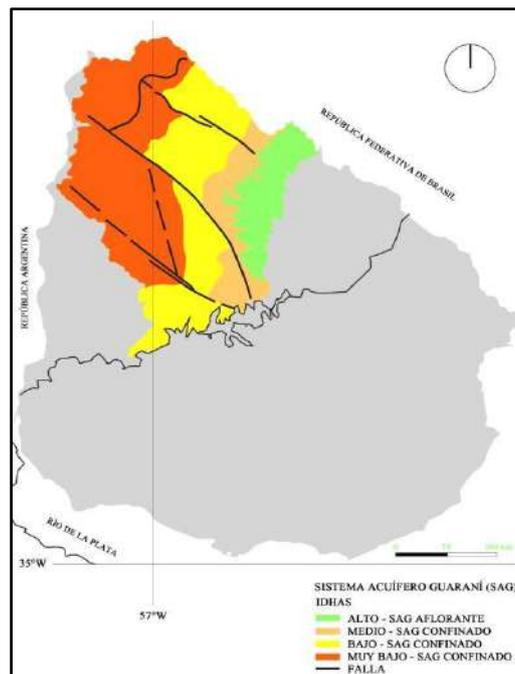


Figura 5.1: Índice IDHAS para el SAG. Collazo (2006).

### 5.5 Administración de los recursos hídricos

Con fines de estudio e inventario de los recursos hídricos se ha establecido una división del territorio con base en las cuencas hidrográficas mediante un sistema de codificación de tres dígitos: el primer dígito identifica la cuenca principal (seis cuencas principales); el segundo dígito (de 0 a 9) permite identificar hasta diez subcuencas principales en cada cuenca y el tercer dígito (de 0 a 9) permite subdividir cada subcuenca en hasta diez unidades del curso principal o de

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

cursos afluentes (Figura 5.2). Por extensión del procedimiento el sistema de codificación puede desarrollarse todo lo que sea necesario hacia subdivisiones de cuencas de menor extensión.

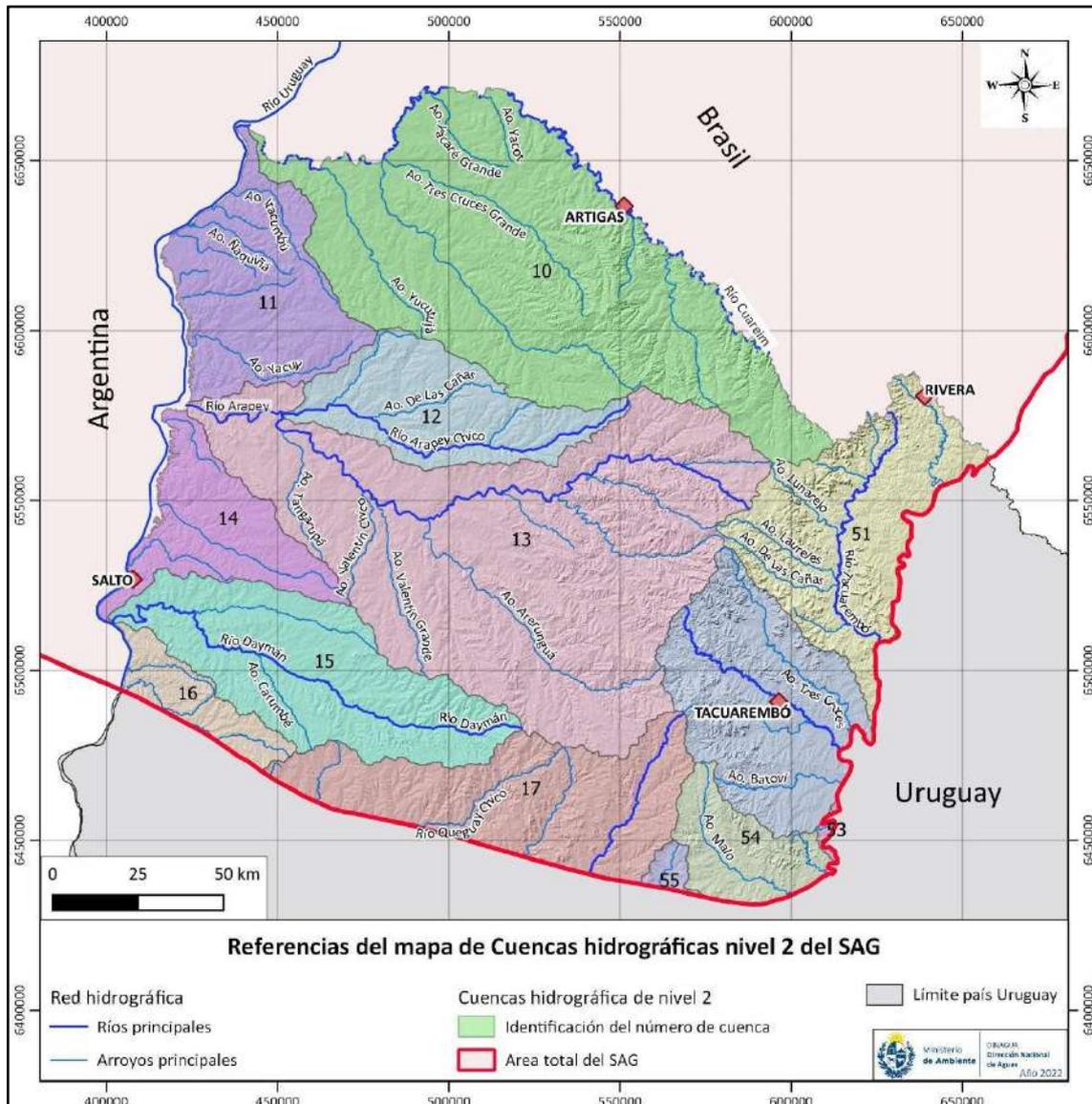


Figura 5.2: Subdivisión de cuencas Nivel 2 en el área del SAG

Este sistema de codificación "anidado" permite el estudio integrado de distintos elementos (estaciones de monitoreo, aprovechamientos, infraestructuras) que se encuentren comprendidos dentro de una misma unidad geográfica básica. Los distintos niveles de subdivisión se han utilizado como referencia para la delimitación geográfica de unidades de gestión y estudio de los recursos hídricos.

La administración de los recursos hídricos comprende la gestión de la cantidad a través del control y las autorizaciones mediante permisos y concesiones de uso por la Dirección Nacional

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

de Aguas, así como el control y la autorización de vertidos de efluentes que realiza la Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental ambas del MA.

Dichas autorizaciones están pautadas por las normativas vigentes, y requieren la coordinación con las múltiples instituciones vinculadas, para el logro de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.

### 5.5.1 Aprovechamientos

Las aguas superficiales se aprovechan mediante obras de captación desde la fuente de agua y/o mediante obras de almacenamiento (Tomas directas, Represas, tajamares, reservorios, tanques excavados, Canales para riego y abrevaderos de ganado de baja escala).

Las aguas subterráneas se aprovechan mediante la construcción de pozos atravesando uno o varios sistemas acuíferos o mediante obras de captación de aguas manantiales. La construcción de los pozos está regida por el Decreto Nº 86/04 de “Norma Técnica de Construcción de Pozos Perforados para Captación de Agua Subterránea” y debe ser ejecutada por empresas habilitadas por la autoridad de aguas (Licencia de Empresas Perforadoras). Cuando del pozo se extraigan más de 50 L/s se deberá contar con una Autorización Ambiental Previa.

#### 5.5.1.1 Análisis de los Aprovechamientos en el área total del SAG

Se realiza un análisis de tipos de obras y usos, así como de los volúmenes anuales en toda el área que abarca el acuífero y se pone foco en el área aflorante del mismo. Es importante tener en cuenta que las perforaciones que captan agua subterránea del total del área no necesariamente lo hacen del SAG, ya que hacia el Oeste del territorio corresponden a los acuíferos más someros como Arapey y Salto.

En la Figura 5.3 a, se puede observar que del total de las obras en el área del acuífero (que no necesariamente captan exclusivamente del SAG), el 64 % corresponde a pozos, la cual es superior a tomas y embalses, con 9 y 27% respectivamente. Si se analizan los volúmenes anuales de agua extraída de las diferentes fuentes, prima la extracción superficial con un 80 y 19 % (correspondientes a embalses y tomas respectivamente), mientras que el volumen anual extraído de aguas subterráneas representa el 1% (Figura 5.3 b)

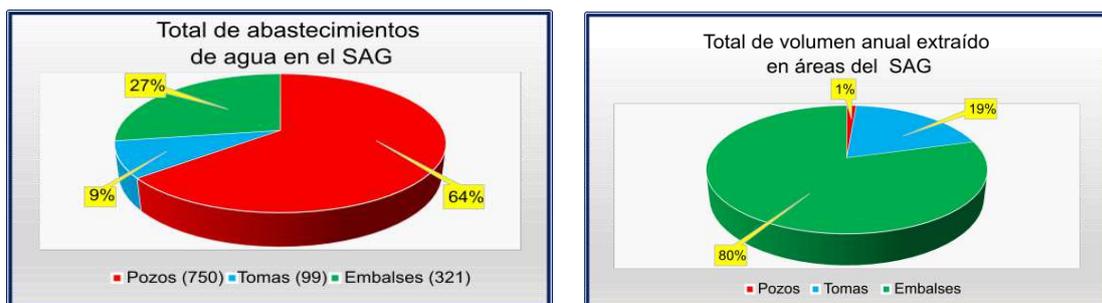


Figura 5.3: a. Porcentaje de tipos de obras de captación de aguas y b. volumen de agua extraído, por tipos de obras de captación en el área total del SAG.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Las aguas extraídas en el área que abarca el SAG se destinan para diferentes usos. Para tomas, embalses y pozos la principal actividad demandante de agua es el riego. Siendo oportuno aclarar que las tomas no son utilizadas para otros usos agropecuarios y los embalses no juegan ningún papel en el uso industrial. En cuanto al volumen extraído los principales usos refieren al riego, que se realiza principalmente mediante embalses (96,6%) y tomas (83,1%) (Figura 5.4)

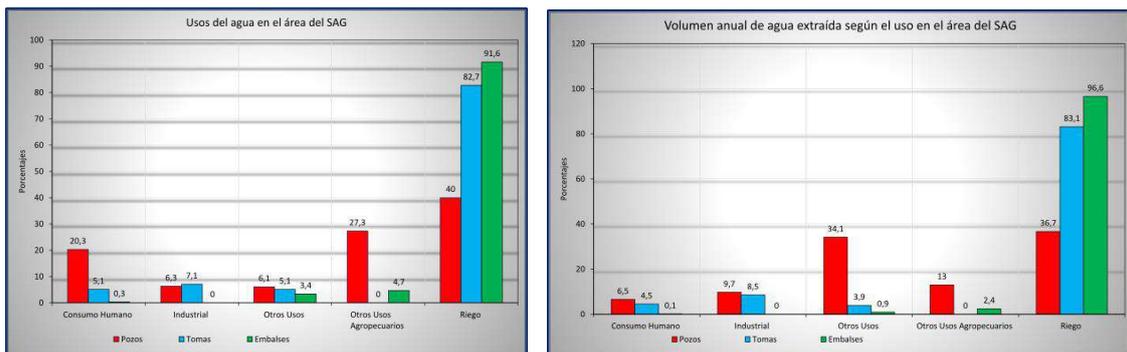


Figura 5.4: Porcentaje del uso del agua y volumen extraído, discriminada por tipos de captaciones en el área total del SAG.

Los pozos abarcan todos los usos, principalmente riego, otros usos agropecuarios y consumo humano, correspondiéndole los porcentajes con el volumen de agua subterránea extraída como pueden observarse en los gráficos de la Figura 5.5.

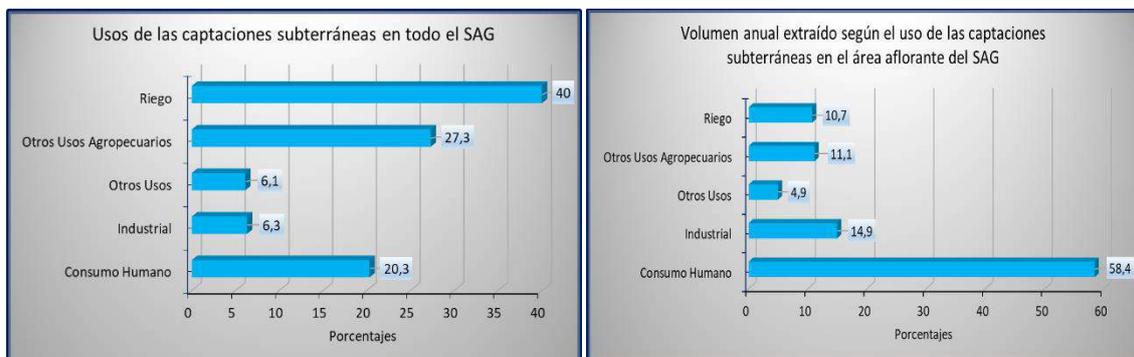


Figura 5.5: Porcentajes de los pozos, sus usos asociados y el volumen de agua extraída, en el área total del SAG.

### 5.5.1.2 Análisis de los Aprovechamientos en el área aflorante del SAG

En la Figura 5.6 se puede observar que del total de las obras en el área aflorante del acuífero el 87,5 % corresponde a pozos (que captan exclusivamente del SAG), la cual es muy superior a tomas y embalses, con 6,2 y 6,2% respectivamente. Contritamento, si se analizan los volúmenes anuales de agua extraída de las diferentes fuentes, prima la extracción superficial con un 99,6%, mientras que el volumen anual extraído de aguas subterráneas representa el 0,4%.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

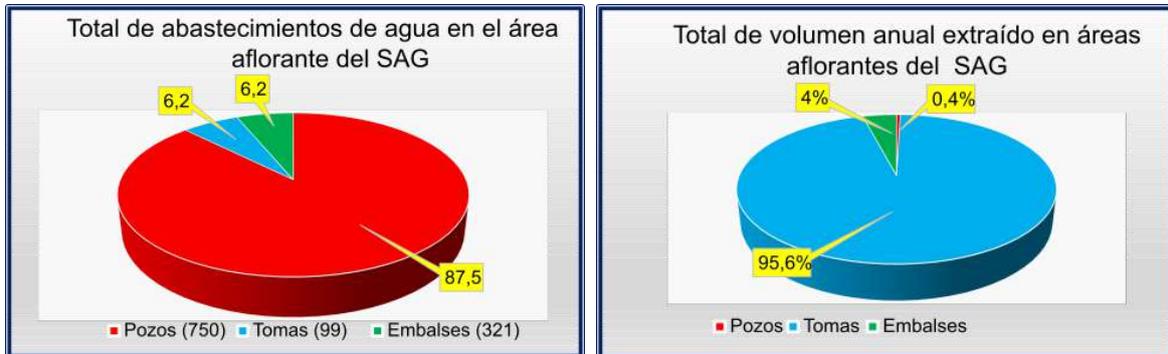


Figura 5.6: Porcentajes de tipos de obras de captación de aguas y volumen de agua extraído, por tipos de obras de captación en el área aflorante del SAG.

Las aguas extraídas en el área aflorante del sistema acuífero se destinan para diferentes usos. Para tomas, embalses y pozos las principales actividades demandantes son el riego, otros usos y consumo humano, respectivamente. Siendo oportuno aclarar que las tomas no son utilizadas para otros usos agropecuarios ni "otros usos". En cuanto a los embalses no juegan ningún papel en el uso industrial.

Los mayores volúmenes extraídos refieren al riego y consumo humano. Para el riego se utiliza esencialmente el agua proveniente de tomas (83,1%) y embalses (41,7%); mientras que las poblaciones se abastecen básicamente por agua subterránea (58,4%) (Figura 5.7)

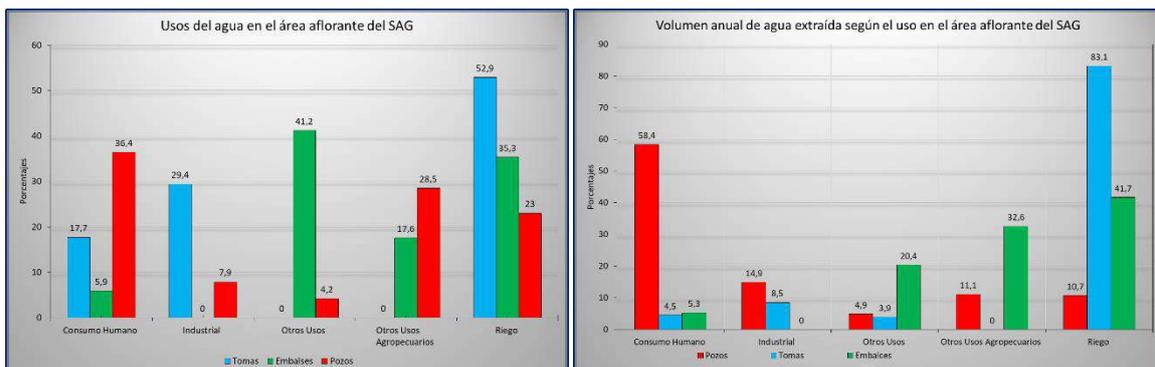


Figura 5.7: Porcentaje del uso del agua y volumen del uso del agua, discriminada por tipos de captaciones y en el área aflorante del SAG.

Los pozos abarcan todos los usos, mayoritariamente consumo humano (36,4%), otros usos agropecuarios (28,5%) y riego (23%). En cuanto a los volúmenes extraídos de aguas subterráneas prima el consumo humano con un 58,4%, siguiendo la industria con un 14,9% y finalmente el riego y otros usos agropecuarios, 10,7% y 11,1% respectivamente (Figura 5.8)

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

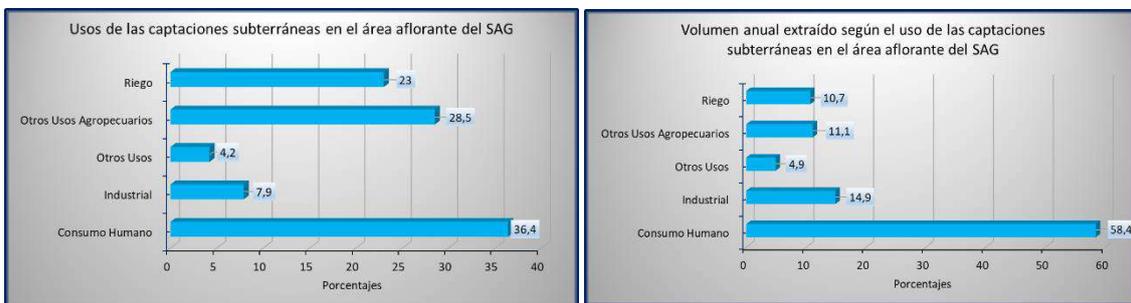


Figura 5.8: Porcentajes de los pozos, sus usos asociados y el volumen de agua extraída, en el área aflorante del SAG.

### 5.6 Efluentes Residuales (vertidos)

La DINACEA otorga la habilitación mediante una Autorización de Desagüe y el control de los vertidos a los cuerpos de agua. La ubicación, calidad, cuantía y estacionalidad de dichos vertidos constituye un componente básico para generar una base de conocimiento de los sistemas hidrológicos intervenidos por diversas actividades. Los parámetros de vertimiento son regulados por el Decreto Nº 253/79 y modificativos, distingue entre tres distintos tipos de disposición final: a cuerpo de agua, al sistema de saneamiento y por infiltración al terreno.

### 5.7 Gestión del riesgo de origen hídrico

La gestión integrada de las aguas, considerando su grado de variabilidad e incertidumbre asociados, necesita incorporar la componente del riesgo, entendido como la relación que existe entre la amenaza y la vulnerabilidad a los impactos del fenómeno, si llegara a ocurrir.

Los eventos de sequía y de inundaciones generan fuertes impactos socioeconómicos y ambientales, entre los que se destacan: afectación en las fuentes de agua para consumo de la población en cantidad y calidad, impactos en los usos socio-económicos (producción de energía, agricultura, ganadería, turismo, transporte, usos industriales), e impactos ambientales como; mortalidad de peces, impactos en la flora, incendios forestales entre otros, pérdidas y daños materiales e inmateriales en las áreas afectadas y las comunidades.

#### 5.7.1 Sequías

Un objetivo central de un programa integrado de gestión de la sequía es aumentar la capacidad y la habilidad del acuífero y de la cuenca de mejorar la resistencia a la sequía, lo que permitirá mejorar la capacidad de adaptarse a la variabilidad y el cambio climático.

El enfoque reactivo ante la emergencia tiene carencias desde una perspectiva de reducción de la vulnerabilidad, y es son necesarios cambios en las prácticas de gestión de los recursos.

Por tanto, es recomendable el establecimiento de un sistema eficaz de detección de situaciones de sequía que permita activar con suficiente antelación, los planes de explotación prefijados para estas situaciones de emergencia. Esta identificación anticipada de las sequías lleva consigo la necesidad de desarrollar indicadores de alerta basados en la información disponible (Obras existentes, precipitación de los últimos períodos, reservas almacenadas en los embalses, niveles

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

piezométricos en los acuíferos, etc.) de forma que pudieran ser periódicamente calculados con el fin de señalar el posible comienzo de una sequía o identificar su fase de desarrollo. De esta forma se promueve la prevención de riesgos a través de una inversión, por parte de los productores, los administradores del agua y de otros, en mejorar su capacidad para afrontar la sequía.

Se hace imprescindible para gestionar el riesgo de sequía conocer las vulnerabilidades de cada usuario, que claramente son diferentes. Muchos pequeños productores familiares utilizan el recurso hídrico para uso doméstico y abrevadero de ganado, usos que al día de hoy no tienen la exigencia por parte de la DINAGUA de solicitar derechos de uso de agua. En algunos casos utilizan el recurso hídrico para riego, pero no logran regularizar su situación, debido a desconocimientos de lo que exige el código de aguas, o dificultades para contratar servicios profesionales e incluso por no tener derechos formales sino arreglos familiares sobre el uso de la tierra en que desarrollan su actividad productiva. Eso lleva a que muchos usuarios del recurso hídrico que no están registrados se dificulten su inclusión en el marco de gestión en momentos de déficit hídrico o sequías donde se requiera atención.

La situación de emergencia agropecuaria se declara a través del MGAP derivada de eventos climáticos, sanitarios o fitosanitarios extremos que originen pérdidas económicas no recuperables en el ejercicio agrícola y que afecten decisivamente la viabilidad de los productores de una región o rubro. Existe un Fondo Agropecuario de Emergencias (FAE) con destino a atender a los productores a través de apoyo financiero, infraestructura productiva o insumos, con el objetivo de contribuir a recuperar las capacidades perdidas como resultado del evento ocurrido (Ley N°18.362, Dto. 829/2008).

### 5.7.2 Inundaciones

La gestión de riesgo de inundación implica fundamentalmente la planificación del territorio, de información sistematizada, así como de instrumentos y programas específicos que colaboran a su implementación. En el capítulo 4.3 se analizan las localidades con problemas de drenaje pluvial.

La información disponible se puede encontrar en el visualizador de DINAGUA:

<https://lastmile.presidencia.gub.uy/portal/apps/webappviewer/index.html?id=8666d11d6b664b39b58a2b7471f64333>.

*Mapas de riesgo.* El mapa de riesgo (MDR) es un instrumento que permite localizar, controlar, dar seguimiento y representar en forma gráfica los agentes generadores de riesgo, la susceptibilidad del territorio a verse afectado, los niveles de exposición de viviendas e infraestructuras y la vulnerabilidad de la población.

