



**“Consultoría para Diseñar el Sistema de Información Geográfica del Proyecto, y Elaboración de los Términos de Referencia para la Adquisición del Equipamiento de los Nodos”**

**COD: 2-2021.1**

**Raquel Tardivo**

Consultor

CONTRATO POR RESULTADO - Requisición N° 49567

**INFORME FINAL**

**Santa Fe (Argentina), Marzo de 2004**



## **ÍNDICE GENERAL**

### **INTRODUCCIÓN**

### **CAPÍTULO 1.- LA CONSULTORÍA**

#### **1.1.- OBJETIVOS**

#### **1.2.- ACTIVIDADES**

1.2.1.- Relevamientos de Sistemas de Información en los Países

1.2.2.- Actores y Demandas de Información

### **CAPÍTULO 2.- EL SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL ACUÍFERO GUARANÍ**

#### **2.1.- ÁREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ**

#### **2.2.- MARCO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

2.2.1.- Definiciones y Alcance del Sistema

2.2.2.- Objetivos

#### **2.3.- ESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

### **CAPÍTULO 3.- COMPONENTES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

#### **3.1.- FUNCIONES INICIALES DEL SIG**

#### **3.2.- ELEMENTOS DEL SIG: BASES DE DATOS Y CARTOGRAFÍA**

3.2.1.- Bases de Datos Documentales

3.2.2.- Cartografía Sintética

3.2.3.- Imágenes de Sensores Remotos

3.2.4.- Bases de Datos geográficos o Georreferenciados

3.2.5.- Uso de la Información

### **CAPÍTULO 4.- PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA**

#### **4.1.- METODOLOGÍA**

#### **4.2.- BASES PARA EL TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

#### **4.3.- CONCEPCIÓN LÓGICA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

4.3.1.- Modelado y estructura de datos espaciales

4.3.2.- Flujo de datos y mecanismos de intercambio de información a tiempo real

#### **4.4.- ESTRUCTURA FÍSICA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

4.4.1.- Operación de Nodos y Subnodos y puesta del SISAG en la Web

4.4.2.- Requerimientos de Interoperabilidad

4.4.3.- Características del Equipamiento para el Sistema de Información

## **CAPÍTULO 5.- ETAPAS Y ACTIVIDADES**

### **5.1. - ACTIVIDADES TÉCNICAS A DESARROLLAR**

- 5.1.1.- Planificación y Estrategia de Negocios para el SISAG
- 5.1.2.- Análisis y Especificaciones del Sistema
- 5.1.3.- Diseño Integral del Sistema
- 5.1.4.- Desarrollo y Construcción del Sistema
- 5.1.5.- Implementación del Sistema
- 5.1.6.- Operación y Evaluación del Sistema
- 5.1.7.- Consolidación y Actualización del Sistema

### **5.2.- RESUMEN DE PRODUCTOS MÍNIMOS ESPERADOS**

### **5.3.- PLAZOS TOTALES DE EJECUCIÓN**

### **5.4.- CONTROL DE CALIDAD E INFORMES DE PRODUCTOS**

- 5.4.1. Control de Calidad
- 5.4.2.- Informes de Productos

## **CAPÍTULO 6.- ESTRATEGIA OPERACIONAL DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

### **6.1.- ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA**

- 6.1.1.- Análisis del Marco Legal e Institucional
- 6.1.2.- Estructura de Organización del Sistema de Información Geográfica

### **6.2.- ACCIONES A IMPLEMENTAR**

- 6.2.1.- Implementación de Medidas en la Etapa de Diseño y Especificación del Sistema
- 6.2.2.- Acciones durante la Etapa de Desarrollo e Implementación del Sistema
- 6.2.3.- Acciones durante el Período de Consolidación y Actualización del Sistema

### **6.3.- ESQUEMA DE SEGUIMIENTO Y REVISIÓN DE ACCIONES**

- 6.3.1.- Actualización de la Información y del Sistema de Información Geográfica
- 6.3.2.- Seguimiento del Cumplimiento de la Estrategia Operacional y Revisión de Contenidos

## **CONCLUSIONES**

## **RECOMENDACIONES**

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## **LISTA DE CONTACTOS**

## **ANEXOS**

ANEXO 1. Relevamientos de Sistemas de Información en los Países e Información Disponible

ANEXO 2. Informe del Taller del Sistema de Información del SAG (Montevideo, Octubre 2003)

ANEXO 3. Términos de Referencia para el desarrollo e implementación del Sistema de Información