En cuanto a la zona que abarca el SAG aflorante, la ciudad de Artigas dispone de MDR aprobado, elaborado en el año y la ciudad de Rivera actualmente cuenta con un MDR en proceso. Forma parte de las medidas a implementar para la GRI que todas las ciudades con riesgo medio o alto

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

de inundación prevean la realización de sus MDR y que la información recogida en este instrumento pueda incorporarse a la definición de las categorías de uso y ocupación del suelo previstas en los planes de ordenamiento territorial a nivel local.

*Sistema de Alerta Temprana de Inundación (SATI).* Consta de un conjunto de procedimientos e instrumentos que permiten monitorear una amenaza o evento de carácter previsible y procesar la información necesaria para realizar pronósticos o predicciones sobre sus características y sus posibles efectos. El SAT de inundaciones (SATI) permite conocer anticipadamente la magnitud, duración y fecha de las inundaciones, a partir de información pluviométrica, hidrométrica y pronósticos hidrometeorológicos. Esta información es procesada con el objetivo de dimensionar los impactos esperados: niveles de agua en una zona determinada de la ciudad, permanencia del nivel por encima de cotas críticas (duración del evento de crecida) y áreas inundables. Asimismo, habilita a planificar la fase de emergencia permitiendo que se incorpore la información de las personas expuestas al evento particular, así como los albergues e instituciones vitales para apoyar la operativa.

Actualmente, la ciudad de Artigas cuenta con un SATI instalado que se basa en la herramienta Delft-FEWS: una plataforma abierta de manejo de datos que funciona como sistema de pronóstico y advertencia de inundaciones. El proyecto se denominó FEWS-UY el cual fue implementado para las cuencas del Río Cuareim (Artigas) y Yí (Durazno). Este sistema potencia el trabajo conjunto de las instituciones del estado abocadas a la reducción y mitigación de riesgos derivados de eventos hidrometeorológicos. En este sentido, el SINAE gestiona el proyecto, coordina los esfuerzos de las distintas instituciones vinculadas con la gestión de riesgos hidrometeorológicos del país y asegura los recursos tecnológicos para la instalación y operación del Sistema FEWS-UY. La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) brinda toda la información generada en el marco del “Proyecto de adquisición de imágenes y modelos digitales”. La DINAGUA es la encargada de gestionar el acceso a los sistemas de información de base (datos históricos y en tiempo real de las estaciones hidrométricas a nivel nacional) necesarios para alcanzar los pronósticos hidrológicos. El Instituto Uruguayo de Meteorología (Inumet) es quien gestiona datos históricos y en tiempo real de las estaciones pluviométricas y meteorológicas a nivel nacional.

*Planificación de las aguas urbanas.* Los Planes de Aguas Urbanas (PAUs) son instrumentos que aportan a la gestión integral de las aguas. Permiten comprender cómo es la interacción de la ciudad con el agua, identificar sus principales conflictos y oportunidades, así como definir estrategias y proyectos a corto, mediano y largo plazo.

*Estaciones hidrométricas.* Las estaciones hidrométricas constituyen una fuente de información y registro del comportamiento de los cursos de agua, así como de monitoreo de los eventos de inundación para las ciudades.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

*Modelación de cursos de agua y curvas reales de inundación.* Estos estudios hidrológicos e hidráulicos permiten aproximarse al comportamiento de los cursos durante las crecidas, establecer alturas del agua y definir curvas de inundación.

*Mapa de zonas de conflicto por drenaje pluvial.* Estos mapas, elaborados por DINAGUA junto a las intendencias departamentales, permiten georreferenciar las zonas de una ciudad donde el funcionamiento del sistema de drenaje es deficiente y ocasiona problemas a la población y al ambiente.

### 5.8 Antecedentes de la planificación/planes locales ya existentes con los que hay que articular

#### 5.8.1 Planes de seguridad de Aguas

La Administración de las Obras Sanitarias del Estado, comprometida con el aseguramiento de la calidad del agua que distribuye, viene trabajando con un enfoque hacia la aplicación de los Planes de Seguridad de Aguas (PSA) en todos sus sistemas. Además, se acordó con URSEA un cronograma de instalación de PSA para todas las Plantas Potabilizadoras del país, apuntando a la eficiencia operativa del Organismo.

#### 5.8.2 Planes de producción agropecuaria y buenas prácticas

*Planes de Uso y Manejo de Suelos y Aguas.* Estos Planes deben ser aprobados por DGRN como parte de la Solicitud de Derecho de Uso de agua con destino riego (que otorga DINAGUA), por lo que son un requerimiento para cualquier proyecto de riego (hortícola, frutícola, agrícola) independientemente de la fuente de agua. Estos Planes además del objetivo de disminuir la erosión a niveles tolerables para el suelo particular del predio, también aseguran un uso racional de los recursos hídricos.

*Planes de Uso y Manejo Responsable de Suelos.* En el marco de la ley N° 15.239 y sus decretos reglamentarios, se estableció que el MGAP exigirá a los productores agropecuarios la presentación de un Plan de Uso y Manejo Responsable del suelo (en adelante Planes de Uso), que tenga en cuenta los suelos del predio, las prácticas de manejo, la secuencia de cultivos y la erosión tolerable, basándose en el modelo de erosión USLE/RUSLE calibrado para Uruguay<sup>7</sup>. Dichos Planes de Uso tienen como objetivo principal prevenir la erosión hídrica de los suelos.

*Planes de Lechería Sostenible.* Los Planes de Uso para Cultivos Agrícolas y Forrajeros en Sistemas Lecheros (PLS)<sup>8</sup> consisten en determinar una rotación, o sucesión de cultivos asociados a la producción lechera en una Unidad de Producción, que no genere pérdidas de suelo por erosión estimadas por encima de la tolerancia para ese suelo. También implica elaborar un programa de

---

<sup>7</sup> <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/direccion-general-de-recursos-naturales/suelos/planes-de-uso-y-manejo-de-suelos>. Ley 15.239; Decreto 405/2008; Decreto 333/004; Res. Ministerial 0074/2013.

<sup>8</sup> <http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/direccion-general-de-recursos-naturales/suelos/planes-para-la-produccion-lechera-sostenible> Res. Administrativa N° 159/2015 y Anexo.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

manejo de la fertilización química y orgánica, como medida para controlar el nivel de fósforo en el suelo, teniendo especial consideración de que P Bray I en el suelo no supere 31 ppm. Además, se promueve el reúso de efluentes lecheros como fuente de fertilización orgánica.

*Buenas Prácticas Agrícolas.* Para los casos específicos de siembra directa se consideran prácticas inadecuadas y sujetas a sanciones las aplicaciones de herbicidas: en los desagües naturales del terreno; fuera del área del cultivo; en predios linderos y caminos o rutas de jurisdicción departamental o nacional. Para los casos de laboreo de la tierra, se consideran prácticas inadecuadas el laboreo a favor de la pendiente; en cabeceras y remates; el laboreo de desagües, concavidades y cárcavas sin un fin de recuperación. En ningún caso se debería pasar maquinaria a favor de la pendiente; dejar el suelo desnudo luego de la cosecha del cultivo; o establecer una inadecuada conducción del escurrimiento superficial, desagües en suelos desprotegidos<sup>9</sup>. También existe un Manual de Buenas Prácticas Agrícolas publicado en 2013<sup>10</sup>.

### Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para la producción de frutas y hortalizas frescas en Uruguay.

La DIGEGRA con el aporte técnico de otras Unidades del MGAP generó una Guía de BPA adecuadas para producir frutas y hortalizas frescas en Uruguay. La misma fue aprobada por Resolución Ministerial Nº 1050 del 3 de setiembre de 2014. Dicha Resolución aprueba el documento y encomienda a la DIGEGRA la capacitación y extensión en las prácticas definidas y la planificación de su exigencia gradual a todos los productores del sector fruti-hortícola nacional.

### Planes de promoción del riego del MGAP

El MGAP con apoyo del Banco Mundial ha publicado (enero 2015) la estrategia de fomento del desarrollo de la agricultura regada en Uruguay<sup>11</sup>, propone acciones vinculadas a objetivos específicos de la estrategia. Se abordan las siguientes temáticas: marco legal, institucionalidad adaptada al desafío del desarrollo del riego sostenible; organizaciones de regantes; promoción de proyectos; modernización y consolidación del riego existente; financiamiento adaptado e incentivador; investigación; transferencia de conocimiento; monitoreo de la implementación y evaluación; coordinación.

### 5.8.3 Instrumentos de ordenamiento territorial

En el marco de la Ley 18.308 de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible se cuenta con una serie de instrumentos como por ejemplo las Directrices Departamentales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible (Art.16) que constituyen el instrumento que establece el ordenamiento estructural del territorio departamental, determinando las principales decisiones

---

<sup>9</sup> Decreto Nº 405/008

<sup>10</sup> <http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20La%20Estanzuela/Mesa%20de%20Trigo/Gu%C3%ADa%20BPA%20Secano.pdf>

<sup>11</sup> [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/estrategia\\_fomento\\_agricultura\\_regada\\_2015\\_banco\\_mundial.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/estrategia_fomento_agricultura_regada_2015_banco_mundial.pdf)

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

sobre el proceso de ocupación, desarrollo y uso del mismo. Tienen como objeto fundamental planificar el desarrollo integrado y ambientalmente sostenible del territorio departamental, mediante el ordenamiento del suelo y la previsión de los procesos de transformación del mismo.

La aprobación de las directrices de Ordenamiento Territorial también forma parte del ejercicio de planificación y se encuentran en diferentes niveles de avance.

Tabla 5.1: Directrices Departamentales, Ordenanzas Departamentales y Planes Locales, por Departamento

Departamento	ID	Instrumento
ARTIGAS	5152	Plan Local de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de la Ciudad de Artigas y su Microrregión
	5157	Plan Local de Bella Unión
	15204	Directrices Departamentales de Artigas
TACUAREMBÓ	5130	Plan Local de la Ciudad de Tacuarembó y su microrregión
	5168	Directrices Departamentales de Tacuarembó
	5196	PAI PUEBLO SEPÉ
RIVERA	1397	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Microrregión de Rivera
	5122	PAI - NIENSUR S.A.
	5123	PAI - PADRÓN RURAL Nº 2006
	5158	PLAN PARCIAL DEL MICROCENTRO DE LA CIUDAD DE RIVERA
	5169	PAI - MACROMERCADO MAYORISTA S.A.
	5180	PLAN LOCAL DE TRANQUERAS Y SU MICRORREGIÓN
	15203	PAI CURIA-MEVIR-TRANQUERAS
	15207	PLAN LOCAL CORREDOR LOGÍSTICO RUTA 5 AL NORTE
PAYSANDÚ	5108	Directrices Departamentales de Ordenamiento Territorial de Paysandú
	5131	Plan Local de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de la microrregión de Quebracho

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

	5139	PLAN LOCAL DE LA MICRORREGIÓN DE GUICHÓN
	5148	PLAN LOCAL DE PORVENIR
	5154	Plan Local de Chapicuy
	5185	PLAN LOCAL DE LA CIUDAD DE PAYSANDÚ Y SU MICRORREGIÓN
SALTO	5098	Directrices Departamentales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de Salto
	5135	Plan Local del Centro Poblado de Termas de Daymán
	5136	PLAN LOCAL GARIBALDI
	5162	PLAN LOCAL QUINTANA - PEPE NUÑEZ
	5171	Plan Local de la Microrregión de Salto

### 5.8.4 Áreas de manejo de hábitat y/o especies:

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) de Uruguay se ha transformado en una herramienta fundamental para conciliar el cuidado del ambiente en particular de la diversidad de paisajes, ecosistemas, especies y elementos culturales, con el desarrollo económico y social del país. En la zona del SAG se encuentran dos áreas protegidas y una reserva de biosfera UNESCO, ubicadas en la zona aflorante del SAG (Valle del Lunarejo y Reserva Bioma Pampa - Quebradas del Norte). (Informe ampliado en Anexo II)

**Rincón de Franquía:** El área propuesta abarca unas 1.229 ha. Y se encuentra situada en el Departamento de Artigas en la zona de confluencia del río Cuareim con el río Uruguay. Ingresa al Sistema Nacional de Áreas Protegidas por el Decreto N°121/13, publicado el 17/04/2013 (pendiente Plan de manejo). La zona forma parte de la planicie de inundación de los ríos Uruguay y Cuareim, con albardones y lagunas marginales. Tiene una de las únicas regiones de bosque ribereño del país, esta área está expuesta a la colonización de especies tropicales y subtropicales. Su objetivo es conservar la biodiversidad, fomentar la educación ambiental e impulsar el desarrollo de un turismo sostenible en la zona.

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

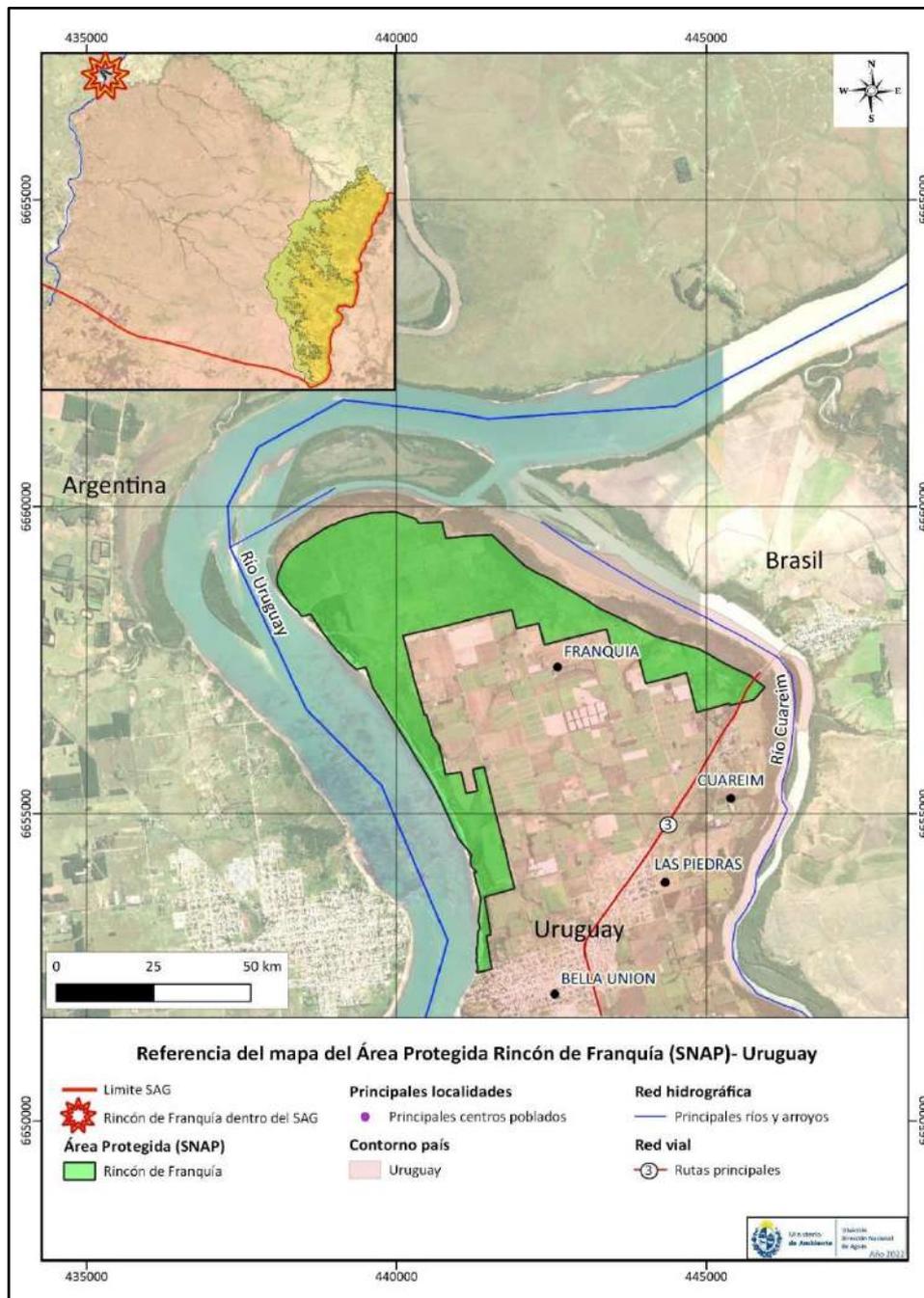


Figura 5.9: Ubicación del Área Protegida de Rincón de Franquía (SNAP).

**Valle del Lunarejo:** El área se encuentra ubicada en el extremo noroeste del departamento de Rivera, muy próxima al límite con los departamentos de Artigas y Salto como así también al límite contestado con Brasil, accediendo a la misma por Ruta 30. Está surcado por varios cursos de agua, siendo el principal, el arroyo Lunarejo. Por Decreto N° 476/009 publicado el día 14 de octubre de 2009 donde se realiza la delimitación del Área Natural Protegida “Valle del Lunarejo”, Rivera. El plan de manejo del Área se aprueba por Resolución Ministerial (RM) 1823/2016,

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

publicada el día 20 de diciembre de 2016 (actualmente en revisión (2022)). Categorizada como Paisaje Protegido, cuenta con 29.286 hectáreas aproximadamente. El Paisaje Protegido posee una gran heterogeneidad de ambientes naturales, incluyendo diferentes tipos de pastizales, bosques, matorrales, arroyos y cañadas que brindan refugio y alimento a diversas especies de fauna autóctona de gran interés por su rareza, distribución y abundancia. En la zona se han registrado al menos 153 especies de aves. El parque Natural Regional Valle del Lunarejo (Categoría V UICN – Paisaje Protegido) fue declarado por el Gobierno Departamental como área protegida por el Decreto 10839/2001.

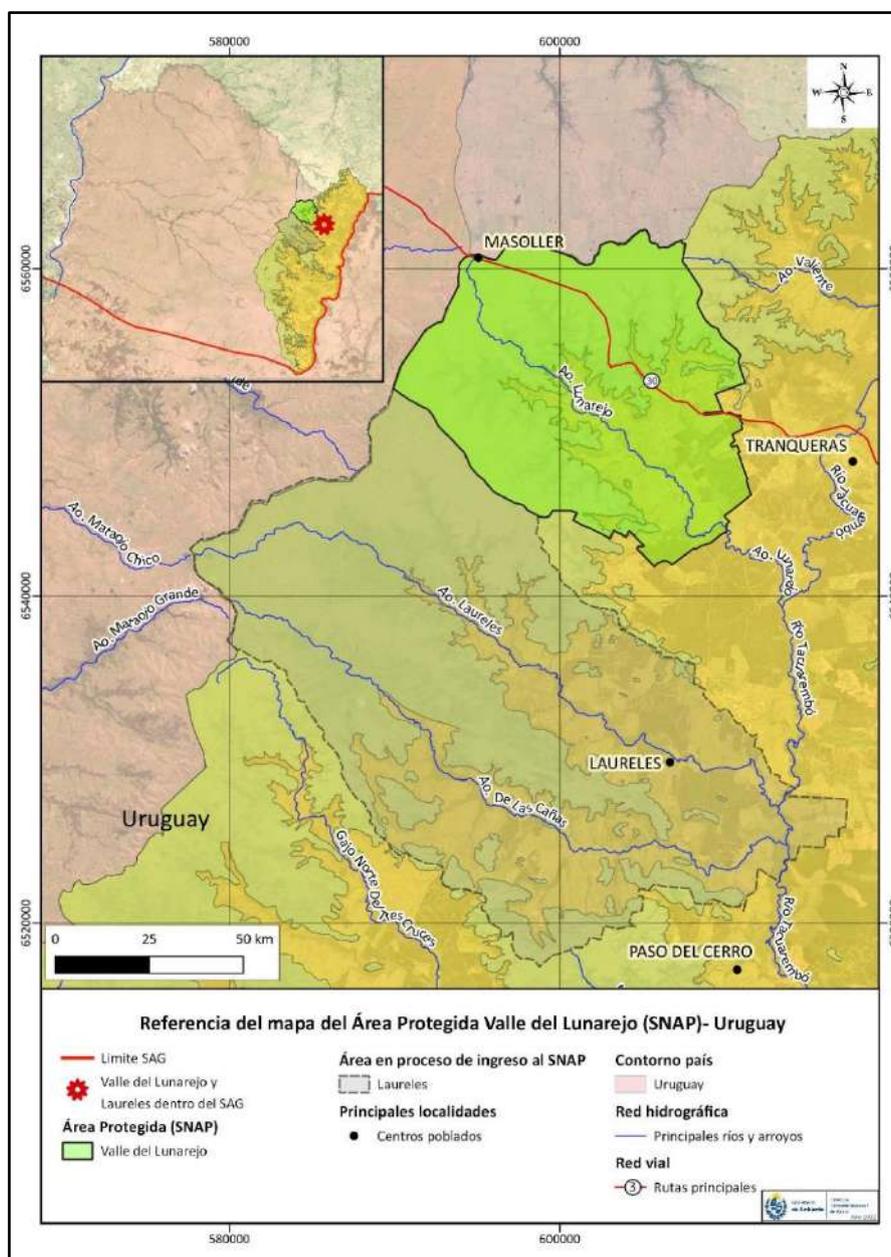


Figura 5.10: Ubicación del Área Protegida Valle del Lunarejo (SNAP).

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

**Reserva de Biosfera “Bioma Pampa - Quebradas del Norte”:** Esta cuenta con 110.882 hectáreas, localizada en el Departamento de Rivera, fue declarada por UNESCO en 2014, correspondiendo su área núcleo con el área protegida “Valle del Lunarejo”, de casi 30.000 hectáreas. Son pilares de la Reserva de Biosfera el desarrollo sustentable de los sistemas productivos y la generación de ingresos a través de la mejora de los productos turísticos, incluyendo artesanías y servicios, así como la recuperación de áreas naturales degradadas, mantenimiento y mejora de las características del paisaje, favoreciendo el desarrollo del corredor biológico ya existente, estimulando la biodiversidad y la variación genética de especies autóctonas.