ANEXO 4. Costos estimados para el Sistema de Información Geográfica del SAG

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Ubicación geográfica del Sistema Acuífero Guaraní.  
Figura 2. Interrelación de los distintos componentes del Proyecto.  
Figura 3. Jerarquización de necesidades para el Sistema de Información del SAG.  
Figura 4. Esquema de los principios básicos del Sistema de Información del SAG.  
Figura 5. Conformación de nodos nacionales y subnodos del Sistema de Información del SAG.  
Figura 6. Ejemplificación de la arquitectura del sistema de información en capas jerárquicas.  
Figura 7. Pantallas del sistema: capas de topografía, hidrografía, áreas urbanas y pozos profundos.  
Figura 8. Pantallas del sistema: capas de geología, infraestructura vial y pozos profundos.  
Figura 9. Pantallas del sistema: capas de imágenes de satélites, hidrografía y pozos profundos.  
Figura 10. Modelo de referencia de etapas y actividades para la implementación del sistema.  
Figura 11. Flujo de procesos del sistema e interrelación con los componentes del Proyecto.

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Prioridades temáticas de información para el Sistema de Información del SAG.  
Tabla 2. Ocupación territorial del Sistema Acuífero Guaraní en los Países.  
Tabla 3. Estructura inicial de nodos nacionales y subnodos del Sistema de Información del SAG.  
Tabla 4. Cronograma para el desarrollo e implementación del Sistema de Información Geográfica.  
Tabla 5. Propuesta de estructura de coordinación y administración internacional del Sistema.  
Tabla 6. Propuesta de estructura de administración nacional del sistema. Nodos Nacionales.  
Tabla 7. Propuesta de estructura de administración de Subnodos y Miembros del sistema.  
Tabla 8. Esquema preliminar de la estructura del área técnica del Sistema de Información Geográfica.  
Tabla 9. Esquema preliminar de la estructura del sector SIG y Geoprocesamiento.  
Tabla 10. Esquema preliminar de la estructura del sector Informática.

## LISTA DE ABREVIATURAS

- CNs. Coordinadores Nacionales del Proyecto Acuífero Guaraní  
Cód.: Código  
Dir.: Dirección  
IDE. Infraestructura de Datos Espaciales  
Inf.: Información  
Inst.: Institución  
ISO TC/211. Comité Técnico de ISO para Información Geográfica  
Nac.: Nacional  
Pcia.: Provincia  
PIP. Plan de Implementación del Proyecto Acuífero Guaraní  
POP. Plan de Operación del Proyecto Acuífero Guaraní  
SAG. Sistema Acuífero Guaraní  
SGBD. Sistema de Gestión de Bases de Datos  
SG-OEA. Secretaría General de OEA  
SG-SAG. Secretaría General del Proyecto SAG  
SISAG. Sistema de Información Geográfica del Sistema Acuífero Guaraní  
TdR. Términos de Referencia  
TOM/TMN. Telecommunications Management Network Model Architecture  
UEEP. Unidades Estadales de Ejecución del Proyecto (Brasil)  
UNEP. Unidades Nacionales de Ejecución del Proyecto  
XML/GML. Extensible Market Language / Geographic Market Language  
IEEE. Normas del Instituto de Ingenieros Electrónicos y Electricistas de los Estados Unidos