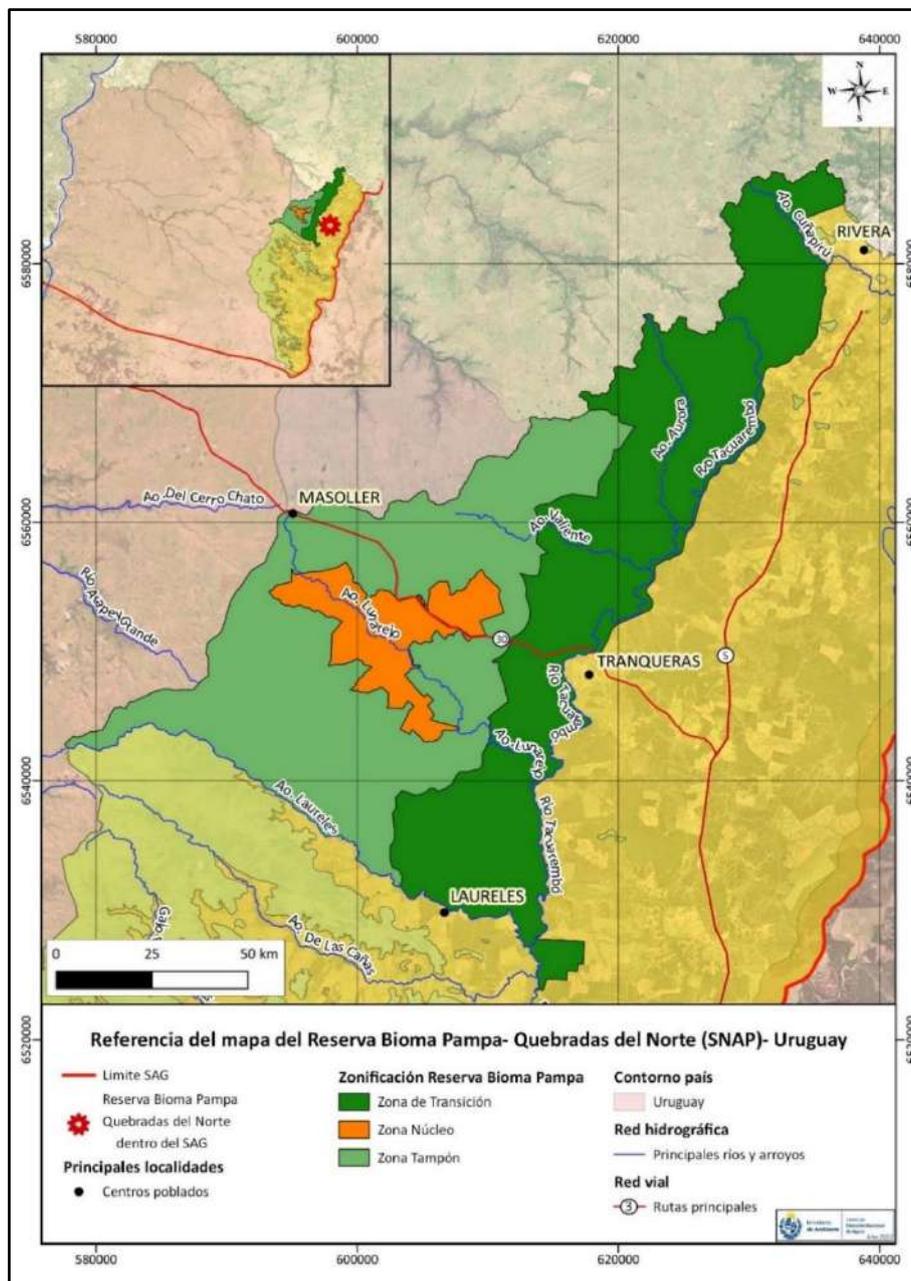


Figura 5.11: Ubicación de Reserva de Bioma Pampa- Quebrada del Norte (SNAP).

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

### 5.8.5 Proyectos transfronterizos

#### Proyecto de protección ambiental y desarrollo sostenible del Sistema Acuífero Guaraní

El Proyecto de Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del SAG como iniciativa de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, ejecutado durante el periodo 2003-2009, tuvo como objetivo mejorar y ampliar el conocimiento cuali-cuantitativo sobre el acuífero en los cuatro países, permitiendo desarrollar un marco técnico que posibilitara y colaborara en la protección y desarrollo sostenible del acuífero. El proyecto contó con el apoyo de los fondos de donación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), que fueron implementados por el Banco Mundial y ejecutados por la Organización de los Estados Americanos (OEA).

Fue organizado en siete componentes con actividades interrelacionadas que permitieron caracterizar el SAG en función de sus particularidades, comportamiento hidrogeológico, aprovechamiento, preservación, su relación con comunidades e instituciones, en particular las necesidades de planificación y ordenamiento del territorio para mejorar la gestión sostenible de sus aguas. Todo esto contribuyó a producir bases técnicas para el Programa Estratégico de Acción (PEA).

*Las principales conclusiones a las que arribó este proyecto se mencionan en los párrafos siguientes:*

Se confirmó la existencia del SAG en el subsuelo de los cuatro países (Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay) conformando un vasto reservorio subterráneo de agua (cuenca hidrogeológica) con un área estimada en 1.087.879 km<sup>2</sup>.

La formación geológica que alberga las aguas del SAG presenta una continuidad en los cuatro países de la región. Las aguas son renovables, pero su circulación es lenta y está dificultada por barreras y compartimentos naturales que condicionan su flujo subterráneo.

De forma general, el agua es de buena calidad, no presenta contaminación o explotación excesiva, salvo en situaciones puntuales. Varía de región a región, existen diferencias químicas (pH varía de 5 a 9 y la conductividad eléctrica varía de 100 a 2500 milisiemens/cm), hidráulicas (los niveles estáticos varían de cero a más de 200 metros), de accesibilidad y de temperatura (de 18 a 50 °C).

La contaminación del SAG, cuando existe, normalmente es detectada en pozos poco profundos y se debe a fallas en su construcción. La contaminación también puede ocurrir en áreas de afloramiento y en sus proximidades (zonas de basalto fracturado, con posibilidad de contaminación desde la superficie), donde la vulnerabilidad suele ser más elevada. Además, en las áreas cubiertas por basalto existen “ventanas” que exponen al SAG a la superficie o a formaciones geológicas más jóvenes (pos-SAG). Los estudios del proyecto llevaron a identificar

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

tres grandes zonas, con distintas características para la gestión de los recursos hídricos subterráneos:

- Zona de afloramiento (ZA).
- Zona de confinamiento (ZC) próximo al área de afloramiento (fajas de terreno de 10 a 50 km de ancho) y/o donde la cobertura pos-SAG tiene hasta 100 metros de espesor.
- Zona de fuerte confinamiento (ZFC).

**Algunas de las actividades que podrían impactar sobre el SAG son las siguientes:** la deforestación, la forestación, el uso de técnicas agrícolas de alto consumo del agua, el uso intensivo y el manejo inadecuado de insumos agroquímicos o el mayor aprovechamiento termal.

Las entalpías de magnitudes bajas a medias que se encuentran principalmente en las porciones centrales más confinadas del SAG, representan valiosos recursos de energía renovable que puede ser aprovechada económicamente en diversas actividades (agroindustriales, turismo).

Como resultado del amplio esfuerzo de análisis integrado de la temática “aguas subterráneas” y del SAG en particular, hubo avances expresivos con relación al SAG en el conocimiento de los intereses locales, provinciales, nacionales y regionales.

Discordancia entre el ordenamiento jurídico y la aplicación de las normas. Los países desarrollaron amplias estructuras normativas y se incorporaron principios e instrumentos adecuados a las necesidades de gestión y protección de las aguas subterráneas, pero, salvo casos puntuales, estos no resultaron en avances efectivos y concretos. La aplicación efectiva de los instrumentos normativos de gestión requiere la asignación de recursos financieros, humanos y logísticos, en general escasos o inexistentes.

De los Proyectos Piloto ejecutados resultaron aplicaciones, procedimientos, metodologías e instrumentos legales y fiscales que podrán mejorar la gestión local de esas áreas, a través de la implementación de determinadas acciones prioritarias a ser replicadas en otras partes de la región del SAG que presenten características similares de condiciones, usos y preservación.

*Dentro de los principales resultados e impactos del PSAG merecen ser destacados:*

- La elaboración de cartografía geológica e hidrogeológica, con detalles de la geometría y comportamiento del SAG, basada en el consenso y correlaciones de unidades estratigráficas entre los cuatro países.
- La creación de un banco de datos de pozos tubulares, disponible para todos los actores interesados y conectado con los principales sistemas de banco de datos de la región.
- Diseño de una red de monitoreo regional de pozos incluyendo la selección de los pozos integrantes (en áreas confinadas y de afloramiento) y los respectivos protocolos de muestreo.
- La construcción de modelos conceptuales y matemáticos de flujo regional (diseñado para evaluar escenarios regionales de usos del agua vía macro alteraciones en el uso y

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

ocupación del suelo) y local en las áreas piloto (herramienta directa de gestión y solución de problemas locales).

- La implementación y alimentación del Sistema de Información del Sistema Acuífero Guaraní, que utiliza las tecnologías más modernas de la información y geoprocésamiento.
- Como consecuencia de los avances mencionados se desarrolló regulación sobre aguas subterráneas en los cuatro países que abrigan al SAG, con aumento de la jerarquía jurídica y la precisión técnica de las normas.

*Los principales ejes de acción regional para el PEA son los siguientes:*

- Desarrollo de las capacidades nacionales y subnacionales para la gestión de las aguas subterráneas.
- Estructuración operativa de la cooperación regional.
- Actualización y mantenimiento del Sistema de Información del Sistema Acuífero Guaraní.
- Implementación y desarrollo de la red de monitoreo y de los modelos matemáticos del SAG.
- Capacitación técnica y difusión del conocimiento.
- Desarrollo de la gestión local de aguas subterráneas.
- Apoyo a la participación pública.
- Desarrollo de criterios para el uso sostenible del SAG.
- Implementación de programas técnico-científicos vinculados a la gestión de las aguas subterráneas y el SAG.
- Elaboración de estudios técnico-económicos relativos al SAG.
- Monitoreo y evaluación de la implementación del PEA.

También se menciona en el PEA que cada país será responsable por uno de los proyectos piloto existentes: Concordia-Salto quedará a cargo de Argentina, Ribeirão Preto quedará a cargo de Brasil, Itapúa quedará a cargo de Paraguay y Rivera-Santana do Livramento quedará a cargo de Uruguay.

*Dentro de los principales productos del proyecto podemos destacar:*

- Mapa Hidrogeológico del SAG que contiene los avances logrados en el conocimiento (2009), especialmente en la definición de áreas de recarga y descarga y en el comportamiento de grandes sistemas de flujo subterráneo asociados a características hidroquímicas e isotópicos particulares.
- Dos proyectos piloto transfronterizos con el objetivo de probar, en condiciones reales y con la participación de la sociedad, medidas de gestión que puedan ser replicadas en áreas con problemáticas similares y servir como base para la gestión en todo el ámbito del Sistema Acuífero Guaraní:
  - Piloto Concordia-Salto: tiene como objetivos controlar el riesgo de salinización desde el sur-suroeste, determinar radios de influencia de las perforaciones,

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

- racionalizar y promover la reutilización del agua termal, elaborar normativa para proyectar, construir, fiscalizar y monitorear los pozos profundos y capacitar el personal vinculado con la administración de los recursos del SAG.
- Piloto Rivera-Santana do Livramento: tiene como objetivos inventariar y muestrear pozos con vistas a la compilación de datos existentes y usos, elaborar una base cartográfica con información hidroquímica, geoquímica, hidrológica, elaborar mapas de vulnerabilidad y de las principales áreas de carga potencial de polución en fuentes puntuales y difusas, evaluar el potencial del acuífero a escala local, elaborar un modelo conceptual y numérico, establecer una red de monitoreo y establecer un nodo local del Sistema de Información del Sistema Acuífero Guaraní.

Dentro de los resultados del Proyecto SAG se pudo observar que, a escala regional, en principio, lo que se insinuaba hidrogeológicamente como una única cuenca con un solo gran reservorio y un manto basáltico único, y muy poco deformada, a la luz de los nuevos conocimientos se complejiza con frecuentes heterogeneidades, especialmente cuando se la considera y estudia con mayor detalle. En la órbita local, entonces, son necesarios estudios al menos en escala 1: 50.000 o a lo sumo 1: 100.000 para definir los alcances más precisos de las interferencias, conexión de flujos y mayores riesgos de transmisión de contaminación, entre otras problemáticas. En Uruguay existen dos modelos numéricos hidrodinámicos transfronterizos realizados por el Proyecto SAG (uno por cada área piloto). Estos modelos fueron actualizados en 2015 por DINAGUA, con apoyo de la UdelaR, mediante la incorporación de nuevos datos y los resultados sirvieron para ajustar las medidas de gestión del acuífero. Como parte de la red de monitoreo regional del SAG en los cuatro países, Uruguay realiza muestreos anuales de los pozos seleccionados a tal fin. Para la gestión sustentable del recurso se ha tenido en cuenta la presencia del SAG en los planes municipales de ordenamiento territorial, en especial en aquellos departamentos donde se ubican las áreas aflorantes del mismo.

En varias ocasiones se han expresado las voluntades de Uruguay, Argentina y Brasil, particularmente de algunas instituciones tales como; CeReGAS, OSE, e Intendencias para retomar algunos proyectos en este sentido.

En la actualidad se está desarrollando el denominado "Proyecto de porte medio (PPM-Guaraní)" "implementación del programa de acciones estratégicas del Sistema Acuífero Guaraní: Posibilitando Acciones Regionales". Este proyecto puente pretende actualizar el Plan Estratégico de Acción proponiendo un proyecto completo, contribuyendo con los objetivos de Adaptación al Cambio Climático, Logro de los ODS (en particular el ODS 6), sostenibilidad del recurso, fortalecimiento de la cooperación transfronteriza y seguridad hídrica en una región clave de América del Sur.

## **PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ**

---

Los objetivos del desarrollo de este proyecto son:

- Institucionalización de mecanismos para reforzar la cooperación transfronteriza entre los países del SAG.
- Permitir a los países detectar la evolución en el tiempo y el espacio de los parámetros de calidad y cantidad de las aguas del SAG, tanto a nivel regional como local.
- Fomentar la equidad de género como parte del proyecto propuesto y del propio PEA.
- Reforzar las capacidades y aumentar los niveles de conciencia en la gestión de las aguas subterráneas.

### **Área de protección ambiental del Ibirapuitá**

Creada en base al Decreto Nº 529, de 20 de mayo de 1992, siendo una unidad de conservación característica del bioma Pampa, está localizada en el Estado de Río Grande do Sul (RS, Brasil), albergando parte de los municipios de Alegrete, Quaraí, Rosário do Sul y Santana do Livramento, distante aproximadamente 600 kilómetros de la capital de Porto Alegre. Ocupa una superficie de 318.767 hectáreas, aproximadamente, trecho superior de la cuenca del Río Ibirapuitá. En esta área no se localizan urbanizaciones, distando entre 10 y 30 km. El área incluye formaciones campestres y montes de clima templado, distintas de otras formaciones existentes en Brasil. Se caracteriza por poseer diversidad de especies: mamíferos, aves, peces y vegetación.

Los principales factores que condicionan el manejo del Áreas de Protección Ambiental (APA) incluyen la expansión de laboreos para los cultivos de secano (arroz), la caza furtiva, agroquímicos, erosión de suelos, quemas de campos, la tala del monte nativo, las distancias extensas y la dificultad de acceso a ellas, además sumado a una baja densidad poblacional, el éxodo rural y la sustitución de las prácticas agrícolas. Destacándose la fragilidad de los sectores al noroeste y oeste del APA en función a sus abruptas formaciones de quebradas y a susceptibilidad de las areniscas y erosión, respectivamente.

### **5.9 Educación, investigación y Comunicación**

Para asegurar la participación efectiva en la gestión integrada es necesario garantizar información de calidad y promover una comunicación efectiva a través de estrategias orientadas en este sentido, generando contenidos de calidad aprovechando las nuevas tecnologías. En ese sentido un primer aspecto a señalar está relacionado a la formación de profesionales y técnicos especializados.

Los temas del agua trascienden profesiones y enfoques parciales y es importante señalar que el país cuenta con oportunidades de formación de grado y postgrado en una gran variedad de disciplinas y especialidades relevantes para la temática. En la zona que abarca el SAG existen

## **PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ**

---

tres Centros Regionales de la UdelaR (Salto, Tacuarembó y Rivera) que cuentan con carreras como Licenciatura en Recursos Hídricos y Riego, Licenciatura en Recursos Naturales y tecnicatura en Gestión de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable, entre otras. Por otro lado, en los departamentos que abarca el SAG cuentan con Consejo de Educación Técnico Profesional de la Universidad del Trabajo del Uruguay (CETP-UTU) y en Rivera se tiene la Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC). Del lado de Santana do Livramento existen universidad y varios centros educativos con cursos técnicos terciarios, de entre ellas vamos a destacar el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología Sul-Rio-G IFSul), porque este tiene un convenio con el CETP- UTU.

En relación a la investigación es importante señalar que, aunque las instituciones desarrollan hoy estudios en los temas de agua y ambiente, ésta sigue siendo insuficiente para los requerimientos que impone la gestión integrada. Si bien se están desarrollando algunas líneas de trabajo en este sentido en varias instituciones (Facultad de Ciencias, Facultad de Agronomía, Facultad de Ingeniería, Centros Universitarios Regionales, UTEC, INIA, LATU, entre otros) es imperioso sumar recursos y realizar los mayores esfuerzos para estimular el desarrollo hacia la gestión integrada de los RRHH.



6 ASUNTOS  
CRÍTICOS

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

## 6. ASUNTOS CRÍTICOS

### SISTEMATIZACIÓN DE PROBLEMÁTICAS IDENTIFICADAS PARA EL SAG

En esta sección se presentan las principales problemáticas detectadas en el análisis del diagnóstico y de las tendencias y proyecciones de uso del agua, que dificultan el alcance de los objetivos del Plan. Los problemas, identificados como asuntos críticos, se agrupan en temáticas según los objetivos del plan que incluyen la gestión integrada para el desarrollo humano y sostenible y del riesgo hídrico, y las herramientas y capacidades necesarias para su aplicación.

A partir de los asuntos críticos identificados y los objetivos buscados, se proponen en los programas y proyectos del plan líneas de trabajo que actúan sobre las principales causas de los problemas con el fin de minimizarlas y llegar al logro de los objetivos a corto, mediano y largo plazo.

Cuadro con los asuntos críticos identificados para el SAG y agrupados con los lineamientos del Plan Nacional de Aguas.

Grupo temático: <b>Sustentabilidad de la Cantidad y Calidad del Agua</b>	
Problema	Principales causas
<b>1</b> <b>Desequilibrio entre disponibilidad y demanda</b>	Disponibilidad de agua afectada por la variabilidad interanual y las diferencias estacionales de los volúmenes disponibles (aguas superficiales).
	Conocimiento desactualizado del estado de situación de las aguas subterráneas, de su dinámica y de su vulnerabilidad, particularmente en Rivera.
	Usos no administrados o de difícil cuantificación. Bajo conocimiento de los caudales y volúmenes efectivamente usados.
<b>2</b> <b>Pérdida de calidad de los recursos hídricos e integridad ecológica</b>	Cambios en el uso del suelo.
	Diseño y manejo inadecuado de perforaciones que puede afectar la eficiencia del uso en cantidad y calidad de agua (pozos que no cumplen la norma 86/04).
	Actividades antrópicas en el área aflorante y en el entorno a las obras de aprovechamiento. Particularmente la zona de recarga del Sistema Acuífero Guaraní se encuentra en la ciudad de Rivera y sus alrededores.
	Potenciales impactos en la salud por problemas de calidad de agua, sin embargo, se reconoce que son

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

	insuficientes los estudios que hay en relación con el agua y la salud.
	Vertidos e infiltración de efluentes industriales, agroindustriales y domésticos sin tratamiento adecuado.
	Fugas de rellenos sanitarios, escorrentía proveniente de vertederos o suelos contaminados por inadecuada ubicación y acondicionamiento de los mismos.
	Prácticas y disposición final inadecuadas o accidentes en el manejo de sustancias peligrosas.
	Disposición final de los residuos urbanos podrían comprometer la calidad y/o cantidad de las aguas subterráneas afectando diferentes usos.
	Posible afectación en calidad de aguas por la implantación en ascenso de las plantas de tratamiento para la madera con CCA.
	Gestión de efluentes termales.
	Contaminación difusa por agroquímicos.
<b>3</b>	<b>Soluciones de saneamiento individual poco efectivas</b>
	Pozos sépticos no impermeables que infiltran en condiciones no controladas.
	Sistemas de recolección y disposición por barométricas insuficientes y muchas veces inadecuadas para prestar un servicio efectivo.
	Vertidos de aguas grises a cunetas, vía pública y cuerpos de agua.
	Conexiones irregulares de drenaje pluvial a redes separativas de saneamiento.
	Red de saneamiento insuficiente, particularmente en Rivera y Tranqueras.
<b>4</b>	<b>Impactos del escurrimiento de las aguas en las ciudades</b>
	Modelos de urbanización que a menudo ignoran las aguas subterráneas y su comportamiento.
	La gestión de la ciudad aún no tiene en cuenta las aguas subterráneas.
	Impermeabilización de ciudades que favorecen el escurrimiento superficial.
	Falta de control de lodos y metales pesados en Cuñapirú.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Grupo temático: Agua y Riesgos Asociados	
Problema	Principales causas
5 Impactos de eventos extremos, sequías e inundaciones, en zonas rurales y urbanas	Escasos instrumentos y dificultades de aplicación para la gestión integral del riesgo.
	Falta de evaluación de la afectación a los acuíferos frente a estos eventos.
	Baja articulación de las aguas subterráneas en otros instrumentos de planificación y gestión, a nivel territorial y ambiental.
6 Potenciales riesgos asociados a la infraestructura hidráulica	Inadecuadas conexiones de algunas pluviales al saneamiento.
	Falta de medidas de mitigación y adaptación.
Grupo temático: Herramientas y Capacidades para la Gestión Integrada	
Problema	Principales causas
7 Normativa dispersa y desactualizada	Parte de la normativa no recoge los nuevos conceptos de gestión de los recursos hídricos, y los avances del conocimiento. Analizar la normativa en un contexto regional y nacional. Salvo aspectos específicos de la zona.
	Falta conocimiento de las leyes y falta normativa que favorezca el control.
	Superposición de competencias y vacíos legales, aspecto general para todo el país.
	Falta de normativa de protección de captaciones.
8 Debilidad de herramientas y procedimientos administrativos para la gestión	“Penalizaciones insuficientes”.
	Baja articulación entre los diferentes procedimientos administrativos relacionados a la gestión de los recursos hídricos, incluyendo todas las actividades vinculadas al agua en el territorio.
	Requisitos de información y procedimientos desactualizados para gestionar permisos y concesiones, que enlentecen y dificultan los trámites.
	Baja capacidad de control y seguimiento de la ejecución de obras y de los derechos de usos del agua otorgados a nivel local. Necesidad de intensificar los controles sobre la actividad agropecuaria, particularmente sobre la agricultura y la ganadería específicamente en la zona aflorante.
	Ausencia de incentivos para uso eficiente.
Sistemas de información con baja convergencia, interoperabilidad y accesibilidad.	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

9	<b>Información insuficiente</b>	Bases de datos incompletas.
		Bajo conocimiento de los caudales y volúmenes efectivamente usados.
		Dificultades para el desarrollo, operación y mantenimiento de los sistemas de información.
		Programas de monitoreo desactualizados con escasa coordinación entre las redes hidrométrica, meteorológica y de calidad de aguas superficial y subterránea.
		Información dispersa y no sistematizada.
10	<b>Debilidad inter e intra institucional para la gestión integrada de los recursos hídricos</b>	Baja participación de la sociedad civil local, en la planificación territorial.
		Estructura y capacidades técnicas y operativas para la gestión integrada y participativa de los recursos hídricos no adaptadas a los nuevos requerimientos.
		Varios ámbitos de participación en el territorio que se están desarrollando y no están coordinados, es necesario interactuar y potenciar las acciones en una misma dirección. Ej: Mesa de desarrollo, mesas de juventudes, mesas de desarrollo social, comisión de cuenca, mesas productivas, espacios de ordenamiento territorial, etc.
11	<b>Debilidad en la divulgación, formación e investigación en la temática del agua frente a los nuevos desafíos para la gestión</b>	Debilidad en las estrategias de comunicación que promuevan la participación activa.
		Desconocimiento de la población en general de los acuíferos.
		Falta de difusión y promoción de manuales existentes como el de Aguas Subterráneas y el de Tajamares.
		Falta de divulgación y difusión de normativas vigentes.
		Falta de investigación de afectación de las aguas subterráneas frente a eventos extremos de sequías e inundaciones.
Falta de capacitación a técnicos y tomadores de decisiones.		

Termas Arapey 19

7 PROGRAMAS  
Y PROYECTOS

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

## 7. PROGRAMAS Y PROYECTOS

Los proyectos del Plan de Gestión Integrada del SAG se formulan en base a los objetivos del Plan Nacional de Aguas, considerando el diagnóstico, los asuntos críticos identificados, las directrices como orientadoras de acciones estratégicas y los programas definidos a nivel del Plan Nacional de Aguas.



Figura 7.1: Mapa estratégico de los Programas (PNA, 2017)

Estos proyectos, a su vez, se nutren de todas aquellas actividades que son llevadas a cabo por todas las instituciones que inciden directa o indirectamente en el uso, manejo y conservación del agua a nivel local o regional como antecedentes o que son proyectadas o necesarias como acciones para el logro de los objetivos planteados. Su contenido fue trabajado en grupos de trabajo de la comisión del SAG y en reuniones con actores institucionales directamente vinculados a cada temática.

A modo descriptivo se menciona que los programas del Plan Nacional de Aguas se agrupan según la lógica de generación de valor (Figura 7.1). Los tres primeros programas se relacionan directamente con los tres objetivos del plan y son los impactos y resultados esperados, aportan acciones para la gestión integrada de las aguas haciendo énfasis en la dimensión sustentable y de riesgo. Los programas del 04 al 07 son los productos y procesos que contribuyen a lograr los impactos y resultados; incluyen los instrumentos de gestión, los planes de gestión integrada y el

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

sistema de información y modelos. Los programas del 08 al 10 tienden a generar las capacidades de base para el logro de los objetivos: monitoreo de cantidad y calidad, fortalecimiento y coordinación interinstitucional, y educación e investigación.

En el siguiente cuadro se presentan los Proyectos para el SAG organizados según los Programas del Plan Nacional de Aguas, dado que además de plantear las acciones a nivel del acuífero, contribuirán con un enfoque local a las líneas a desarrollarse a escala nacional.

Cuadro Proyectos del Plan de Gestión Integrada del Sistema Acuífero Guaraní enmarcados en los Programas del Plan Nacional de Aguas (PNA), MVOTMA (2017)

	Programa PNA	Proyectos SAG	Objetivos de los Proyectos
Impactos y resultados	<b>P01</b>  <b>Conservación y uso sustentable del agua</b>	P01/1 – Medidas de preservación y mitigación de impactos en el SAG	Establecer prioridades espaciales, zonificar y definir medidas de protección en zonas de recarga del acuífero.
		P01/2 – Gestión del riesgo de impactos puntuales	Generar protocolos de gestión del riesgo de impactos puntuales disminuir el aporte de contaminantes provenientes de fuentes puntuales y difusas.
		P01/3 – Uso eficiente del agua en la zona del SAG	Promover acciones para el uso eficiente de los diferentes usos del agua subterránea. Definiendo uso eficiente del agua como: incremento de la productividad, reduciendo la intensidad del uso del agua y la contaminación producto de las diversas actividades, a través de la maximización del valor del uso del agua.
		P01/4 – Explotación del agua termal	Promover acciones para el uso eficiente del agua termal.
	<b>P02</b>  <b>Agua para la población y hábitat humano</b>	P02/1–Acciones para el acceso al agua potable	Viabilizar y asegurar el acceso universal y sustentable al agua potable y las fuentes de agua para abastecimiento a poblaciones.
		P02/2 – Saneamiento y drenaje urbano	Viabilizar el acceso universal y sustentable al saneamiento y drenaje pluvial.
	<b>P03</b> 	P03/1– Gestión del SAG frente a eventos extremos (inundaciones y sequías)	Fortalecer la capacidad de gestión del uso del SAG frente a eventos extremos, implementando instrumentos de gestión de riesgo ante inundaciones o sequías.
Productos y procesos	<b>P05</b>  <b>Instrumentos específicos de gestión</b>	P05/1–Aportes a la armonización del marco legal local para la gestión de los recursos hídricos subterráneos	Compatibilizar el marco jurídico con el enfoque de gestión del SAG y armonizarlo con los avances del conocimiento.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

			P05/2–Aplicación de instrumentos técnicos-administrativos disponibles para efectivizar la gestión integrada de los recursos hídricos subterráneos	Mejorar los instrumentos administrativos disponibles para optimizar y efectivizar la gestión integrada de los recursos hídricos y los mecanismos de control.
	<b>P07</b> 	<b>Sistemas de información y modelos</b>	P07/1 – Sistema de Información desarrollado para el SAG	Desarrollar un sistema de información como apoyo a la toma de decisión para la planificación y gestión del SAG.
			P07/2 - Modelos conceptuales y matemáticos en el SAG	Contar con modelos hidrogeológicos para la planificación y la gestión del SAG y su vínculo con las cuencas superficiales.
<b>Capacidades</b>	<b>P08</b> 	<b>Monitoreo de cantidad y calidad</b>	P08/1 – : Monitoreo de cantidad y calidad de aguas superficiales y subterráneas en la zona del SAG	Incorporar una red de monitoreo de cantidad y calidad de aguas subterráneas teniendo en cuenta su interacción con aguas superficiales.
	<b>P09</b> 	<b>Fortalecimiento de la comisión del SAG y de la coordinación institucional</b>	P09/1 - Fortalecimiento de la Comisión de Cuenca y de la coordinación con otros ámbitos de participación	Consolidar la Comisión del SAG y fortalecer las capacidades de la secretaría técnica y de las instituciones miembros para cumplir con los cometidos asignados de apoyo en la planificación y gestión de los recursos hídricos y articulación entre los distintos actores.
	<b>P10</b> 	<b>Educación para el agua, comunicación, investigación y desarrollo de capacidades</b>	P10/1 – Educación y comunicación para el agua el ámbito del SAG	Promover la inclusión de la temática del agua subterránea en diferentes ámbitos educativos, fortalecer la comunicación y la difusión de información, así como los saberes disponibles.
			P10/2 - Promoción de líneas de investigación e innovación para la gestión integrada del agua del SAG	Avanzar en el conocimiento necesario para la gestión integrada y sostenible del SAG.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

A continuación, se presentan los programas del Plan de Gestión Integrada del Acuífero Guaraní y los potenciales proyectos, con una descripción en donde se mencionan los objetivos, los responsables por su ejecución, los actores principales que aportarán para su implementación, las metas para su concreción y cualquier otro parámetro que se estime necesario.

PROGRAMA PNA 01: <b>CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DEL AGUA</b>	 <b>PNA P01</b>
PROYECTO PSAG P01/1: MEDIDAS DE PRESERVACIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS EN EL SAG	<b>PSAG P01/ 1</b>
<b>OBJETIVO</b> Establecer <b>prioridades espaciales, zonificar y definir medidas de protección</b> en zonas de recarga del acuífero.	
<b>ANTECEDENTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aporte al desarrollo y definición de medidas de preservación de acuíferos para la gestión a nivel de cuenca como se establece en el Plan Nacional de Aguas (P01/01).</li> <li>- Medidas de Preservación y mitigación del SAG (Plan director de IDR).</li> <li>- Artículo 8. De Ordenanza Desarrollo y Ordenamiento Territorial del departamento de Tacuarembó Directriz Cultura, Patrimonio, Recursos Naturales y Biodiversidad.</li> <li>- Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del SAG.</li> <li>- Proyectos Fondo de Universidades del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del SAG.</li> <li>- Tesis Doctoral, Collazo (2006). “Investigación Hidrogeológica del SAG en el área aflorante de los departamentos de Rivera y Tacuarembó, Uruguay”, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA.</li> <li>- Mapas de Vulnerabilidad SAG aflorante.</li> <li>- Mapa de Riesgo a la contaminación del agua subterránea del SAG aflorante.</li> <li>- Mapa Piezométrico SAG aflorante.</li> <li>- Mapa Hidroquímico SAG aflorante.</li> </ul>	
<b>Acción 1.1.a – Priorización y zonificación para la protección del acuífero</b>	
<b>Actividades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapeo de ubicación de pozos, integración de base de datos existentes.</li> <li>- Identificación de áreas a preservar, zonas sometidas a presión y zonas que merecen un manejo especial.</li> </ul>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

<ul style="list-style-type: none"> <li>- En base a zonas de riesgo a la contaminación alta ya identificadas en el área aflorante, enfatizar en la contaminación del agua subterránea.</li> <li>- Detección del origen de las cargas contaminantes y su cuantificación. Continuación y avance en el área aflorante del SAG.</li> <li>- Actualización de Mapas de vulnerabilidad (en base oscilaciones del NE) y recarga del acuífero SAG aflorante ya realizados.</li> </ul>
<p><b>RESPONSABLES:</b> MA, MVOT, OSE, MGAP. Actores claves: CeReGAS, UdelaR (Departamento del Agua Regional Norte, RRHH-FCIEN), Intendencias Departamentales</p>
<p><b>METAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perforaciones de OSE y de otros usuarios analizadas y perímetros de protección determinados.</li> <li>- Perímetros de protección incorporados a los instrumentos de gestión: Ordenamiento Territorial de la IDR, UDA e IDT.</li> </ul>
<p><b>Acción 1.1. b – Medidas de protección</b></p>
<p><b>Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer perímetros de protección para pozos con destino al abastecimiento a poblaciones (Rivera, Artigas, Tacuarembó, en zonas de recarga).</li> <li>- Análisis de medidas de protección del acuífero en su área de recarga y en el entorno de las obras de captación de aguas subterráneas y medidas para reducir el riesgo a la contaminación.</li> <li>- Definición de actividades a restringir o desarrollar y articular con instrumento de ordenamiento territorial.</li> <li>- Proponer criterios de Impermeabilización del Suelo en áreas de recarga y articular con instrumento de ordenamiento territorial para actividades específicas.</li> <li>- Identificar puntos específicos de recarga.</li> </ul>
<p><b>RESPONSABLES:</b> MA, MVOT, OSE, Intendencias Departamentales, MGAP. Actores claves: CeReGAS, UdelaR (CENUR, CUT, CUR, RRHH-FCIEN) Organizaciones sociales (locales como, Agüita) Sociedad de Productores (CNFR, ACA, Juntas de Riego), Empresas perforadoras</p>
<p><b>METAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinación de medidas de protección.</li> </ul>
<p><b>Acción 1.1.c – Ajustes para la implementación y control</b></p>

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

<p><b>Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación de las medidas de protección.</li> <li>- Monitoreo continuo (OSE, convenio MVOTMA-OSE).</li> <li>- Revisión de la aplicación y ajuste de las medidas.</li> <li>- Replicación.</li> <li>- Difusión.</li> </ul>
<p><b>RESPONSABLES:</b> MA, MVOT, MIEM, MSP, OSE, MGAP, CeReGAS, UdelaR (CENUR, CUT, CUR, RRHH-FCIEN), Sociedad de Productores</p>
<p><b>METAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajustes necesarios incorporados para mejorar la aplicación de las medidas de protección</li> <li>- Mejoras en el control incorporadas</li> </ul>
<p><b>Acción 1.1.d – Análisis territorial para contribuir a los instrumentos de ordenamiento territorial</b></p>
<p><b>Actividades:</b> Delimitación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas preferentes para el desarrollo de actividades según aptitud, capacidades y valor estratégico.</li> <li>- Zonas de exclusión por incompatibilidad con zonas de protección.</li> <li>- Mapeo de sitios de importancia.</li> <li>- Establecimiento de medidas especiales de protección para preservar el SAG (Estas medidas abordarán tanto el control de actividades como eventualmente restricciones en el uso suelo en estas subcuencas para proteger la cantidad y la calidad del agua).</li> <li>- Difusión de instrumentos y buenas prácticas.</li> <li>- Coordinación con Evaluación Ambiental Estratégica (DINAMA).</li> </ul>
<p><b>RESPONSABLES:</b> MA, MVOT, MGAP Intendencias Departamentales Actores clave: CeReGAS, OSE, unidades técnicas de instituciones vinculadas, UdelaR (CENUR, CUT, CUR, RRHH-FCIEN), usuarios (sociedad de Productores) y actores locales (como Agüita, consultar en Rivera)</p>
<p><b>METAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporación de mapas de vulnerabilidad en nuevos instrumentos de ordenamiento territorial.</li> </ul>

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporación de mapas de vulnerabilidad en instancias de revisión de instrumentos de ordenamiento territorial vigentes.</li> <li>- Mapa de actores.</li> </ul>	
PROGRAMA PNA 01: <b>CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DEL AGUA</b>	 <p><b>PNA P01</b></p>
PROYECTO PSAG P01/2: <b>GESTIÓN DEL RIESGO DE IMPACTOS PUNTUALES</b>	<b>PSAG P01/2</b>
<p><b>OBJETIVO</b></p> <p><b>Generar protocolos de gestión del riesgo de impactos puntuales disminuir el aporte de contaminantes provenientes de fuentes puntuales y difusas.</b></p>	
<p><b>ANTECEDENTES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Líneas a nivel nacional PNA (P01/1, 2 y 5). Aportar al desarrollo y definición de medidas de preservación y mitigación de impacto de fuentes puntuales para la gestión a nivel de cuenca como se establece en el Plan Nacional de Aguas.</li> <li>- Planes de uso y manejo.</li> <li>- Política forestal.</li> <li>- Control de la aplicación de Agroquímicos.</li> <li>- Buenas prácticas agrícolas.</li> <li>- Manuales generados durante el Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del SAG.</li> </ul>	
<p><b>Acción 1.2.a – Diseñar políticas de control y mitigación de los impactos puntuales</b></p>	
<p><b>Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de las emisiones líquidas de origen doméstico, industrial y agropecuario sin adecuado tratamiento, en zona de recarga.</li> <li>- Mejorar la gestión de residuos sólidos que afectan los cursos de agua, acuífero aflorante y zona de recarga.</li> <li>- Coordinación con el Plan Nacional de Saneamiento o Universalización de acceso al saneamiento.</li> <li>- Análisis de vertederos existentes en la zona aflorante y sus condiciones constructivas.</li> <li>- Trabajo social con la población vulnerable que trabaja en vertederos.</li> </ul>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

<p><b>RESPONSABLES:</b> MA, MVOT. Intendencias Departamentales Actores clave: MIEM, unidades técnicas de instituciones vinculadas, instituciones de investigación (INIA), usuarios y actores locales. Udelar (CENUR, CUT, CUR, FAGRO, FCIEN ) MGAP, Proyecto FAO Plaguicidas</p>
<p><b>METAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidades institucionales y tecnológicas fortalecidas para el control de las industrias.</li> <li>- Sistema de control online del vertido de algunas de las empresas de mayor porte.</li> </ul>
<p><b>Acción 1.2.b – Reducción del impacto de emisiones líquidas de origen doméstico</b></p>
<p><b>Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundización en las acciones dirigidas a mejorar la conectividad a los sistemas de saneamiento.</li> <li>- Mapeo de sistemas de saneamiento existentes en áreas de recarga, conexiones y riesgos.</li> </ul>
<p><b>RESPONSABLES:</b> OSE, MA, MVOT, MIEM gobiernos departamentales y locales. Actores clave: unidades técnicas de instituciones vinculadas, instituciones de investigación, usuarios y actores locales. Udelar (FQ, CUT, CUR)</p>
<p><b>METAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de saneamiento sólido para la reducción del impacto de las emisiones líquidas de origen doméstico</li> </ul>
<p><b>Acción 1.2.c – Reducción de aportes derivados de los tambos, feed-lot y otros establecimientos agropecuarios con vertidos puntuales al medio</b></p>
<p><b>Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimización del manejo del agua en los sistemas productivos.</li> <li>- Difusión de instrumentos y buenas prácticas.</li> </ul>
<p><b>RESPONSABLES:</b> MA, MGAP (RRNN, INALE y SG), MIEM. Actores clave: unidades técnicas de instituciones vinculadas, instituciones de investigación: Udelar (FQ, FARGRO, CUT, CUR), INIA, usuarios (Soc. de Productores) y actores locales. UTEC, UTU, CAPDER, CampoLimpio</p>
<p><b>METAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigencias de tratamiento y manejo obligatorio de efluentes en los distintos establecimientos aplicadas.</li> </ul>

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

<ul style="list-style-type: none"><li>- capacidades fortalecidas para desarrollar servicios de asistencia técnica, extensión rural y transferencia de tecnología agropecuaria a productores familiares y medianos</li><li>- Fortalecimiento de acciones y programas de asistencia a productores de pequeño porte</li></ul>
<b>Acción 1.2.d – Gestión de riesgos debidos a eventos puntuales de poca probabilidad de ocurrencia y de alto impacto en cuerpos de agua</b>
<b>Actividades:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Análisis de zonas vulnerables y riesgos de impactos puntuales a las que están sometidas las zonas de recarga del SAG debido a eventos puntuales de poca probabilidad de ocurrencia y de alto impacto, como ser derrames intencionales o accidentales de sustancias peligrosas (ej: hidrocarburos, productos químicos) o altas concentraciones de materia orgánica (ej: lixiviado de residuos sólidos, líquidos residuales industriales).</li><li>- Revisión y generación de nuevos protocolos para disminución de riesgos y mitigación de impactos.</li><li>- Restricción del transporte de carga peligrosa.</li><li>- Medidas de control que minimicen el riesgo a la contaminación.</li></ul>
<b>RESPONSABLES:</b> MA, MGAP (RRNN). Actores clave: MIEM, MTOP, OSE, gobiernos departamentales y locales, unidades técnicas de instituciones vinculadas, usuarios (Soc. de Productores) y actores locales. Udelar (FQ, FCIEN, CUT, CUR), comisiones departamentales, SINAIE
<b>METAS:</b>
<b>FINANCIAMIENTO Y APOYOS</b>
<b>AÑO DE INICIO:</b>

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

PROGRAMA PNA 01 : <b>CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DEL AGUA</b>	 <b>PNA P01</b>
PROYECTO PSAG P01/3: <b>USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA ZONA DEL SAG</b>	<b>PSAG P01/3</b>
<p><b>OBJETIVO</b></p> <p>Promover acciones para el <b>uso eficiente de los diferentes usos del agua</b> subterránea.</p> <p>Definiendo uso eficiente del agua como: incremento de la productividad, reduciendo la intensidad del uso del agua y la contaminación producto de las diversas actividades, a través de la maximización del valor del uso del agua.</p>	
<p><b>ANTECEDENTES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del SAG (VER).</li> </ul>	
<p><b>Acción 1.3.a – Promoción del uso eficiente y la aplicación de tecnologías que permitan optimizar el uso del recurso agua del SAG</b></p>	
<p><b>Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimización del manejo del agua y aplicación de tecnologías eficientes en el uso del recurso para procesos productivos, industriales y/o termales (de recreación) mediante el diseño de sistemas de tratamiento y/o equipos, reutilización y la eliminación de pérdidas.</li> <li>- Promoción de acciones tendientes a hacer más eficiente el uso doméstico del agua relacionado principalmente con las prácticas culturales de consumo y reúso.</li> <li>- Impulsar el uso de métodos de riego más eficientes.</li> <li>- Desarrollo de un programa de concientización y/o sensibilización de la población en general de las buenas prácticas, las opciones más eficientes y la relación costo/beneficio.</li> </ul>	
<p><b>RESPONSABLES:</b> MA, MVOT, OSE, MGAP, MIEM. Actores clave: MINTUR, gobiernos departamentales y locales, unidades técnicas de instituciones vinculadas, instituciones de investigación (UdelaR, INIA), Instituciones de educación, Grupo de desarrollo del riego, sistema educativo (ANEP, etc.), organizaciones sectoriales, usuarios, actores locales.</p>	
<p><b>METAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrategia para promover el uso eficiente del agua incluyendo indicadores de seguimiento.</li> </ul>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

FINANCIAMIENTO Y APOYO
AÑO DE INICIO:

PROGRAMA PNA 01: <b>CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DEL AGUA</b>	 <b>PNA P01</b>
PROYECTO PSAG P01/4: <b>EXPLORACIÓN DEL AGUA TERMAL</b>	<b>PSAG P01/4</b>
<b>OBJETIVO</b> Promover acciones para el <b>uso eficiente del agua termal</b> .	
<b>ANTECEDENTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyecto utilización de la energía geotérmica para calefacción de invernaderos de tomate.</li> <li>- Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del SAG.</li> <li>- Resolución 769/001 Junta Asesora del acuífero infrabasáltico Guaraní.</li> <li>- Agregar antecedentes de uso.</li> </ul>	
<b>Acción 1.4.a – Promoción del uso eficiente del agua termal</b>	
<b>Actividades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Optimización del manejo del agua y aplicación</b> de tecnologías eficientes en el uso del agua termal.</li> <li>- Diseño de sistemas de tratamiento y/o equipos para reutilización y evitar pérdidas.</li> <li>- Estudio de alternativas para la reutilización del recurso en otros emprendimientos fuera del complejo termal.</li> </ul>	
<b>RESPONSABLES:</b> MA, Intendencias Salto y Paysandú, UDELAR, MGAP, Sociedad de Productores, MINTUR, Usuarios Privados	
<b>METAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medición y análisis de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y de la calidad de las aguas de rebase para riego.</li> </ul>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantear estrategias para promover el uso eficiente del agua termal incluyendo indicadores de seguimiento.</li> <li>- Poner algo en relación a la calefacción de ambientes y cultivos.</li> </ul>
FINANCIAMIENTO Y APOYO
AÑO DE INICIO:

PROGRAMA PNA 02: <b>PROGRAMA AGUA PARA LA POBLACIÓN</b>	 <b>PNA P02</b>
PROYECTO PSAG P02/1: <b>ACCIONES PARA EL ACCESO AL AGUA POTABLE</b>	<b>PSAG P02/1</b>
<b>OBJETIVO</b> Viabilizar y asegurar el <b>acceso universal y sustentable al agua potable y las fuentes de agua para abastecimiento a poblaciones.</b>	
<b>ANTECEDENTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de Abastecimiento a Pequeñas Localidades y Escuelas Rurales (OSE), Planes de seguridad de aguas.</li> <li>- Estudios de OSE (proyecciones de demandas, sistemas de información, ampliación de instalación, etc.).</li> <li>- Comisión Honoraria Pro Erradicación de la Vivienda Rural Insalubre (MEVIR).</li> </ul>	
<b>Acción 2.1.a – Aporte a los procesos de planificación y gestión</b>	
<b>Actividades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aporte a los procesos de planificación y evaluación sistemática como herramientas para la búsqueda de soluciones integrales y apropiadas.</li> <li>- Articulación y coordinación de acciones locales que viabilicen la gestión sostenible y responsable de las aguas y la mejora de la calidad de vida.</li> </ul>	
<b>Acción 2.1.b – Atención a pequeñas localidades y población rural dispersa</b>	
<b>Actividades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atención de la necesidad de pequeñas localidades y población rural dispersa de acceso al agua potable.</li> </ul>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnóstico y monitoreo técnico.</li> <li>- Acciones sobre demanda y oferta.</li> </ul>
<b>RESPONSABLE:</b> MA, MVOT, OSE, MGAP, Intendencias Departamentales. Actores Claves: Municipios, MERVIR, Udelar (CUT y CUR), Mesas de Desarrollo Rural, ANEP, CAPDER
<b>METAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acciones locales articuladas y coordinadas, con la participación fortalecida para búsqueda de soluciones integrales y apropiadas a la escala con los lineamientos nacionales para el acceso universal y sustentable al agua potable.</li> </ul> <p>Estado de situación de la problemática del acceso al agua y agua potable en la población rural dispersa</p>
<b>FINANCIAMIENTO Y APOYO</b>
<b>AÑO DE INICIO:</b>