## LISTA DE SIGLAS

ANA. Agencia Nacional de Aguas (Brasil)  
BDH. Banco de Datos Hidrogeológicos (Paraguay)  
BGR. Servicio Geológico Alemán  
BM. Banco Mundial  
CETESB. Compañía de Tecnología de Saneamiento Ambiental (Sao Paulo, Brasil).  
CMMHA. Centro Multiuso de Monitoreo Hidrológico Ambiental (Paraguay)  
CPRM. Compañía de Pesquisas de Recursos Nacionales (Brasil)  
DAEE. Departamento de Agua y Energía Eléctrica (Sao Paulo, Brasil)  
DAFO/FODA. Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas  
DGPCRH. Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos (Paraguay)  
DH (ER). Dirección de Hidráulica (Entre Ríos, Argentina)  
DINAMA. Dirección Nacional de Medio Ambiente (Uruguay)  
DINAMIGE. Dirección Nacional de Minería y Geología (Uruguay)  
DNH. Dirección Nacional de Hidrografía (Uruguay)  
DNRNR. Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables (Uruguay)  
DNT. Dirección Nacional de Topografía (Uruguay)  
DPOH. Dirección Provincial de Obras Hidráulicas (Santa Fe, Argentina)  
FGDC. Federal Geographic Data Committee  
GEF. Global Environment Facilities / Fondo Mundial de Medio Ambiente  
IGDN. Interamerican Geospatial Data Network  
IGM. Instituto Geográfico Militar (Argentina)  
INA. Instituto Nacional del Agua y el Ambiente (Argentina)  
INA-CRL (SF). Centro Regional Litoral del INA (Santa Fe, Argentina)  
ISO. International Organization for Standardization  
OEA. Organización de los Estados Americanos  
ORDAZUR. Ordenamiento Ambiental de Zonas Urbanas (Paraguay)  
OSE. Obras Sanitarias del Estado (Uruguay)  
PRENADER. Programa de Recursos Naturales y Desarrollo del Riego (Uruguay)  
SAG-PY. Proyecto Sistema Acuífero Guaraní Paraguay (Proyecto BGR-SEAM)  
SEAM. Secretaría del Ambiente (Paraguay)  
SEGEMAR. Servicio Geológico Minero Argentino (Argentina)  
SENASA. Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (Paraguay)  
SIAGAS. Sistema de Información de Aguas Subterráneas (CPRM, Brasil)  
SIAN. Sistema de Información Ambiental Nacional (Argentina)  
SIG/GIS. Sistema de Información Geográfica  
SIGEST. Sistema de Gestión de Usos Múltiples de Aguas (Sao Paulo, Brasil)  
SIGNAC. Sistema de Información Geográfica Nacional (Uruguay)  
SIGRH. Sistema de Información para el Gerenciamiento de los Recursos Hídricos de Sao Paulo, Brasil  
SIGRHER. Sistema de Información Geográfica para Gestión de Recursos Hídricos de Entre Ríos, Arg.  
SNIRH. Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (Brasil)  
SNRH. Sistema Nacional de Recursos Hídricos (Argentina)  
SRNyDS. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible (Argentina)  
SSRH. Subsecretaría de Recursos Hídricos (Argentina)  
SUDERHSA. Superintendencia de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental (Paraná, Brasil)  
UNCPBA. Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Buenos Aires (Argentina)  
UNER. Universidad Nacional de Entre Ríos (Argentina)  
UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization  
UNL. Universidad Nacional del Litoral (Santa Fe, Argentina)  
UNIGIS. Universidades Internacionales de Sistemas de Información Geográfica  
UR. Universidad de la República (Uruguay)  
VMyE. Viceministerio de Minas y Energía (Paraguay)

## INTRODUCCIÓN

El Proyecto “Protección Ambiental y Manejo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní”, ejecutado por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, financiado por el GEF - Banco Mundial y gerenciado por la Secretaría General de la OEA (SG/OEA), se realiza bajo la óptica de las Aguas Subterráneas Transfronterizas.

El objetivo de largo plazo del proceso iniciado a través del Proyecto es lograr la gestión y uso sostenible del Sistema Acuífero Guaraní (SAG), que se localiza en partes del este y centro-sur de Sudamérica y subyace en zonas de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay (Figura 1).

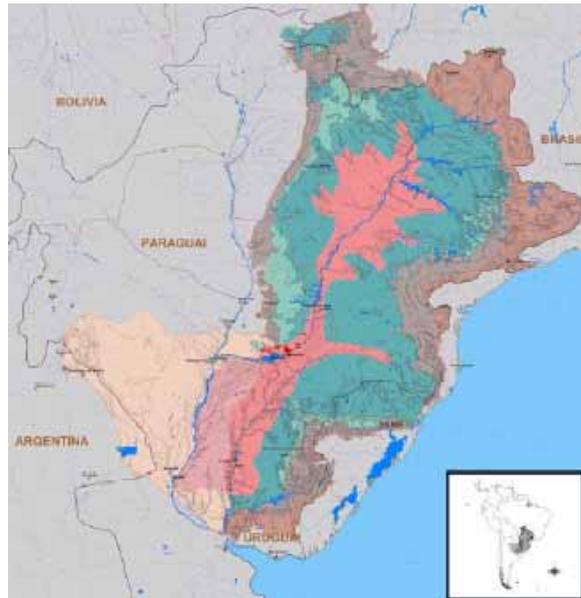


Figura 1. Ubicación Geográfica del Sistema Acuífero Guaraní. (Fuente: ANA, 2003).

Este proyecto constituye un primer paso para la consecución del objetivo de largo plazo, cuyo propósito consiste en apoyar a los cuatro países involucrados para elaborar conjuntamente e implementar un marco común institucional, legal y técnico para manejar y preservar el SAG para las generaciones actuales y futuras.

Basado en este enfoque, el desarrollo en conjunto y la instrumentación del Marco de Gestión para el SAG constituye el núcleo del Proyecto, interrelacionado con los demás componentes del Proyecto diseñados para proveer la base científica, técnica, social, legal, institucional, financiera y económica de este marco, según esquema presentado en Figura 2.

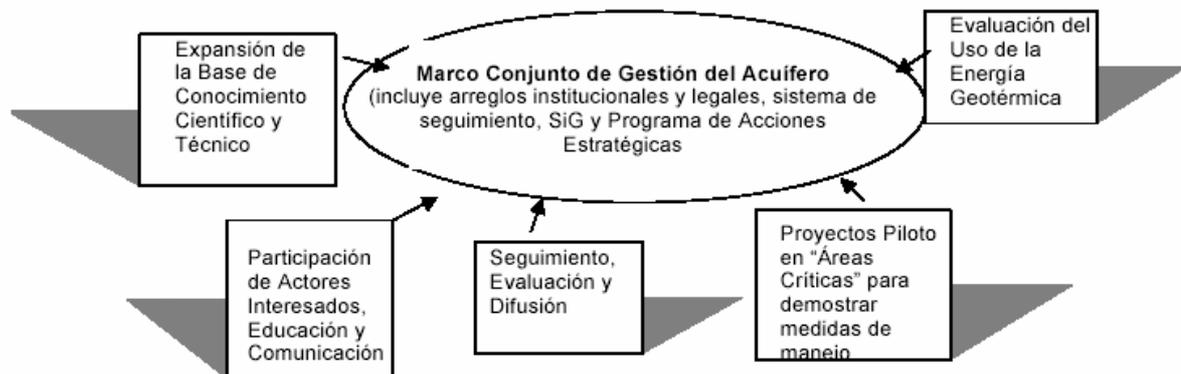


Figura 2. Interrelación de Componentes del Proyecto. (Fuente: PIP, 2003).

La estrategia para desarrollar con éxito el Proyecto, se basa en tres pilares fundamentales: integración de la gestión del agua subterránea con los recursos hídricos; gestión sostenible del SAG; gestión de la propuesta coordinada y aceptada. Este marco conceptual sugiere la existencia de distintos sistemas de información para distintos propósitos<sup>1</sup>: datos; difusión; gerenciamiento y toma de decisiones; los cuales se estructuran de manera de atender distintos objetivos y alcanzar distintos productos.

- El primer sistema de información que se identifica tiene el objetivo de fortalecer el marco de gestión mediante la disponibilidad de datos existentes e información generada de los recursos hídricos. El sistema de informaciones del Acuífero Guaraní (SISAG) será desarrollado para poner una Base de Datos a disposición de los países asegurando su consistencia, utilidad, actualidad y accesibilidad, materializado en una red informática con nodos nacionales e infranacionales.
- En un segundo nivel, se destaca la difusión para promover la participación pública de acuerdo al concepto básico para lograr el desarrollo sostenible. En tal sentido, por medio de la difusión y educación se fomenta el desarrollo de una masa crítica dentro de la sociedad, involucrando compromisos de distintos grupos sociales. En la página web del Proyecto ([www.sg-guarani.org](http://www.sg-guarani.org)) son periódicamente incorporados documentos que surgen del avance y se ofrece instancias de retroalimentación.
- El sistema de gerenciamiento además de establecer flujos entre las distintas componentes técnicas del Proyecto también cuenta con herramientas y mecanismos de regulación, seguimiento y evaluación. Su dinámica se apega al ritmo de avance del Proyecto vinculando otras iniciativas que pueden aportar contribuciones al gerenciamiento del SAG.
- El último nivel corresponde al sistema de toma de decisiones que involucra el más alto nivel de decisión soberana en cada uno de los países, en el Proyecto y eventuales arreglos futuros de gerenciamiento del SAG.

Para la sustentabilidad del proceso, cada uno de estos componentes de los sistemas de información deben consolidarse en las estructuras institucionales existentes y potenciar los recursos disponibles para dar soporte al marco de gestión propuesto e implementado durante la fase de ejecución del Proyecto. Al final se espera que la propuesta de gerenciamiento del SAG sea una importante base para que la región logre un acuerdo transfronterizo para aprovechamiento de los recursos del acuífero.