<b>PROGRAMA PNA 02: PROGRAMA AGUA PARA LA POBLACIÓN</b>	 <b>PNA P02</b>
<b>PROYECTO PSAG P02/2: Saneamiento y drenaje urbano</b>	<b>PSAG P02/2</b>
<b>OBJETIVO</b> Viabilizar el acceso universal y sustentable al saneamiento y drenaje pluvial.	
<b>ANTECEDENTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de Universalización al Saneamiento, en elaboración (PNA P02/1). Dará lineamientos para la organización del sector que aseguren la correcta evacuación, tratamiento y disposición final de los efluentes domésticos, contando con infraestructuras adecuadas, gestión eficaz y procedimientos de control.</li> <li>- Mejoras significativas en la cobertura de saneamiento de la región Rivera.</li> <li>- Convenio con OSE e Intendencia de Rivera para promover las conexiones (etapas 1 y 2).</li> <li>- Análisis del impacto de la red de saneamiento por parte de OSE.</li> </ul>	
<b>Acción 2.2.a – Fomentar la construcción de nuevas redes de saneamiento</b>	
<b>Actividades:</b>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Profundizar y fortalecer</b> las acciones para la conexión a las redes de saneamiento en poblaciones vulnerables (Plan de conexiones MVOTMA-OSE).</li> <li>- Mejoras de las plantas de tratamiento de líquidos residuales en zona de recarga.</li> <li>- <b>Evaluación de los sistemas de drenaje pluvial urbano</b>, identificando y priorizando problemas y causas. Generación e implementación de acciones que incorporen obras, medidas de gestión y normativa para reducir el riesgo de inundaciones urbanas.</li> </ul>
<b>RESPONSABLES:</b> OSE, MVOT, MA, Intendencias Departamentales, OPP
<b>METAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acciones locales articuladas y coordinadas, con la participación fortalecida para búsqueda de soluciones integrales y apropiadas a la escala con los lineamientos nacionales para el acceso universal saneamiento y drenaje pluvial</li> <li>- Estado de situación de sistemas de drenaje de forma de minimizar el impacto en el ambiente.</li> <li>- Propuesta para mejora de sistemas de drenaje de forma de mejorar la calidad de vida de la población y minimizar el impacto del ambiente</li> </ul>
<b>FINANCIAMIENTO Y APOYO</b>
<b>AÑO DE INICIO:</b>

PROGRAMA PNA 03: <b>GESTIÓN DEL RIESGO HÍDRICO (INUNDACIONES Y SEQUÍAS)</b>	 PNA P03
PROYECTO PSAG P03/1: <b>GESTIÓN DEL SAG FRENTE A EVENTOS EXTREMOS</b>	PSAG P03/ 1
<b>OBJETIVO</b> Fortalecer la capacidad de <b>gestión del uso del SAG frente a eventos extremos</b> , implementando <b>instrumentos de gestión de riesgo ante inundaciones o sequías</b>	
<b>ANTECEDENTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alertas tempranas y asistencia en inundaciones y sequías (MGAP, INUMET, INIA).</li> </ul>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

<ul style="list-style-type: none"><li>- Líneas a nivel nacional PNA (P03/3).</li></ul>
<b>Acción 3.1.a – Fortalecimiento de la capacidad de gestión del riesgo de sequía e inundaciones</b>
<b>Actividades:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Generación de mapas de riesgo de sequías de aguas superficiales.</li><li>- Generación y divulgación de información referente a la accesibilidad de aguas subterráneas.</li><li>- Análisis de vulnerabilidad de los distintos usuarios frente al déficit hídrico o inundaciones.</li><li>- Coordinación con Proyecto binacional de adaptación de ciudades y ecosistemas vulnerables.</li></ul>
<b>RESPONSABLES:</b> MGAP, MA, MVOT, SINAIE, INIA, DINAMIGE, UdelAR (FAGRO, FCIEN)
<b>METAS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Mapas de riesgo, mapas de accesibilidad y relevamiento de buenas prácticas.</li><li>- Modelos hidrológicos para la previsión de inundaciones en ciudades afectadas.</li><li>- Sistema de alerta temprana implementado e iniciado para las ciudades afectadas</li><li>- Mapas de amenazas y de riesgo de ciudades afectadas, elaborados, incorporados en los PLOTS.</li><li>- Información existente sobre zonas inundables difundida a la población</li><li>- Mapas de riesgo de sequía de aguas superficiales</li><li>- Mapas de accesibilidad de agua subterránea</li><li>- Déficit hídrico y vulnerabilidad de los distintos usuarios analizados</li><li>- Buenas prácticas relevadas y difundidas</li><li>- Necesidades de desarrollo de conocimiento, monitoreo y modelación identificadas</li></ul>
<b>FINANCIAMIENTO Y APOYO</b>
<b>AÑO DE INICIO:</b>

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

PROGRAMA PNA 05: INSTRUMENTOS ESPECÍFICOS DE GESTIÓN	 <b>PNA P05</b>
PROYECTO PSAG P05/1: APORTES A LA ARMONIZACIÓN DEL MARCO LEGAL LOCAL PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS	PSAG P05/ 1
<b>OBJETIVO</b> <b>Compatibilizar el marco jurídico</b> con el enfoque de gestión del SAG y armonizarlo con los avances del conocimiento.	
<b>ANTECEDENTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instrumentos de ordenamiento territorial departamentales.</li> <li>- Líneas de acción en el marco del Plan Nacional de Aguas para la armonización del marco legal para la gestión de los recursos hídricos (PNA P05/1).</li> <li>- Decreto 214/00.</li> <li>- Decreto 86/04.</li> <li>- Resolución 769/001 Junta Asesora del Acuífero Infrabasáltico Guaraní.</li> <li>- UNIT 833.</li> </ul>	
<b>Acción 5.1.a – Revisión y armonización del marco legal</b>	
<b>Actividades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión y actualización de normativa nacional y departamental que acompañen las líneas de acción propuestas para el acuífero y aporte a nivel nacional.</li> <li>- Profundizar contralor de acuerdo a legislación vigente y actualización permanente de la misma.</li> </ul>	
<b>RESPONSABLES:</b> Intendencias, MA, MVOT, URSEA. Actores Claves: UdelaR (Facultad de Derecho)	
<b>METAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Requerimientos o modificaciones de normativa necesarias definidas en base a los avances en la aplicación del PGISAG.</li> <li>- Instrumentos de ordenamiento territorial departamentales con contenido coherente en relación al PGISAG y al Programa Nacional de Ordenamiento Territorial.</li> </ul>	
<b>FINANCIAMIENTO Y APOYO</b>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

**AÑO DE INICIO:**

PROGRAMA PNA 05: <b>INSTRUMENTOS ESPECÍFICOS DE GESTIÓN</b>	 <b>PNA P05</b>
PROYECTO PSAG P05/2: <b>APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS TÉCNICOS-ADMINISTRATIVOS DISPONIBLES PARA EFECTIVIZAR LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRANEOS</b>	<b>PSAG P05/ 2</b>
<b>OBJETIVO</b> <b>Mejorar los instrumentos administrativos disponibles para optimizar y efectivizar la gestión integrada de los recursos hídricos y los mecanismos de control.</b>	
<b>ANTECEDENTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En el marco del Plan Nacional de Aguas se trabaja en la actualización de la gestión (PNA P05/2) que propone la modernización de la gestión de las aguas en todos sus aspectos y a diferentes niveles, involucrando a todos los actores y reformulando las modalidades de trabajo, con especial atención a la implementación del plan de aguas.</li> </ul>	
<b>Acción 5.2.a – Optimización del proceso de registro de aprovechamientos de agua subterránea</b>	
<b>Actividades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promoción para que todos los usuarios de agua tramiten sus Derechos de Uso y devolución de agua, en etapas y adaptado a los diferentes usos (ej: efluentes termales).</li> <li>- Diseño e implementación de mecanismos para facilitar el registro de todos los usos del agua en etapas.</li> </ul>	
<b>Acción 5.2.b – Fortalecimiento del sistema de fiscalización y control</b>	
<b>Actividades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortalecimiento del sistema de fiscalización, seguimiento y control de los derechos de uso de aguas subterráneas.</li> </ul>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

- Incorporación de tecnologías acordes que contribuyan a las tareas inspectoras de contralor.
- Elaboración de protocolo para coordinación entre distintas instituciones para realizar fiscalización.

### Acción 5.2.c – Difusión y capacitación

#### Actividades:

- Difusión sobre importancia y mecanismos del registro de aprovechamientos de agua subterránea a distintos actores implicados.
- Capacitación y actualización a técnicos que realizan la inscripción del Derecho de uso.

RESPONSABLES: MA, MGAP, OSE, Empresas Perforadoras, Técnicos responsables, usuarios (sociedad de productores, Mesas de Desarrollo Rural), Intendencias y Privados Empresas de turismo termales

#### METAS:

- Diagnóstico del estado de situación de usuarios no registrados en el Registro Público de Aguas (análisis de causas).
- Definición de acciones para que todos los usuarios de agua obtengan sus Derechos de Uso y estén inscriptos en el Registro Público de Aguas.
- Campaña de difusión y capacitación diseñada y en ejecución (técnicos, usuarios y público en general) sobre registro de uso de agua.
- Incorporación de recursos humanos y tecnologías acordes a las tareas inspectoras.

### FINANCIAMIENTO Y APOYO

#### AÑO DE INICIO:

**PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA  
DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ**

<p><b>PROGRAMA PNA 07: SISTEMA DE INFORMACIÓN Y MODELOS</b></p>	 <p><b>PNA P07</b></p>
<p><b>PROYECTO PSAG P07/1: SISTEMA DE INFORMACIÓN DESARROLLADO PARA EL SAG</b></p>	<p><b>PSAG P07/ 1</b></p>
<p><b>OBJETIVO</b></p> <p>Desarrollar un <b>sistema de información</b> como apoyo a la toma de decisión para la planificación y gestión del SAG.</p>	
<p><b>ANTECEDENTES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyecto Sistema Nacional de Información Ambiental e Hídrica (PNA 07/1 y 2).</li> <li>- Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del SAG.</li> <li>- Actualización de los modelos correspondientes a los pilotos del Proyecto SAG del Departamento del Agua, Regional Norte (UdelaR).</li> <li>- Visualizadores (DINAMA, DINOT, DINAMIGE, SNIA).</li> </ul>	
<p><b>Acción 7.1.a – Desarrollo de un sistema de información para el SAG</b></p>	
<p><b>Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora y actualización del Sistema de Información Hídrica (como nueva funcionalidad para visualización de perfiles constructivos y litológicos de pozos) para el manejo de datos y modelos.</li> <li>- Generar e integrar información disponible de aguas subterráneas y superficiales en la zona de recarga.</li> </ul>	
<p><b>RESPONSABLES:</b> MIEM, MA, MVOT Intendencias, UdelaR (CUT, CUR, CENUR), INIA, CeReGAS, MGAP, AGESIC</p>	
<p><b>METAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema Información que apoye la toma de decisiones en la planificación y gestión del SAG y las cuencas superficiales relacionadas.</li> </ul>	
<p><b>FINANCIAMIENTO Y APOYO:</b></p>	
<p><b>AÑO DE INICIO:</b></p>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

PROGRAMA PNA 07: <b>SISTEMA DE INFORMACIÓN Y MODELOS</b>	 <b>PNA P07</b>
PROYECTO PSAG P07/2: <b>MODELOS CONCEPTUALES Y MATEMÁTICOS EN EL SAG</b>	<b>PSAG P07/2</b>
<b>OBJETIVO</b> Contar con <b>modelos hidrogeológicos</b> para la planificación y la gestión del SAG y su vínculo con cuencas superficiales.	
<b>ANTECEDENTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pilotos modelos Santana – Rivera y Concordia – Salto del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del SAG.</li> <li>- Actualización de modelos Santana – Rivera y Concordia – Salto Departamento del Agua de UdelaR.</li> <li>- Modelo de flujo del SAG en la Ciudad de Artigas realizado en conjunto por UdelaR y UNESP.</li> </ul>	
<b>Acción 7.2.a – Desarrollo de modelos para apoyar a la toma de decisiones en la planificación y gestión de los recursos hídricos</b>	
<b>Actividades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibración y validación del modelo.</li> <li>- Selección y simulación de escenarios.</li> <li>- Aportes a la planificación y a la gestión integrada en la cuenca.</li> <li>- Extensión de la aplicación de la modelación a otras áreas.</li> <li>- Capacitación de recursos humanos en el uso de los modelos.</li> </ul>	
<b>RESPONSABLES:</b> UdelaR (CENUR, IMFIA, FCIEN), MA, MIEM, CREGAS, Privados Empresas de turismo termales, Intendencias	
<b>METAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos hidrológicos, de calidad de agua y de gestión apoyando a la toma de decisiones en la planificación y gestión</li> </ul>	
<b>FINANCIAMIENTO Y APOYO</b>	
<b>AÑO DE INICIO:</b>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

PROGRAMA PNA 08: <b>MONITOREO DE CANTIDAD Y CALIDAD</b>	 <b>PNA P08</b>
PROYECTO PSAG P08/1: <b>MONITOREO DE CANTIDAD Y CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS EN LA ZONA DEL SAG</b>	<b>PSAG P08/ 1</b>
<b>OBJETIVO</b> <b>Incorporar una red de monitoreo</b> de cantidad y calidad de aguas subterráneas teniendo en cuenta su interacción con aguas superficiales.	
<b>ANTECEDENTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propuesta de redes de monitoreo Proyecto SAG.</li> <li>- Monitoreo continuo de OSE para las fuentes de agua potable.</li> <li>- En el marco del Plan Nacional de Aguas se plantea establecer el monitoreo del SAG (PNA P08/1).</li> <li>- Monitoreo de aguas termales:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Declaraciones juradas anuales de usuarios termales.</li> <li>• Análisis químicos en el marco del Piloto Salto-Concordia.</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Acción 8.1.a – Análisis y propuesta para optimizar la red de monitoreo de cantidad y calidad de agua en la cuenca</b>	
<b>Actividades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar la red de monitoreo definida en el convenio MVOTMA-OSE.</li> <li>- Coordinación y articulación de los monitoreos de cantidad y calidad del agua.</li> </ul>	
<b>RESPONSABLE:</b> MIEM, OSE, UdelaR, CeReGAS, MA, INIA	
<b>METAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejoras en la red de monitoreo iniciadas con las nuevas estaciones incorporadas y el mantenimiento efectivizado.</li> <li>- Generar documentos de análisis y difusión de la información generada.</li> </ul>	
<b>FINANCIAMIENTO Y APOYO:</b>	
<b>AÑO DE INICIO:</b>	

**PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA  
DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ**

<p><b>PROGRAMA PNA 09: FORTALECIMIENTO Y COORDINACIÓN INSTITUCIONAL</b></p>	 <p><b>PNA P09</b></p>
<p><b>PROYECTO PSAG P09/1: FORTALECIMIENTO DE LA COMISIÓN DEL SAG Y DE LA COORDINACIÓN CON OTROS ÁMBITOS DE PARTICIPACIÓN</b></p>	<p><b>PSAG P09/1</b></p>
<p><b>OBJETIVO</b></p> <p><b>Consolidar la Comisión del SAG y fortalecer las capacidades</b> de la secretaría técnica y de las instituciones miembros para cumplir con los cometidos asignados de apoyo en la planificación y gestión de los recursos hídricos y articulación entre los distintos actores.</p>	
<p><b>ANTECEDENTES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortalecimiento de los espacios de participación (PNA P09/2).</li> <li>- Proyecto SAG (UNEP).</li> <li>- Acuerdos y actividades en el marco de la comisión del SAG.</li> </ul>	
<p><b>Acción 9.1.a – Fortalecimiento de capacidades para la participación</b></p>	
<p><b>Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortalecimiento de las secretarías técnicas.</li> <li>- Fortalecimiento de las unidades técnicas de las instituciones miembro de la Comisión del SAG.</li> <li>- Fortalecimiento de los actores locales para la participación que permitan ejecutar una agenda acordada.</li> <li>- Relevamiento de necesidades de capacitación de la sociedad civil para fortalecer aportes en la Comisión de Cuenca; diseño e implementación de capacitación.</li> </ul>	
<p><b>Acción 9.1.b – Profundizar la articulación entre los ámbitos de participación y coordinación</b></p>	
<p><b>Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundización en el vínculo institucional entre los ámbitos de participación de gestión del agua. Elaboración de protocolos de articulación y comunicación con otros espacios de participación y coordinación.</li> </ul>	
<p><b>Acción 9.1.c – Estrategia de educación y comunicación</b></p>	
<p><b>Actividades:</b></p>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboración de una estrategia de educación y comunicación interna de la Comisión del SAG y externa en coordinación con los proyectos incluidos en el Programa 10.</li> <li>- Diseño de un plan de comunicación de la Comisión, elaborado en forma participativa con el objetivo de sistematizar la información que genera en la comisión, mejorar la comunicación entre los integrantes, fomentar el involucramiento y acciones de la población para concretar las iniciativas definidas.</li> </ul>
<b>RESPONSABLE: MA, UdelaR, CPADER, ONGs, MRREE, ICA (OEA)</b>
<b>METAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comisión del SAG contribuyendo a la planificación, gestión y control del SAG.</li> <li>- Contribución al desarrollo de una estrategia de comunicación que mejore la participación en todos los niveles y generar herramientas específicas como publicaciones, espacios de trabajos virtuales, etc.</li> <li>- Acciones tendientes a fortalecer la participación de la sociedad civil en estos espacios de trabajo (capacitación, instancias de difusión, etc.).</li> </ul>
<b>FINANCIAMIENTO Y APOYO</b>
<b>AÑO DE INICIO:</b>

<b>PROGRAMA PNA 10: EDUCACIÓN PARA EL AGUA, COMUNICACIÓN, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE CAPACIDADES</b>	 <b>PNA P10</b>
<b>PROYECTO PSAG P10/1: COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN PARA EL AGUA EN ÁMBITO DEL SAG</b>	<b>PSAG P10/ 1</b>
<b>OBJETIVO</b> Promover la <b>inclusión de la temática del agua subterránea en diferentes ámbitos educativos</b> , fortalecer la <b>comunicación y la difusión de información</b> , así como los <b>saberes disponibles</b> .	
<b>ANTECEDENTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo del Proyecto de Educación para el agua (PNA P10/1 y 2) a nivel nacional.</li> <li>- Propuesta Borrador: Plan de Comunicación de la Comisión del SAG (2014).</li> <li>- Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del SAG.</li> </ul>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

<b>Acción 10.1.a – Promoción de la inclusión de la temática del agua en ámbitos educativos y contribución a la difusión de información y saberes en el acuífero</b>
<b>Actividades:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Relevamiento de las capacidades y necesidades de capacitación de los distintos sectores, usuarios e instituciones en materia de educación para la gestión integrada del agua.</li><li>– Promoción de programas de educación en temas de interés del uso y gestión sustentable, hábitos higiénicos y manejo seguro del agua.</li><li>– Promoción de la coordinación y articulación de estrategias para la educación en temas de agua, involucrando al sistema de educación formal y no formal a nivel local.</li></ul>
<b>METAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Diagnóstico de las capacidades y necesidades en materia de educación para la gestión integrada del SAG.</li><li>– Diagnóstico de situación y necesidades de comunicación en el SAG.</li><li>– Programas de educación que contribuyan a la gestión integrada del agua en la cuenca promovidos.</li><li>– Talleres y seminarios orientados a la formación y capacitación de comunicadores, agentes multiplicadores, promotores culturales y docentes.</li></ul>
<b>Acción 10.1.b – Desarrollo de un programa de comunicación</b>
<b>Actividades:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– Diagnóstico de situación y necesidades de comunicación para el acuífero.</li><li>– Diseño de un programa de comunicación que acompañe la implementación del plan y difunda valores y acciones en el acuífero.</li><li>– Implementación del programa de comunicación.</li></ul>
<b>RESPONSABLE:</b> Todo el sistema educativo, Investigadores de la UdelaR, Ma, Productores y Actores locales, Intendencias y Municipios, Juntas departamentales

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

<p><b>PROGRAMA PNA 10: EDUCACIÓN PARA EL AGUA, COMUNICACIÓN, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE CAPACIDADES</b></p>	 <p><b>PNA P10</b></p>
<p><b>PROYECTO PSAG P10/2: PROMOCIÓN DE LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL SAG</b></p>	<p><b>PSAG P10/ 2</b></p>
<p><b>OBJETIVO</b> Avanzar en el conocimiento necesario para la gestión integrada y sostenible del SAG</p>	
<p><b>ANTECEDENTES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo del Proyecto de promoción de líneas de investigación e innovación (PNA P10/3) a nivel nacional.</li> <li>- Trabajos académicos realizados en el SAG.</li> <li>- Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del SAG.</li> <li>- Fondo de Universidades. Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del SAG.</li> </ul>	
<p><b>Acción 10.2.a – Identificación y coordinación de acciones necesarias para la promoción y profundización de líneas de investigación e innovación</b></p>	
<p><b>Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación y sistematización de actividades de investigación e innovación y aplicación en terreno que se vienen desarrollando desde los diferentes ámbitos educativos y a distinta escala.</li> <li>- Identificación de líneas de investigación relevantes para la gestión integrada del acuífero.</li> <li>- Relevamiento de aspectos que no han sido objeto de estudio y que son importantes en la gestión del acuífero.</li> <li>- Generación de acuerdos entre la gestión y las instituciones de investigación en las líneas de trabajo específicas.</li> <li>- Difusión del conocimiento.</li> </ul>	
<p><b>RESPONSABLES: Comisión del SAG y todo el sistema nacional de investigación</b></p>	
<p><b>METAS:</b></p>	

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

- Actividades de investigación e innovación sistematizadas.
- Líneas de investigación relevantes identificadas.
- Acuerdos con las universidades e institutos de investigación en las líneas de investigación específicas.

### **FINANCIAMIENTO Y APOYO**

**AÑO DE INICIO:**

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

### GLOSARIO

**Acuífero:** Estrato o formación geológica con capacidad para almacenar y transmitir agua en su interior de manera tal que pueda ser aprovechada en cantidades económicamente apreciables para subvenir necesidades.

**Acuífero poroso:** Acuíferos en los que el agua circula a través de sus poros o espacios interconectados saturándolos y confiriéndole permeabilidad y capacidad para transmitir el agua.

**Acuífero libre:** Son aquellos en los que existe una superficie libre del agua encerrada en ellos que está en contacto directo con el aire y, por lo tanto, a presión atmosférica.

**Acuífero confinado:** Son aquellos en los que el agua se encuentra sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa la totalidad de los poros o huecos de la formación geológica que lo contiene, saturándola totalmente.

**Acuífero semiconfinado:** es aquel en el que el techo o el muro está constituido por un acuitardo, que admite un cierto intercambio hídrico en función de las diferencias de presión. Cuando se superponen varias formaciones de comportamiento acuífero separadas por otras tantas que se comportan como acuitados o acuitardos se tendría un efecto multicapa.

**Capacidad acuífera:** es la capacidad que tiene un acuífero de almacenar y transmitir el agua.

**Caudal:** Volumen de líquido que pasa a través de una sección por unidad de tiempo.

**Caudal Específico:** Caudal por unidad de superficie de cuenca, expresado generalmente en litros/segundo/km<sup>2</sup>.

**Ciclo hidrológico:** Sucesión de fases por las que pasa el agua en su movimiento de la atmósfera a la tierra y en su retorno a la misma: evaporación del agua del suelo, mar y aguas continentales, condensación del agua en forma de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o en masas de agua y reevaporación. (OMM 2012).

**Coefficiente de Almacenamiento:** Volumen de agua que puede ser liberado por un prisma vertical del acuífero de sección igual a la unidad y altura igual a la del acuífero saturado si se produce un descenso unidad del nivel piezométrico o de carga hidráulica.

**Conductividad eléctrica:** Capacidad de un agua para conducir electricidad; se mide como la conductividad que existe entre dos electrodos paralelos de 1 cm de superficie cada uno y separados 1 cm situados en el seno del agua a medir de forma que el medio se pueda considerar infinito. Unidades  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (microsiemens/cm).

**Conductividad hidráulica:** Capacidad de un medio para permitir el flujo de agua a través de él.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

**Cuenca Hidrográfica:** Zona de la superficie terrestre, delimitada por la línea divisoria de agua, en donde las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser derramadas hacia un mismo punto de salida. La ley de política nacional de aguas considera a la cuenca hidrográfica como la unidad de actuación para la planificación, gestión y control de los recursos hídricos, en las políticas de descentralización, ordenamiento territorial y desarrollo sustentable.

**Divers:** son instrumentos registradores de nivel de agua. Son instrumentos que realizan registros automáticos de nivel, conductividad y temperatura de las aguas subterráneas.

**EKV:** Auge, 1995, considera que la vulnerabilidad “es un concepto cualitativo, que en la generalidad se refiere al grado de protección natural de un acuífero frente a la contaminación. Por ello también se la conoce como protección o defensa natural”. En relación a los acuíferos libres desarrolla una clasificación basada en la profundidad de la superficie freática (E) y en la permeabilidad vertical de la zona subsaturada (Kv).

Les asigna índices que van de 1 (menos vulnerable) a 5 (más vulnerable), donde Kv es la permeabilidad vertical y E el espesor de la sección subsaturada. Para índices de E + Kv entre 2 y 4 la vulnerabilidad es baja, entre 5 y 7 media y de 8 a 10 alta. (<http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/vulnerabilidad/3metodos.html>)

**Formación geológica:** Es una unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes que las diferencian de las adyacentes. Es la principal unidad de división litoestratigráfica.

**GOD:** método propuesto por Foster (1987), para determinar la vulnerabilidad de los acuíferos. Se basa en la asignación de índices entre 0 y 1 a 3 variables que son las que nominan el acrónimo: G (ground wáter occurrence- tipo de acuífero); O (overall aquifer class- litología de la cobertura); D (depth- profundidad del agua o del acuífero).

**Isopieza:** Línea que conecta en un mapa los puntos con igual nivel piezométrico, en un manto freático o en un acuífero confinado.

**mg/l:** miligramo por litro.

**m<sup>3</sup>/h:** metro cúbico por hora.

**pH:** potencial oxido-reducción/potencial de hidrogeno/ acidez o alcalinidad de una disolución acuosa.

**Piezómetro:** Instrumento que mide la presión de un fluido en un punto.

**Processing Modflow:** es un modelador de flujo por diferencias finitas desarrollado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos, el cual consiste de un código fuente que resuelve mediante interacciones la ecuación de flujo del agua subterránea. Se usa en hidrogeología para simular el flujo subterráneo de cualquier acuífero.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

**Recursos hídricos:** Agua disponible o potencialmente disponible, en cantidad y calidad suficientes, en un lugar y en un período de tiempo apropiados para satisfacer una demanda identificable. (OMM 2012).

Ley 18.610 Artículo 10.- Los recursos hídricos comprenden las aguas continentales y de transición. Se entiende por aguas continentales las aguas superficiales, subterráneas y humedad del suelo. Se entiende por aguas de transición las aguas que ocupan la faja costera del Río de la Plata y el océano Atlántico, donde se establece un intercambio dinámico entre las aguas marítimas y continentales.

**Salinidad:** Es el contenido de sal disuelta de un cuerpo de agua. Es un fuerte contribuyente a la conductividad y ayuda a determinar muchos aspectos de la química de las aguas naturales y los procesos biológicos dentro de ellas. La salinidad, junto con la temperatura y la presión, ayuda a regular las características físicas del agua, como la densidad y la capacidad calorífica.

**Transmisividad:** Caudal que se filtra a través de una franja vertical de terreno, de ancho unidad y de altura igual a la del manto permeable saturado bajo un gradiente unidad a una temperatura fija determinada. Tiene dimensiones:  $[m^2]/[día]$  o  $L^2 \cdot T^{-1}$

**Porosidad:** relación entre el volumen de huecos existentes en un terreno y el volumen total de terreno en cuestión. Se diferencia de la porosidad total y la eficaz. La porosidad total ( $m$ ) se define como la relación entre el volumen total de huecos del terreno ( $V_h$ ) y el volumen del mismo ( $V$ ) expresado en %.

**$\mu S/cm$ :** micro siemens por centímetro.

**Ventanas del SAG** Pequeñas áreas de afloramiento del SAG, relacionadas a controles estructurales que se desarrollan en la región basáltica.

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

## BIBLIOGRAFÍA

Achkar, M.; Domínguez, A. y Pesce, F. 2004. Diagnóstico Socioambiental Participativo en Uruguay. Ed. T. Verde- Redes. Programa Uruguay Sustentable. Montevideo.

Araújo, L. M., França, A. B. and Potter, P. E. 1995. Giant Mercosul aquifer of Brazil, Argentina, Uruguay and Paraguay: hydrogeologic maps of Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista, Misiones and Tucuaembó Formations. Biblioteca de Ciência e Tecnologia, Centro Politécnico, Curitiba, UFPR/PETROBRÁS

Auge M. 1995. Primer Curso de Posgrado de Hidrogeología Ambiental. UBA: 1-65. Buenos Aires.

Bochi do Amarante, F. 2017. Arquitetura de facies e evolução estratigráfica da Formação Tacuaembó, Bacia Norte-UY. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 40 p.

Bossi, J., Ferrando, L., Elizalde, G., Morales, H., Ledesma, J., Carballo, E., Ford, I. y Montaña, J. 1975. Carta Geológica del Uruguay a escala 1:1.000.000. Dirección de Suelos y Fertilizantes (MGAP), Montevideo, 32 pp.

Bossi J, Ferrando LA, Montaña J, Campal N, Morales H, Gancio F, Schipilov A, Piñeyro D & Sprechmann P (1998): Carta geológica del Uruguay, escala 1/500.000. Geoeditores SRL (CD-Rom), Montevideo.

Bossi J & Ferrando L (2001): Carta geológica del Uruguay. Escala 1/500.000. V. 2.0. CD-Rom.

Carrión, R. y Massa, E. 2011. Caracterización hidroquímica de las regiones termales recreativas de Uruguay. Dirección Nacional de Minería y Geología. Informe interno, Montevideo, 12 p.

Collazo, P. 2005. "Vulnerabilidad y Riesgo Hidrogeológico del Sistema Acuífero Guaraní en el área aflorante de Rivera, Uruguay" Informe Final Fondo Universidades - Facultad de Ciencias, para el Proyecto para la Protección Ambiental y el Desarrollo Sustentable del Sistema Acuífero Guaraní.

Collazo, P. 2006. Investigación Hidrogeológica del Acuífero Guaraní en el Área Aflorante de los Departamentos Rivera y Tacuaembó, Uruguay. TESIS DOCTORAL. UBA-ARGENTINA

Decoud, P. & Rocha, L. 2001. Aportes a la hidráulica subterránea del Acuífero Guaraní en el NO del Uruguay.

De Santa Ana, H., Goso, C., Daners, G. 2006. Cuenca Norte: estratigrafía del Carbonífero-Pérmico. En: Veroslavsky, G., M. Ubilla y S. Martínez (eds.) Cuencas Sedimentarias de Uruguay, Geología, paleontología y recursos naturales. Paleozoico. DIRAC- Facultad de Ciencias, pp. 147-208, Montevideo.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

Ferrando, L., Andreis, R.R. y Montaña, J. 1987. Estratigrafía del Triásico-Jurásico uruguayo en la Cuenca de Paraná. Actas III Simposio Sul-Brasileiro de Geología, Curitiba. SBG, 1: 373-378.

Foster S (1987) Fundamental concepts in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy. Proc. Intern. Conf. "Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants". Noordwijk, The Netherlands, April 1987.

Gagliardi, S. 2008. Caracterización Geológica e Hidrogeológica de la Ciudad de Artigas y sus alrededores, trabajo final de Licenciatura en Geología.

Gastmans, D., Veroslavsky, G., Chang, H.K, Caetano-Chang, M.R. y Nogueira Pressinotti, M.M. 2012. Modelo hidrogeológico conceptual del Sistema Acuífero Guaraní (SAG): una herramienta para la gestión. Boletín Geológico y Minero, 123 (3): 249-265.

Gilboa, Y., Mero, F. and Mariano, I.B. 1976. The Botucatu aquifer of South America. Model of an untapped continental aquifer. Journal of Hydrology, 29 (1976), 165-179.

Hirata, et al. 1997. Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo. Volume I. IG/CETESB/DAEE. São Paulo, Brasil.

Manganelli, A.; Gastmans, D.; Santarosa, L.; Veroslavsky, G.; Aubet, N.; Samaniego, L.; Carrión, R.; Pochintesta, L.; Pedro, A.; Arteaga, J. 2021. A review of regional groundwater flow model in Guaraní Aquifer System outcrop region in Uruguay: consequences for integrated surface and groundwater management. Second International UNESCO Conference on Transboundary Aquifers, "ISARM2021: Challenges and the way forward"

Marmisolle, J. 2015. Análisis tectonosedimentario de depocentros en el sector noroeste de la Cuenca Norte: estudio de relictos precarboníferos. Tesis de Maestría, PEDECIBA – Facultad de Ciencias, Montevideo, 139p.

Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Censo general agropecuario 2011.

Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. 2017. Plan Nacional de Aguas.

Montaña, J. 2004. Cuencas Sedimentarias de Uruguay. Geología, paleontología y recursos naturales. Mesozoico. DIRAC. Montevideo. 193- 213pp.

PEA. 2009. Acuífero Guaraní: Programa Estratégico de Ações / Acuífero Guaraní: Programa Estratégico de Acción - Edición español / portugués. Organización de Estados Americanos - OEA, Brasil, Argentina, Paraguay, Uruguay.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

Perea, D., Ubilla, M., Rojas, A., Goso, C.A. 2001. The West Gondwanan occurrence of the Hybodontid shark *Priohybodus*, and the Late Jurassic-Early Cretaceous age of the Tacuarembó Formation, Uruguay. [Palaeontology](#), 44, 1227-1235.

Perea, D., Soto, M., Veroslavsky, G., Martínez, M. y Ubilla, M. 2009. A Late Jurassic fossil assemblage in Gondwana: Biostratigraphy and correlations of the Tacuarembó Formation, Parana Basin, Uruguay. *Journal of South American Earth Sciences*, 28: 168-179.

Pérez, A. y Rocha, L. 2002. Aportes al conocimiento del Acuífero Guaraní. Área ciudad de Rivera - Uruguay. *Groundwater and Human Development*. Bocanegra, E., Martínez, O., Massone, H. (Eds) 2002. ISBN 987-544-063-9. Mar del Plata. Argentina.

### Otra Bibliografía

Aguirre, C., Ferraresi, P., Ibáñez, S.P. y Rodríguez Schelotto, M.L. 2008. LCV Síntesis – Muestras de Subsuelos y Afloramientos (Perfiles Relevados por PyT Consultora SRL). Proyecto para la Protección Ambiental y el Desarrollo Sustentable del Sistema Acuífero Guaraní, 23 p

Albuquerque Filho, J.L., De Carvalho, A.M., Ikematsu, P., Costa Barbosa, M., Iritani, M., Nogueira Pressinotti, M.N., Rocha, G., Pereira Militão da Silva, M. y Theodorovicz, A. 2012. Diretrizes para o desenvolvimento e proteção ambiental da área de afloramento do Sistema Aquífero Guaraní no estado de São Paulo, Brasil. *Boletín Geológico y Minero*, 123 (3): 353-366

Araújo, L.M., França, A.B. y Poter, P.E. 1995. Aquífero Gigante do Mercosul no Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai; Mapas hidrogeológicos das Formações Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista, Misiones e Tacuarembó. Mapas. UFPR-Petrobras, Curitiba, Texto Explicativo, 16 p.

Bossi, J., Ferrando, L., Elizalde, G., Morales, H., Ledesma, J., Carballo, E., Ford, I. y Montaña, J. 1975. Carta Geológica del Uruguay a escala 1:1.000.000. Dirección de Suelos y Fertilizantes (MGAP), Montevideo, 32 pp.

Carrión, R. y Massa, E. 2011. Caracterización hidroquímica de las regiones termales recreativas de Uruguay. Dirección Nacional de Minería y Geología. Informe interno, Montevideo, 12 p.

Collazo, P. 2008. Método de Factibilidad de Desarrollo Humano en Función del Agua Subterránea. IX Congreso ALHSUD y Expo Agua 2008. Quito, Ecuador.

Collazo, P. 2020. Índice de factibilidad de desarrollo humano en función del agua subterránea (IDHAS). Caso de aplicación Uruguay. Revista ALHSUD. 2020.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

Decoud, P. y Rocha, L. 2000. Aportes a la hidráulica subterránea del Acuífero Guaraní en el NW del Uruguay. 1st Joint World Congress on Groundwater, Actas en CD - ROM, Fortaleza (Fuente: <https://aguassubterraneeas.abas.org/asubterraneeas/issue/view/1191>)

De Santa Ana, H. y Veroslavsky, G. 2003. La tectosecuencia volcanosedimentaria de la Cuenca Norte de Uruguay. Edad Jurásico-Cretácico Temprano, En: Veroslavsky G, Ubilla M y Martínez S (eds.): Cuencas Sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales – Mesozoico. DIRAC – Facultad de Ciencias, Montevideo, p. 5147.

Féraud, G., Bertrand, H., Martínez, M., Ures, C., Schipilov, A., Bossi, J. 1999.  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  age and geochemistry of the southern extension of Paraná traps in Uruguay. In: Actas II Simposio Sudamericano de Geología Isotópica, Córdoba (Argentina), pp. 57-59.

Ferrando, L.A., Andreis, R.R. 1986. Nueva estratigrafía en el Gondwana de Uruguay. Actas I Congreso Latinoamericano de Hidrocarburos. ARPEL. I: 295-323. Buenos Aires, Argentina.

Foster, S., Hirata, R., Vidal, A., Schmidt, G. y Garduño, H. 2009. La Iniciativa del Acuífero Guaraní – Hacia la Gestión Realista del Agua Subterránea en un Contexto Transfronterizo. Gestión Sustentable del Agua Subterránea Lecciones de la Práctica. WG Mate – The world bank (acceso: <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/transboundary-groundwater-managementissues-for-guarani-aquifer-368-spanish.pdf>).

Gamazo, P., Ramos, J., Olivera, M. 2015a Modelo Concordia-Salto. Fundación Ricaldoni - DINAGUA, MVOTMA - Departamento del Agua, UDELAR. Informe.

Gamazo, P., Ramos, J., Olivera, M. 2015b Actualización del modelo numérico hidrogeológico del área piloto Rivera-Santana do Livramento. Evaluación general del modelo existente e información a incorporar. Fundación Ricaldoni - DINAGUA, MVOTMA - Departamento del Agua, UDELAR. Informe.

Gastmans, D., Veroslavsky, G., Chang, H.K., Marmisole, J. y Oleaga, A. 2010. Influência do Arcabouço Hidroestratigráfico nas Ocorrências de Arsênio em Águas Subterrâneas ao Longo do Corredor Termal do Rio Uruguai (Argentina-BrasilUruguai). Geociências, 29: 105-120.

Gómez, A.A. 2007. Análisis del comportamiento hidrológico subterráneo de las formaciones Tacuarembó - Arapey del Sistema Acuífero Guaraní, en el norte de Uruguay. Tesis de Magíster en Ingeniería de los Recursos Hídricos. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina, 149p.

González, S. y de Santa Ana, H. 1998. Caracterización de la secuencia Eomesozoica continental en la región noroccidental de la Cuenca Norte (Uruguay). Actas 2º Congreso Uruguayo de Geología, Punta del Este, 4348p.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

Grassi, P. R. B., Gamazo P., Ramos, J. A., Erasun, V., Sapriza, G., & Bessone, L. 2019. Evaluación del impacto de nuevas perforaciones en el Sistema Acuífero Guaraní sobre el conjunto de pozos operando en las ciudades de Concordia y Salto. *Innotec*, (18 jul-dic), 111-123.

Heinzen, W., R. Carrión, E. Massa, S. Pena y M. Staff. 2003. Mapa hidrogeológico - República Oriental del Uruguay. *Dinamige*, Montevideo, Mapa.

Hirata, R., Gastmans, D., Santa Cruz, D.N., Soares, P.C, Faccini, U., Araguas, L. y Vives, L. 2009. Modelo conceitual, funcionamiento e potencialidades do Sistema Aqüífero Guaraní. En: *Congresso Aquífero Guaraní Memória / II Congresso Aquífero Guaraní*, 4 a 7 de Novembro de 2008, Ribeirão Preto, SP.

Manganelli, A. 2010a. Plan de Acciones para el control monitoreo y evaluación, tendientes a preservar la calidad de las aguas subterráneas y el desarrollo sostenible de las mismas. *DINAMA – MVOTMA. Programa De Modernización de la Institucionalidad para la Gestión y Planificación Ambiental (URL1033)*. Informe.

Manganelli, A. 2010b. Documento de base para el monitoreo correspondiente a la sección Uruguay del Programa Estratégico de Acción del Sistema Acuífero Guaraní. *DINAMA – MVOTMA. Programa De Modernización de la Institucionalidad para la Gestión y Planificación Ambiental (URL1033)*. Informe.

Manganelli, A. 2013. Documento conteniendo el informe de monitoreo correspondiente a la sección Uruguay de la red de monitoreo regional establecida en el Programa Estratégico de Acción del SAG. *DINAMA – MVOTMA. Programa De Modernización de la Institucionalidad para la Gestión y Planificación Ambiental (URL1033)*. Informe.

Manzano, M. y Guimaraens, M. 2008. Hidroquímica regional del SAG. Estudio del origen de la composición química de las aguas subterráneas del Sistema Acuífero Guaraní. Informe realizado para el Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní a través del consorcio de empresas Tahal Consulting Engineers, SEINCO S.R.L. Hidroestructuras S.A., Hidrocontrol S.A. e Hidroambiente S.A. 223 p.

Manzano, M. y Guimaraens, M. 2012. Hidroquímica del Sistema Acuífero Guaraní e implicaciones para la gestión. *Boletín Geológico y Minero*, 123 (3): 281295.

Martínez, A. Azurica, D. Facio, L. Ribero, A. 2019. Acuífero Guaraní Argentina-Uruguay: Aprovechamiento Sustentable del Recurso en los Parques Termales.

Montaña, J.R. 1990. Carta Geológica del Uruguay escala 1/100.000. Hoja H-12 Cuchilla del Ombú. *Facultad de Agronomía, Montevideo*.

Montaña, J.R. 1992. Carta Geológica del Uruguay escala 1/100.000. Hoja H-13 Los Novillos. *Facultad de Agronomía, Montevideo*.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

Montaño, J., Tujchneider, O., Auge, M., Fili, M., Paris, M., D'Elía, M., Pérez, A., Nagy, M., Collazo, P. y Decoud, P. 1998. Acuíferos regionales en América Latina. SAG. Capítulo argentino – uruguayo. Centro de Publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, 217 p.

Nolla, G. 2010. Usos agrícolas intensivos de suelos y su relación a la calidad de las aguas que infiltran al Sistema Acuífero Guaraní en la zona periurbana de la ciudad de Rivera, Uruguay. Tesis de Maestría. Universidad de León. 143 p.

Oleaga, A.B. 2002. Contribución a la hidrogeología del acuífero Guaraní en el sector de Uruguay: un enfoque integral. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM, Ciudad de México, 119 p.

Preciozzi, F., Spoturno, J., Heinzen, W. y Rossi, P. 1985. Memoria Explicativa de la Carta Geológica del Uruguay a la escala 1:500.000. DINAMIGE, Montevideo, 90 p.

Sprechmann, P., Bossi, J., Da Silva, J. 1981. Cuencas del Jurásico y Cretácico del Uruguay. In: Volkheimer, W., Musacchio (Eds.) Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur, 1. Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico, Buenos Aires, pp. 239-270.

Sindico, F., Hirata, R. y Manganelli, A. 2018. The Guarani Aquifer System: From a Beacon of hope to a question mark in the governance of transboundary aquifers. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2018.04.008>.

Techera, J., Massa, E., Izquierdo, D. y Pérez, S. 2017. Mapa del Sistema Acuífero Guaraní en Uruguay. Dirección Nacional de Minería y Geología, Montevideo, (disponible: <http://www.dinamige.gub.uy>).

Veroslavsky, G., Manganelli, A. 2018). Zonificación del Sistema Acuífero Guaraní en Uruguay: una guía orientativa para su gestión y protección ambiental. *Aqua-LAC - Vol. 10 - Nº 2 - Sept. 2018*. pp. 61 – 80. Marzo 2018 -Septiembre 2018. ISSN: 1688 – 2873.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

### ANEXO I

Leyes y Decretos de aplicación en el territorio nacional

Ley o Decreto nº	
442/1970	Juntas Asesoras de Riego
14.589/1978	Código de Aguas, comprende aguas subterráneas y superficiales
253/1979	Prevención de la Contaminación de las Aguas
15.239/1981	Conservación de Suelos y Aguas
16.466/1994	Evaluación de Impacto Ambiental
123/1999	Sanciones por contravenciones al Código de Aguas
17.234/2000	Creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas
17.183/2000	Protección Ambiental
214/2000	Plan de Gestión del Acuífero Infrabasáltico Guaraní
128/2003	Juntas Asesoras de Riego
460/2003	Registro Público de Aguas
86/2004	Normas Técnicas de Construcción de pozos perforados
335/2004	Distribución de competencias en materia de aguas
17.930/2005	Crea la Dirección Nacional de Agua y Saneamiento (DINASA) y Comisión Asesora de Aguas y Saneamiento (COASAS)
349/2005	Evaluación de Impacto Ambiental
450/2006	Comisión Asesora de Aguas y Saneamiento
221/2009	Reglamenta Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible
18.172/2007	Administración, uso y control de los Recursos Hídricos
18.308/2008	Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible
18.610/2009	Política Nacional de Aguas
18.719/2011	Se modifica la denominación de la Dirección Nacional de Agua y Saneamiento (DINASA) a Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA)
262/2011	Crea el Consejo Regional de Recursos Hídricos para la Cuenca del Río Uruguay
183/2013	Crea la Comisión del Sistema Acuífero Guaraní
19.553/2018	Modificación de la Ley 16.858, Riego con destino agrario
205/2017	Plan Nacional de Aguas

ANEXO II

**Área de estudios de las transformaciones territoriales.**

**Lic. María Victoria Fernández**

**Caracterización sociodemográfica del territorio uruguayo localizado sobre el Sistema  
Acuífero Guaraní**

En este documento se realiza una caracterización sociodemográfica del territorio uruguayo localizado sobre el Sistema Acuífero Guaraní (en adelante SAG), reservorio natural de agua dulce que se extiende de forma diferenciada en el subsuelo de los departamentos de Artigas, Salto, Paysandú, Rivera y Tacuarembó.

En particular, se analizan algunas características de la población y de los hogares de las localidades presentes en dicho territorio que refieren a: la distribución de la población, viviendas y hogares por rango de localidades en los censos de los años 1996 y 2011; la evolución de la población, viviendas y hogares en el período 1996 - 2011 por rango de localidades; la presencia de Necesidades Básicas Insatisfechas en los hogares del territorio uruguayo ubicado sobre el Sistema Acuífero Guaraní; la presencia de jóvenes de 15 a 29 años que no estudian ni trabajan y la cantidad de nacimientos según el departamento de residencia de la madre.

Se trabaja con la información del censo del año 2011 del Instituto Nacional de Estadística (INE), desagregada en los siguientes niveles:

1. general del ámbito territorial uruguayo del SAG en comparación con las cifras nacionales y
2. por rangos de localidades.

Para analizar la información por rangos, se realiza una clasificación de las localidades según la cantidad de habitantes, de acuerdo a los siguientes cinco rangos:

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

### 1. rurales y menores a 1.000 habitantes

Este rango incluye las siguientes localidades: Cerro Chato, Piedra Sola, Paysandú rural, Chapicuy, El Eucaliptus, Gallinal, Rivera rural, Lagos del Norte, Masoller, Fernández, San Antonio, Chacras de Belén, Albisu, Biassini, Cuchilla de Guaviyú, Termas del Daymán, Palomas, Sarandí del Arapey, Saucedo, Salto rural, Arenitas Blancas, Celeste, Cerros de Vera, Garibaldi, Termas del Arapey, Lluveras, Migliaro, Puntas de Valentín, Rincón de Valentín, Colonia 18 de Julio, Parque José Luis, Russo, Tambores, Paso del Cerro, Paso Bonilla, Baneario Iporá, Piedra Sola, Tacuarembó rural, La Pedrera, Laureles, Bernabé Rivera, Franquia, Coronado, Cuareim, Cuaró, Javier de Viana, Portones De Hierro y Campodónico, Mones Quintella, Artigas rural, Cainsa, Paso Campamento, Topador, Cerro Ejido y Colonia Palma.

### 2. entre 1.000 y 5.000 habitantes

Este rango incluye las siguientes localidades: Tambores, Santa Teresa, La Pedrera, Lagunón, Belén, Constitución, Curtina, Tomás Gomensoro, Baltasar Brum, Sequeira, Las Piedras y Pintado.

### 3. entre 5.000 y 10.000 habitantes

Este rango incluye las siguientes localidades: Tranqueras y Mandubí.

### 4. entre 10.000 y 20.000 habitantes

Este rango incluye a la localidad de Bella Unión.

### 5. mayores a 20.000 habitantes

Este rango incluye a las localidades de Artigas, Salto, Tacuarembó y Rivera.

El criterio adoptado para la selección de localidades a analizar consiste en incluir a todas aquellas que integran el ámbito territorial en estudio en su totalidad y a las que siendo atravesadas por el límite del SAG poseen más del cincuenta por ciento de su superficie dentro de dicho ámbito.

### **Distribución de la población, viviendas y hogares por rango de localidades en los censos de los años 1996 y 2011**

Al analizar la distribución de las personas por rango de localidades de la tabla 1 se verifica que: aproximadamente el 78% de la población del territorio en estudio reside en ciudades de más de veinte mil habitantes (tal es el caso de las capitales departamentales de Artigas, Salto,

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Tacuarembó y Rivera); el 85% de los habitantes lo hace en las localidades de más de cinco mil habitantes y el 5% de la población reside en las localidades de menor tamaño. Se identifica además, que la tendencia analizada en la distribución de la población es la misma que se registra a nivel de hogares y viviendas.

También se observa que en el último censo se produce un descenso de la población en los rangos de 5.000 a 10.000 y 10.000 a 20.000 habitantes, que resulta de comparar los porcentajes de población de dichos rangos de localidades de los censos de los años 1996 y 2011.

*Tabla 1: Población, viviendas y hogares en 1996 y 2011 por rangos de localidades*

Rangos de localidades	Censo 2011			Censo 1996		
	Población (%)	Hogares (%)	Viviendas (%)	Población (%)	Hogares (%)	Viviendas (%)
Rural y menos de 1000 hab.	5.00	4.64	4.71	4.95	4.83	4.92
1.000 a 5.000 hab.	9.72	9.49	9.62	7.21	6.91	7.02
5.000 a 10.000 hab.	3.95	3.77	3.83	8.31	8.40	8.53
10.000 a 20.000 hab.	3.66	3.61	3.58	8.02	7.83	7.85
Más de 20.000 hab.	77.66	78.49	78.26	71.51	72.03	71.68
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: elaboración propia en base al Censo de población, viviendas y hogares 2011 del Instituto Nacional de Estadística.

### **Evolución de la población, viviendas y hogares en el período 1996 - 2011 por rango de localidades**

Del análisis de los datos de la tabla 2, se observa que a nivel general del ámbito, se produce un descenso de la población que alcanza el 1.45%. Al considerar a las ciudades por rango, el descenso de la población es notoriamente mayor en aquellos de tamaño intermedio de 5.000 a 10.000 y de 10.000 a 20.000 habitantes, donde los valores alcanzan el 53.13% y el 54.99% respectivamente.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Tabla 2: Evolución de población, viviendas y hogares en 1996 y 2011 por rangos de localidad

Rangos de localidades	Variación intercensal 1996 - 2011		
	Población (%)	Hogares (%)	Viviendas (%)
Rural y menos de 1.000 hab.	-0.37	10.06	10.36
De 1.000 a 5.000 hab.	32.95	57.40	58.11
De 5.000 a 10.000 hab.	-53.13	-48.58	-48.18
De 10.000 a 20.000 hab.	-54.99	-47.20	-47.35
Más de 20.000 hab.	7.02	24.83	26.01

Fuente: elaboración propia en base al Censo de población, viviendas y hogares 2011 del Instituto Nacional de Estadística.

### Presencia de Necesidades Básicas Insatisfechas en los hogares del territorio uruguayo ubicado sobre el Sistema Acuífero Guaraní

El estudio de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) es un método multidimensional para la medición de la pobreza que busca identificar la falta de acceso a bienes y servicios o problemas críticos respecto a su calidad cuya disposición es una condición para el ejercicio de derechos sociales (Calvo, 2013).

### Distribución de hogares según presencia de NBI

Del análisis de las cifras obtenidas a nivel general del ámbito territorial uruguayo del SAG de la tabla 3, se observa por un lado, que el 57% de los hogares en el censo del año 1996 no presenta ninguna necesidad básica insatisfecha. Por otro, se verifica que en el censo del año 2011, esta cifra se incrementa y alcanza el 76% de la población. Esta variación implica un aumento de la cantidad de hogares sin NBI.

Al examinar la información por rangos de localidades de la misma tabla, se evidencia que:

- en las localidades de más de veinte mil habitantes según el censo de 2011 se verifica una mayor proporción de hogares sin ninguna necesidad básica insatisfecha respecto al censo del año 1996, debido a que la cifra de población sin esta carencia asciende del 59% al 83%.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

- en las localidades de entre 5.000 y 10.000 habitantes en el mismo período intercensal, se produce un deterioro en las condiciones de vida sus habitantes, por lo que las cifras de los hogares sin NBI decrece de un 54% a un 38%.

Tabla 3: Evolución del porcentaje de hogares sin NBI 1996-2011 por rango de localidades

Rangos de localidades	Hogares sin NBI (%)	
	Censo 1996	Censo 2011
Rural-Menos de 1000 habitantes	47	66
1.000 a 5.000 habitantes	43	66
5.000 a 10.000 habitantes	54	38
10.000 a 20.000 habitantes	48	62
Más de 20.000 habitantes	59	83
Nivel general del territorio uruguayo del SAG	57	76
Cifra registrada a nivel nacional	61.29	69.31

Fuente: elaboración propia en base al Censo de población, viviendas y hogares 2011 del Instituto Nacional de Estadística.

Las NBI consideradas por este autor, refieren a las siguientes: materialidad de la vivienda, agua potable, saneamiento, educación, acceso a energía eléctrica y hacinamiento.

### Materialidad vivienda

Este indicador conforma uno de los tres componentes de la NBI vivienda decorosa junto con los indicadores espacio habitable y espacio apropiado para cocinar.

Una vivienda tendrá NBI en su materialidad si en los materiales predominantes en techos o paredes son de desecho, o en el piso predomina la tierra sin piso ni contrapiso (Calvo 2013).

Según se aprecia en la tabla 4, en todos los rangos de localidades del ámbito territorial uruguayo del SAG existen condiciones más desfavorables en la materialidad de la vivienda que la cifra registrada a nivel nacional que asciende al 0.63%.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

Al analizar la materialidad de las viviendas por rango de localidades, se observa que el rango de localidades rurales y menores a 1.000 habitantes tiene la mayor cantidad de viviendas con esta carencia y alcanza el 4.09%. A este rango le sigue en orden decreciente el que posee localidades de entre 5.000 y 10.000 habitantes con un registro del 2.52%.

*Tabla 4: Distribución de hogares según presencia de NBI en la materialidad de la vivienda*

Rangos de localidades	Materialidad de la vivienda (%)	
	SIN NBI	CON NBI
Rural-Menos de 1000 habitantes	95.91	4.09
1.000 a 5.000 habitantes	97.95	2.05
5.000 a 10.000 habitantes	97.48	2.52
10.000 a 20.000 habitantes	98.52	1.48
Más de 20.000 habitantes	99.23	0.77
Nivel general del territorio uruguayo del SAG	98.87	1.13
Cifra registrada a nivel nacional	99.37	0.63

Fuente: Elaboración propia en base al censo de personas, viviendas y hogares del año 2011(INE).

### **Distribución de hogares según presencia de NBI en agua potable**

Se considera que un hogar tiene una NBI en agua potable si ésta no llega por cañería dentro de la vivienda o si, en caso de que lo haga, el origen no es a través de la red general ni un pozo surgente protegido (Calvo, 2013). Como se observa en la tabla 5, aproximadamente el 6% de los hogares del nivel general del ámbito territorial uruguayo del SAG tienen problemas de acceso al agua potable, siendo más críticas las situaciones de las localidades comprendidas dentro de los rangos de entre 1.000 y 5.000 habitantes y menores a 1.000 habitantes y rurales.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Tabla 5: Hogares con NBI de acceso agua potable

Rangos de localidades	NBI de agua potable (%)	
	SIN	CON
Rural-Menos de 1000 habitantes	85.65	14.35
1.000 a 5.000 habitantes	81.82	18.18
5.000 a 10.000 habitantes	89.52	10.48
10.000 a 20.000 habitantes	97.98	2.02
Más de 20.000 habitantes	96.08	3.92
Nivel general del territorio uruguayo del SAG	94.08	5.92
Cifra registrada a nivel nacional	96.18	3.82

Fuente: elaboración propia en base al Censo de población, viviendas y hogares 2011 del Instituto Nacional de Estadística.

### Distribución de hogares según presencia de NBI en saneamiento

Se considera que un hogar tiene Necesidades Básicas Insatisfechas en la dimensión de servicio higiénico si no tiene acceso en la vivienda a un baño de uso exclusivo del hogar y si la evacuación del servicio sanitario no es a red general, fosa séptica o pozo negro (Calvo, 2013).

De acuerdo a la tabla 6, en el nivel general del ámbito territorial uruguayo del SAG el 6.79% de los hogares no accede al saneamiento, cifra que supera la registrada a nivel nacional que asciende al 4.3%.

Al examinar la información por rangos de localidades de la tabla 6, se observa que las localidades de menor tamaño son las que presentan la mayor cantidad de hogares sin saneamiento, cifra que asciende al 7.89%. Asimismo se concluye que en la medida que aumenta el tamaño de las localidades decrece la proporción de hogares con esta carencia, siendo las localidades de entre 10.000 y 20.000 habitantes las que presentan la menor cantidad de hogares con esta condición.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Tabla 6: Hogares con NBI de saneamiento

Rangos de localidades	NBI de saneamiento (%)	
	SIN	CON
Rural-Menos de 1000 habitantes	92.11	7.89
De 1000 a 5000 habitantes	92.35	7.65
De 5000 a 10.000 habitantes	93.15	6.85
De 10.000 a 20.000 habitantes	93.98	6.02
Más de 20000 habitantes	93.34	6.66
Nivel general del territorio uruguayo del SAG	93.21	6.79
Cifra registrada a nivel nacional	95.70	4.30

Fuente: elaboración propia en base al Censo de población, viviendas y hogares 2011 del Instituto Nacional de Estadística.

### Hogares con presencia de NBI en educación

Una necesidad básica vinculada a la educación se asocia a la presencia en el hogar de al menos una persona de 4 a 17 años que no asiste a un centro educativo (Calvo, 2013). A nivel general del ámbito territorial uruguayo del SAG, esta cifra alcanza el 7.08% y supera la registrada a nivel nacional de un 4.82%.

Al examinar el comportamiento de este indicador en la tabla 7, se evidencia que esta carencia (al igual que sucede con otras NBI ya analizadas) disminuye a medida que aumenta el tamaño de las localidades, hecho que podría estar asociado a una mayor presencia de centros educativos. En las localidades mayores a 20.000 habitantes el porcentaje de hogares que presentan NBI en educación es del 6.14%. Mientras que en el otro extremo, el rango que corresponde al área rural y a las localidades de hasta 1.000 habitantes este valor asciende al 11.83% con esta carencia, lo que constituye la mayor proporción verificada por rango.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Tabla 7: Hogares con NBI en educación

Rangos de localidades	NBI de educación (%)	
	SIN	CON
Rural-Menos de 1.000 habitantes	88.17	11.83
De 1.000 a 5.000 habitantes	89.33	10.67
De 5.000 a 10.000 habitantes	88.13	11.87
De 10.000 a 20.000 habitantes	92.86	7.14
Más de 20.000 habitantes	93.86	6.14
Nivel general del territorio uruguayo del SAG	92.92	7.08
Cifra registrada a nivel nacional	95.18	4.82

Fuente: elaboración propia en base al Censo de población, viviendas y hogares 2011 del Instituto Nacional de Estadística.

### Hogares con presencia de NBI de energía eléctrica

Se considera que un hogar tiene una NBI en esta dimensión cuando el hogar no cuenta con energía eléctrica en la vivienda que habita (Calvo, 2013).

Según los datos del censo del año 2011 de la tabla 8, a nivel general del ámbito territorial uruguayo del SAG un 1.4% de los hogares en promedio no tienen acceso a energía eléctrica, valor apenas superior al del nivel nacional que asciende al 0.8%.

En el rango de localidades de entre 1.000 y 5.000 habitantes se produce el mayor número de hogares sin acceso a energía eléctrica, hecho que alcanza al 4.76% de los hogares en estudio. El siguiente valor con mayor presencia de esta carencia corresponde al rango de hogares del área rural y de menos de mil habitantes con un 3.42%. En el otro extremo, se verifica que a medida que aumenta el tamaño de las localidades disminuye la proporción de hogares con NBI en energía eléctrica, verificándose un 0.9% en las localidades de más de 20.000 habitantes.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

Tabla 8: Hogares con NBI de energía eléctrica

Rangos de localidades	NBI de energía eléctrica (%)	
	SIN	CON
Rural-Menos de 1.000 habitantes	96.58	3.42
De 1.000 a 5.000 habitantes	95.24	4.76
De 5.000 a 10.000 habitantes	98.44	1.56
De 10.000 a 20.000 habitantes	99.09	0.91
Más de 20.000 habitantes	99.10	0.90
Nivel general del territorio uruguayo del SAG	98.60	1.40
Cifra registrada a nivel nacional	99.17	0.83

Fuente: elaboración propia en base al Censo de población, viviendas y hogares 2011 del Instituto Nacional de Estadística.

### Hogares con presencia de NBI en hacinamiento

Un indicador vinculado a la calidad de vida se relaciona con la presencia de hacinamiento, condición verificada cuando el cociente entre la cantidad de personas y el total de habitaciones que utiliza el hogar excluyendo al baño y la cocina, es mayor estricto que dos (Calvo, 2013).

Al analizar la presencia de hacinamiento a nivel general del ámbito territorial uruguayo del SAG de la tabla 9, se verifica que el 7.57% de los hogares presenta esta condición, cifra notoriamente superior a la registrada a nivel nacional que alcanza el 2.95%.

Del estudio de los rangos de localidades, se concluye que el de las localidades rurales y menores a 1.000 habitantes presenta la mayor cantidad de personas que viven en condiciones de hacinamiento, cifra que registra el 10.31% de los hogares del ámbito.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

*Tabla 9: Distribución de hogares con presencia de NBI por hacinamiento*

Rangos de localidades	NBI por hacinamiento (%)	
	Ausencia	Presencia
Rural-Menos de 1.000 habitantes	89.69	10.31
De 1.000 a 5.000 habitantes	91.78	8.22
De 5.000 a 10.000 habitantes	91.27	8.73
De 10.000 a 20.000 habitantes	92.24	7.76
Más de 20.000 habitantes	92.74	7.26
Nivel general del territorio uruguayo del SAG	92.43	7.57
Cifra registrada a nivel nacional	97.05	2.95

Fuente: elaboración propia en base al Censo de población, viviendas y hogares 2011 del Instituto Nacional de Estadística.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Finalmente en la Ilustración 1, se sintetiza la presencia de NBI por rango de localidades.

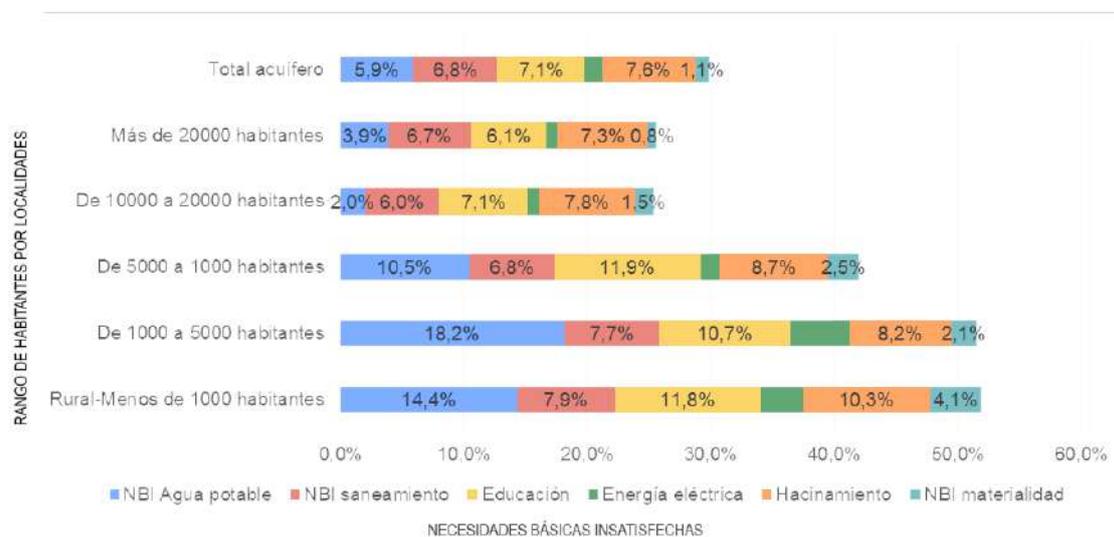


Ilustración 1: Hogares según NBI presentes

Fuente: elaboración propia en base a Censo de población, viviendas y hogares 2011 del Instituto Nacional de Estadística

### Presencia de jóvenes de 15 a 29 años que no estudian ni trabajan

Los jóvenes que no estudian ni trabajan (en adelante NINI) a nivel general del ámbito territorial uruguayo del SAG representan el 17.85%, porcentaje que resulta inferior al registrado a nivel nacional y que asciende al 20.04%.

Al desagregar la información según el tamaño de las localidades es en aquellas de menor tamaño (rurales y de menos de mil habitantes) donde existe mayor proporción de jóvenes que no estudian ni trabajan, seguido apenas por debajo por las localidades de entre 5.000 y 10.000 habitantes. Es en las localidades de mayor tamaño (las mayores a veinte mil habitantes) donde existe una menor proporción de jóvenes de 15 a 29 años que no estudian ni trabajan, que representa el 17.19%.

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Tabla 8: Proporción de jóvenes que no estudian ni trabajan

Rangos de localidades	NINI (%)	
	Censo 2011	
	SIN	CON
Rural-Menos de 1.000 habitantes	78.59	21.41
De 1.000 a 5.000 habitantes	80.22	19.78
De 5.000 a 10.000 habitantes	78.76	21.24
De 10.000 a 20.000 habitantes	81.85	18.15
Más de 20.000 habitantes	82.81	17.19
Nivel general del territorio uruguayo del SAG	82.15	17.85
Valor registrado a nivel nacional	79.96	20.04

Fuente: elaboración propia en base al Censo de población, viviendas y hogares 2011 del Instituto Nacional de Estadística.

### Cantidad de nacimientos según departamento de residencia de la madre

Para aproximarse a los cambios que se han dado en la población en los últimos años, se consideró pertinente tomar el indicador que refiere a la cantidad de nacimientos registrados según el departamento de residencia de la madre, relevado por el Ministerio de Salud Pública (MSP). Como se observa en la tabla 9, en el ámbito territorial del SAG se produce un descenso del 28% en la cantidad de nacimientos entre los años 1996 y 2011, realidad que acompaña la tendencia registrada a nivel nacional. En el departamento de Paysandú esta tendencia alcanza al 24% mientras que en el departamento de Artigas se registra el menor descenso departamental del ámbito, que alcanza un 11%.

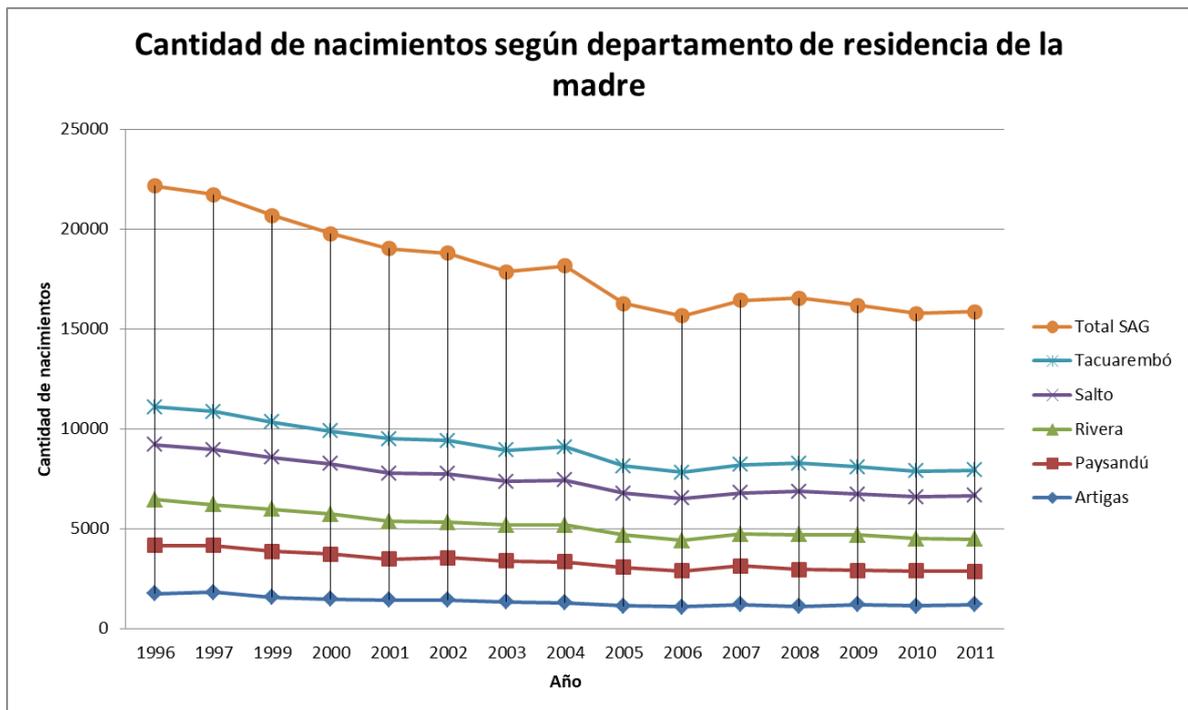
## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Tabla 9. Cantidad de nacimientos según el lugar de residencia de la madre

Departamento	AÑOS															Variación (%) 1996 - 2011
	1996	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Artigas	1762	1812	1565	1472	1428	1441	1340	1292	1138	1091	1209	1115	1215	1150	1218	-31
Paysandú	2405	2342	2312	2264	2058	2106	2040	2059	1925	1809	1932	1843	1698	1741	1640	-32
Rivera	2291	2045	2103	1999	1888	1776	1805	1846	1613	1504	1581	1749	1768	1605	1626	-29
Salto	2755	2771	2590	2509	2410	2441	2186	2237	2102	2112	2075	2169	2056	2101	2189	-21
Tacuarembó	1873	1893	1779	1641	1727	1640	1569	1651	1361	1316	1419	1397	1361	1289	1263	-33
<b>Total SAG</b>	<b>11.086</b>	<b>10.863</b>	<b>10.349</b>	<b>9.885</b>	<b>9.511</b>	<b>9.404</b>	<b>8.940</b>	<b>9.085</b>	<b>8.139</b>	<b>7.832</b>	<b>8.216</b>	<b>8.273</b>	<b>8.098</b>	<b>7.886</b>	<b>7.936</b>	<b>-28</b>

Fuente: elaboración propia en base al Estadísticas Vitales, Ministerio de Salud Pública (MSP).

Nota: se carece de la información que permita completar la tabla en el año 1998.



## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

### Referencias bibliográficas

Calvo, J., Borrás, V, Cabella, W., Carrasco, P., De los Campos, H., Koolhaas, M., Macadar, D., Nathan M., Núñez S., Pardo I., Tenenbaum M., Varela C. (2013). *Atlas sociodemográfico y de la desigualdad del Uruguay. Fascículo 1. Las Necesidades Básicas Insatisfechas a partir de los Censos 2011*. Ediciones Trilce.

Instituto Nacional de Estadística (22 de mayo,1996). *VII Censo General de Población, III de Hogares y V de viviendas*. Recuperado de [http: https://www.ine.gub.uy/censo-1996](https://www.ine.gub.uy/censo-1996) el 17 de noviembre de 2021.

Instituto Nacional de Estadística (1 de setiembre al 30 de diciembre, 2011). *Censos 2011 contame que te cuento*. Recuperado de [http: https://www.ine.gub.uy/web/guest/censos-2011](https://www.ine.gub.uy/web/guest/censos-2011) el 17 de noviembre de 2021.

Estadísticas Vitales (2021). *Nacimientos según sexo del recién nacido y departamento de residencia materna 1996 – 2020*. Recuperado de: <https://uins.msp.gub.uy/> el 17 de noviembre de 2021.

ANEXO III

**Sistema Nacional de Áreas Protegidas**

**5.52.1 Áreas protegidas**

Las áreas protegidas son importantes para conservar y preservar la ecológica del planeta y la salud de la población humana. Los ecosistemas están compuestos por las comunidades de seres vivos que interactúan entre sí y con el ambiente físico y químico, que incluye agua, aire, temperatura, luz solar y nutrientes. (1) La información ecosistémica, los modelos de gestión y planes de manejo, son instrumentos necesarios para la conservación de los paisajes, ecosistemas, biomas y la biósfera. Los sistemas ecológicos intercambian materia y energía con el ambiente, cuando las pérdidas y las ganancias están en equilibrio, los sistemas ecológicos quedan inalterados y es posible afirmar que están en equilibrio dinámico.<sup>(1)</sup> El crecimiento de la población humana sobrecarga el funcionamiento de los sistemas ecológicos, los ambientes dominados o creados por los humanos son también sistemas ecológicos, el bienestar de la humanidad depende de la manutención y del buen funcionamiento del ecosistema. Actualmente, la población humana consume enormes cantidades de energía y recursos, y produce grandes cantidades de desechos, así, todo el planeta sufre con la influencia humana, con la degradación del ambiente natural, ruptura de muchas funciones importantes del ambiente, aumento del consumo, remoción de plantas de sus ambiente natural, explotación de animales para consumo y comercio, introducción de especies exóticas, entre otros factores.<sup>(1)</sup> El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) de Uruguay se ha transformado en una herramienta fundamental para conciliar el cuidado del ambiente y la conservación de la biodiversidad en todos sus niveles (biomas, ecosistemas, especies y genes) con un desarrollo económico y social de forma sustentable. Por otro lado, contribuyen con la reducción de la huella de carbono, para mitigar el cambio climático y facilitan el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) propuestos por las Naciones Unidas en el año 2015 (con 17 objetivos y 169 metas). De estos objetivos, las áreas protegidas contribuyen principalmente a la vida de los ecosistemas terrestres, a la sostenibilidad de las ciudades y comunidades, y a preservar la calidad de los recursos hídricos, entre otros. Generan también, oportunidades para las comunidades locales y la sociedad en su conjunto, a través de la recreación, el turismo, la educación, la investigación y el desarrollo de actividades productivas compatibles con la sustentabilidad. Entretanto, sólo el conocimiento ecológico no es suficiente, para la conservación, debe estar asociado a dimensiones políticas, económicas y sociales. (1)

El Sistema Acuífero Guaraní (SAG) abarca dos áreas protegidas y una Reserva de Biosfera de la UNESCO. El desarrollo sustentable en estas regiones del SAG es fundamental para que las próximas generaciones puedan utilizar este recurso como lo usamos hoy. Las áreas protegidas

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

tienen diferentes categorías, dependiendo de las necesidades de conservación de los ecosistemas.

Las disposiciones generales, los objetivos de creación y manejo de las áreas protegidas están determinados por la Ley N°17.234, creada como instrumento, para aplicar políticas y planes nacionales de protección ambiental en el año 2000. En el artículo 3, del capítulo II, de esta ley, se definen las categorías y el manejo de las mismas. En el año 2005, por medio del Decreto N° 52/005 del 16 de febrero de 2005, se realiza la reglamentación de la ley 17.234; donde se determinan los objetivos de manejo de cada categoría.

El SAG es un recurso de aguas subterráneas, pero todas las acciones realizadas en las cuencas de aguas superficiales, así como, actividades en los suelos (principalmente en las zonas de recarga) influyen en la conservación de este recurso natural. Por eso, es importante conciliar los planes de manejo de las áreas protegidas y el plan de gestión integrada del Sistema Acuífero Guaraní.

En la región norte del país se identifica una zona de recarga (con áreas de acuífero aflorante y somero) con una crucial importancia ecológica y una mayor vulnerabilidad. Donde se desarrolló un proyecto piloto en los años 2003-2009, con la conformación de una comisión transfronteriza con integrantes de las ciudades de Rivera (Uruguay) y de Livramento (Brasil), llamada COTRAGUA. Esta comisión realizaba la coordinación de un espacio comunitario de educación y también gestionaba una serie de actividades direccionadas a la conservación de este recurso. Por otro lado, promovía actividades de contralor y manejo adecuado de pozos, acciones para minimizar la contaminación en vertederos y cementerios, educación ambiental en las escuelas y liceos, entre otras acciones.

En ese espacio territorial el Sistema Nacional de Área Protegida, cuenta con el “Valle del Lunarejo”, área de paisaje protegido y núcleo de la Reserva de Biosfera de Unesco “Reserva Bioma Pampa - Quebradas del Norte”.

En la Región Noroeste de nuestro país, se encuentra el área de manejo de hábitats y/o especies “Rincón de Franquía”.

Los objetivos de manejo de estas áreas están determinados por el **Decreto N° 52/005** y son gestionadas por una Comisión Asesora Específica (C.A.E.). Sería de relevancia que se cuente con una interacción de participantes en los dos ámbitos que hubieran representantes de las comisiones del SAG, para que se considerarán los criterios de manejo del mismo.

# PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

Las características individuales de cada área serán tratadas a continuación.

## Áreas protegidas

Categoría de manejo	Nombre	Superficie (ha)
Áreas de manejo de hábitats y/o especies	Rincón de Franquía	1.229
Paisaje Protegido	Valle del Lunarejo	29.286

## Reserva de biosfera de UNESCO

Nombre	Ingreso	Superficie (ha)
Reserva Bioma Pampa - Quebradas del Norte	2014	110.882



Ilustración 2: En esta imagen están indicadas con un punto amarillo las áreas protegidas del país (“Valle del Lunarejo”, “Rincón de Franquía” y “Montes de Queguay”), en color azul vemos las cuencas hidrográficas y la reserva de biosfera está señalada en color verde.

## Rincón de Franquía:

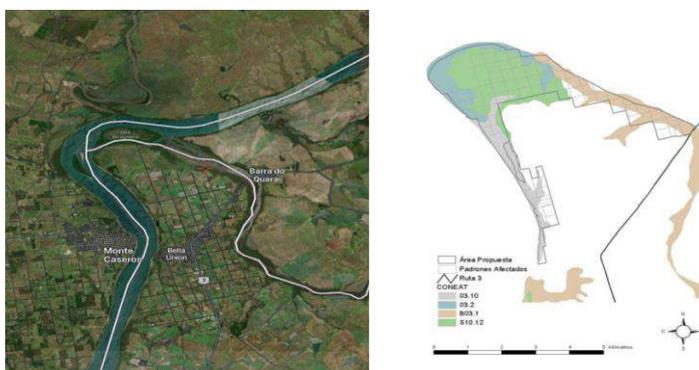


Ilustración 3: Localización del área “Rincón de Franquía”, mostrando las ciudades de Argentina (Montecaseros), Uruguay (Bella Unión) y Brasil (Barra do Quarai).

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

En febrero de 2011 el área de manejo de hábitat y/o especies fue declarada “Reserva Municipal”, por Resolución del Municipio de Bella Unión. Un movimiento fronterizo de ONGs, en el año 2007 propuso la creación de un Parque Trinacional, que integre los esfuerzos de conservación que realizan los municipios de Barra do Quaraí, en Brasil (“Parque Estadual do Espinilho”), Bella Unión, en Uruguay (“Área de Protección Ambiental Rincón de Franquía”) y Monte Caseros, en Argentina (que promueve un área con valores destacados de biodiversidad que abarca los montes y humedales del río Miriñay). Ingresa al Sistema Nacional de Áreas Protegidas por el **Decreto N°121/13**, del 17 de abril de 2013. Como área protegida aún está en el proceso de conformación de la Comisión Asesora Específica (CAE) y la elaboración del plan de manejo; las informaciones del área salen del Proyecto de ingreso al SNAP. La zona forma parte de la planicie de inundación de los ríos Uruguay y Cuareim, con albardones y lagunas marginales. Son predominantemente materiales finos, sedimentos arcillosos limosos, sedimentos aluviales antiguos y arena. Se encuentran dentro del área de afloramientos de la formación Arapey.(2)

El área propuesta abarca unas **1.229** ha. Y se encuentra situada en el Departamento de Artigas en la zona de confluencia del río Cuareim con el río Uruguay. El área limita al este con la Ruta 3, al norte con el río Cuareim y el río Uruguay, al oeste con el río Uruguay y al sur con la ciudad de Bella Unión. Tiene una de las únicas regiones de bosque ribereño del país, esta área está expuesta a la colonización de especies tropicales y subtropicales. (2)

Se han registrado 223 especies de aves, este número representa aproximadamente el 50% de las aves registradas para el Uruguay. Entre ellas se destaca el capuchino pecho blanco (*Sporophila palustris*) considerada en peligro, y especies prioritarias a nivel nacional como el capuchino castaño (*Sporophila hypochroma*), la tangará común (*Euphonia chlorotica*) registrada únicamente en el departamento de Artigas, y la tangará cabeza celeste (*Euphonia cyanocephala*) con escasos registros en el país. En esta área protegida se destaca la cantidad de aves que pueden ser observadas. (2)

Se registran 15 especies de mamíferos, entre ellos una especie de marmosa, que en nuestro país son raras y difíciles de encontrar. Se encuentran también murciélagos, especies de anfibios y especies de reptiles. El área abarca 3 formaciones vegetales, bosque ribereño del río Uruguay, el del río Cuareim y el bosque parque. En conjunto se han registrado 54 especies de leñosas, entre ellas el Timbó blanco (*Albizia inundata*), el ubajay (*Hexachlamys edulis*) y el ibirapitá (*Peltophorum dubium*), este último es una especie prioritarias SNAP. Además, mantiene poblaciones de flora y fauna típicas de la región paranaense (con una distribución muy restringida en Uruguay). (2)

Su objetivo es conservar la biodiversidad, fomentar la educación ambiental e impulsar el desarrollo de un turismo sostenible en la zona. Esta área aún no presenta plan de manejo.

### Valle del Lunarejo:

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

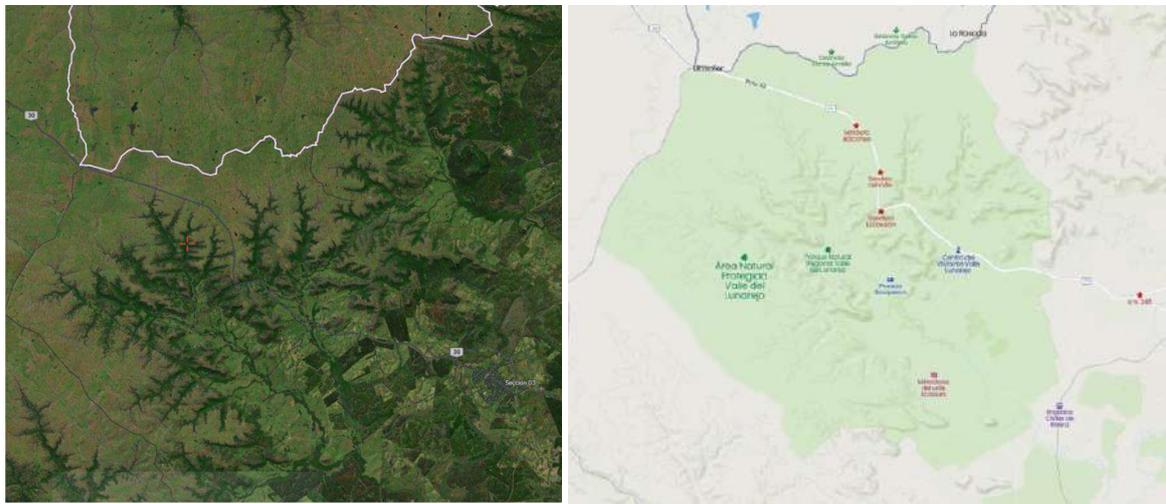


Figura 3 Área Protegida “ Valle del Lunarejo”, Departamento de Rivera.

El área se encuentra ubicada en el extremo noroeste del departamento de Rivera, muy próxima al límite con los departamentos de Artigas y Salto como así también al límite contestado con Brasil, accediendo a la misma por Ruta 30. Está surcado por varios cursos de agua, siendo el principal, el arroyo Lunarejo. Entre los afluentes de éste, cabe mencionar el arroyo Rubio Chico y las cañadas de los Molles, de Eduardo, de los Difuntos, de las Yeguas, Quebrada Grande, del Cerro Bonito, del Paso de la Laguna y el Gajo del lunarejo. (3)

Por **Decreto N° 476/009** publicado el día 14 de octubre de 2009 donde se realiza la delimitación del Área Natural Protegida “Valle del Lunarejo” Rivera. El plan de manejo del Área se aprueba por Resolución Ministerial (RM) 1823/2016, publicada el día 20 de diciembre de 2016 (actualmente en revisión (2022)). (3)

Estos cursos de agua nacen en la Cuchilla Grande, accidente geográfico que en este caso cumple la doble función de divisoria de aguas y de límite de la unidad de conservación. El concepto de cuenca fue uno de los principales criterios para la delimitación de la unidad de estudio. Es un área representativa de las Quebradas del Norte, una región que se destaca por un paisaje de gran belleza, con elementos escénicos únicos en el país, caracterizado por cerros con cimas aplanadas que delimitan estrechos valles modelados por los cursos de agua conocidos como “quebradas”. Categorizada como Paisaje Protegido, cuenta con **29.286** hectáreas, localizadas en el departamento de Rivera. Las quebradas que predominan en esta zona del país son profundos huecos en las rocas basálticas, de importantes pendientes y relieves enérgicos, donde confluyen cuevas, paredones verticales y saltos de agua, y se desarrolla una exuberante vegetación de tipo selvática subtropical. El Paisaje Protegido posee una gran heterogeneidad de ambientes naturales, incluyendo diferentes tipos de pastizales, bosques, matorrales, arroyos y cañadas que brindan refugio y alimento a diversas especies de fauna autóctona de gran interés por su rareza, distribución y abundancia. En la zona se han registrado al menos 153 especies de aves, que cuentan con dos particularidades: algunas sólo han sido registradas en este lugar y otras se

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

presentan en mayor proporción a las registradas en otras partes del país. Así se destacan: tachurí coludo (*Culicivora caudaculata*), bandurria amarilla (*Theristicus caudatus*), viudita colorada (*Hirundinea ferruginea*), seriema (*Cariama cristata*), maracaná (*Primolius maracana*) y gavilán pardo (*Buteo magnirostris*). Entre los anfibios se destacan dos especies raras: ranita uruguaya (*Scinax uruguayus*) y sapito de Devincenzi (*Melanoprhyniscus devincenzii*). Por su parte, los reptiles tienen presencia en el área y se destacan especies como la víbora de cascabel (*Crotalus durissus*), extinta en el sur del país. Entre los mamíferos se pueden ver el oso hormiguero chico (*Tamandua tetradactyla*), tatú de rabo molle (*Cabassous tatouay*), gato margay (*Leopardus weidii*), coatí (*Nasua nasua*), coendú (*Coendou spinosus*) y guazubirá (*Mazama gouazoubira*). El parque Natural Regional Valle del Lunarejo (Categoría V UICN – Paisaje Protegido) fue declarado por el Gobierno Departamental como área protegida por el Decreto 10839/2001. La vegetación de quebradas, serranías y de parque, de pradera, matorrales y pajonales constituyen el hábitat para la fauna del área. La cuchilla de Haedo, cumple la función de corredor para el ingreso de especies de origen subtropical hacia el territorio uruguayo. (3)

### **Reserva Bioma Pampa - Quebradas del Norte:**

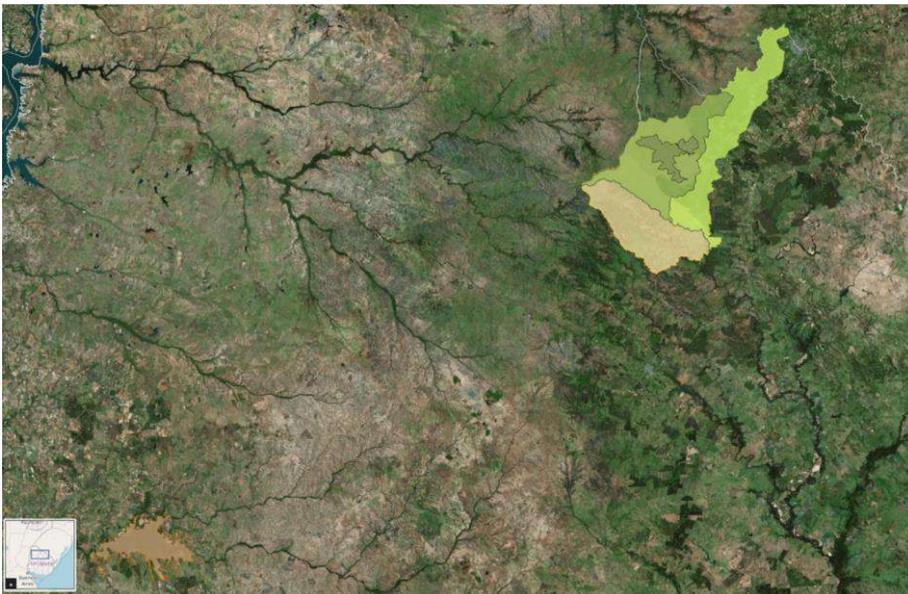


Figura 4 Imagen de la Reserva de Biosfera. “Bioma Pampa – Quebradas del Norte”.

La Reserva de Biosfera de 110.882 hectáreas, localizada en el Departamento de Rivera, fue declarada por UNESCO en 2014 denominada como “Bioma Pampa – Quebradas del Norte”. Su zona núcleo corresponde al área protegida “Valle del Lunarejo”, de casi 30.000 hectáreas. Integra el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, como Paisaje Protegido Categoría V para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (5)

Son pilares de la Reserva de Biosfera el desarrollo sustentable de los sistemas productivos y la generación de ingresos a través de la mejora de los productos turísticos, incluyendo artesanías

## PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

---

y servicios, así como la recuperación de áreas naturales degradadas, mantenimiento y mejora de las características del paisaje, favoreciendo el desarrollo del corredor biológico ya existente, estimulando la biodiversidad y la variación genética de especies autóctonas. (5)

### **POLÍTICAS TRANSFRONTERIZAS**

#### **Área de Protección Ambiental del Ibirapuitá:**

Esta unidad de conservación característica del bioma Pampa, está localizada en el Estado de Río Grande do Sul (RS, Brasil), albergando parte de los municipios de Alegrete, Quaraí, Rosário do Sul y Sant'Ana do Livramento, distante aproximadamente 600 kilómetros de la capital de Porto Alegre. Ocupa una superficie de 318.767 hectáreas, aproximadamente, trecho superior de la cuenca del Río Ibirapuitá. (6)

En el interior, el APA no presenta núcleos urbanos, los cuales están localizados relativamente próximos de sus límites: la ciudad de Sant'Ana do Livramento es prácticamente lindera a el APA, en cuanto a los núcleos de las demás ciudades están distantes entre 10 y 30 kms. Existen pocos accesos, todos por entradas no pavimentadas que, en general, proyectan por el límite de la misma. El río Ibirapuitá es cruzado algunas veces por caminos no pavimentados, apenas en el sector norte del APA. (6)

El área incluye formaciones campestres y montes de clima templado, distintas de otras formaciones existentes en Brasil. Además, incluye 11 especies de mamíferos raros o amenazados de extinción y 22 especies de aves en esta situación. Al menos una especie de pez es endémica en la cuenca del Ibirapitá. Siete géneros de cactáceas y bromelias representan especies endémicas en la región. La formación boscosa ribereña contiene numerosas especies arbóreas de interés comercial. (6)

Los principales factores que condicionan el manejo del APA incluyen la expansión de laboreos para los cultivos de secano (arroz), la caza furtiva, agrotóxicos, erosión, quemas de campos, la tala del monte nativo, distancias extensas y la dificultad de acceso, además sumado a una baja densidad poblacional, el éxodo rural y la sustitución de las prácticas agrícolas.

El Valle del río Ibirapuitá, en la porción centro-norte del APA, cuenta con extensas áreas de montes ribereños y montes de galerías bien conservados, con gran valor de conservación. Este sector se encuentra amenazado por la expansión de la frontera agrícola, especialmente los cultivos de arroz, y por la construcción de represas para esta práctica.

Las formaciones campestres presentan, por lo general, impactos de altas magnitudes por la acción de la ganadería y quemas de campos. Además, se destaca la fragilidad de los sectores al noroeste y oeste del APA en función a sus abruptas formaciones de quebradas y a susceptibilidad de las areniscas y erosión, respectivamente.

## **PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ**

---

Creada en base al Decreto N° 529, de 20 de mayo de 1992, el APA cumple con los objetivos de garantizar la preservación de los remanentes de montes ribereños y sus recursos hídricos asociados; mejorar la calidad de vida de las poblaciones mediante manejo y regulaciones de las actividades económica locales; fomentar el ecoturismo, la educación ambiental e investigación científica protegiendo las especies amenazadas de extinción a nivel regional.