En este contexto, y dentro del Componente 2 “Desarrollo e Instrumentación Conjunta de un Marco de Gestión Coordinada para el SAG” – Subcomponente IIb “Sistema de Información Geográfica del Sistema Acuífero Guaraní” y con relación a las otras componentes del Proyecto, se encuentra inscripta la consultoría Cód: 2-2021/1 que tiene como objetivo diseñar el Sistema de Información Geográfica del Proyecto y elaboración de los términos de referencia para adquisición del equipamiento de nodos y subnodos<sup>2</sup>.

El diseño del sistema de información geográfica del proyecto tiene como antecedente el trabajo de consultoría realizado en Febrero de 2001 en la Fase de Preparación del Proyecto<sup>3</sup>, documentos de trabajo e informes técnicos disponibles en la página web [www.sg-guarani.org](http://www.sg-guarani.org), PIP y POP 2003, informe del Taller de Lanzamiento del Proyecto en Montevideo, referencias de los sistemas de información de recursos hídricos y ambientales instalados en los países y documentos bibliográficos específicos sobre el objeto de esta consultoría, los cuales sirvieron de sustento para este informe y elaboración de los términos de referencia.

<sup>1</sup> Presentación de los Sistemas de Información del Proyecto Acuífero Guaraní. Deltamérica, Brasilia. Amore L., 2003.

<sup>2</sup> Términos de Referencia: Consultoría para diseñar el sistema de información geográfica del proyecto, y elaboración de los términos de referencia para la adquisición del equipamiento de los nodos y subnodos, 2003 - Cód. 2-2021.1

<sup>3</sup> “Proyecto Protección Ambiental y Manejo Sostenible Integrado del Sistema Acuífero Guaraní” - Actividad 04: Diseño del Sistema de Información para el Sistema Acuífero Guaraní - Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay - OEA-GEF-BM. Tardivo R., 2001 - Informe Final de Consultoría, Etapa de Preparación del Proyecto.



## CAPÍTULO 1.- LA CONSULTORÍA

### 1.1.- OBJETIVOS

El objetivo general de la consultoría se ha orientado a proponer las bases conceptuales así como los elementos técnico-estructurales y de funcionamiento que permitan montar el Sistema de Información Geográfica para la Protección Ambiental y el Manejo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní, sobre la base del relevamiento y análisis de los sistemas de información sobre recursos hídricos existentes en los países partícipes, de la información existente de la fase de preparación del Proyecto y de metodologías consagradas en el medio de la tecnología de la información, considerando como factor prioritario la capacidad de los países y su sostenibilidad en el tiempo.

Los objetivos específicos de la consultoría se orientan a:

- Planificar, diseñar y proponer el Sistema de Información Geográfica del Proyecto de forma consensuada e integrando y compatibilizando los sistemas de información existentes en los 4 países participantes, por medio de metodologías modernas y actuales de relevamiento y disponibilización de informaciones geográficas.
- Elaborar los términos de referencia (TDR), para la adquisición de equipos de informática a ser instalados en los nodos y sub-nodos del Sistema de Información del Proyecto.

### 1.2.- ACTIVIDADES

En función de los objetivos propuestos, se desarrollaron las actividades detalladas a continuación:

- Recopilación y revisión de los antecedentes generados en la Fase de Preparación del Proyecto.
- Participación en el Taller del Proyecto Piloto Salto-Concordia (Salto, 07 de Octubre de 2003) iniciando contactos con SG-SAG, Coordinadores Nacionales (CNs) y representantes de UNEP.
- Viajes de relevamiento de sistemas de información de recursos hídricos/ambientales e información georreferenciada disponible en las distintas instituciones de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay involucradas con el Proyecto (12 de Octubre al 14 de Noviembre de 2003). (*Sistemas relevados en Anexos*).  
Contactos con diferentes actores, CNs de los cuatro países y responsables de sistemas de información; ANA en Brasilia, CPRM (RJ), SUDERSHA (PR), CETESB (SP), DAEE (SP); DNH, DNT, DINAMA, DINAMIGE, PRENADER, OSE, UR en Montevideo; SSRH, SEGEMAR, INA, IGM, SRNyDS en Buenos Aires, DH (ER), DPOH, UNL, INA-CRL (SF); SEAM, CMMHA, SENASA en Asunción; entre otros. (*Lista de contactos en Anexos*).
- Reuniones con Secretario General del Proyecto, Coordinadores de Áreas Técnicas; Responsable de Proyectos OEA y Coordinadores de otros Proyectos internacionales OEA/GEF.
- Contactos y reuniones con otros consultores vinculados al Proyecto: consultor en Hidrogeología, consultora en Cartografía, responsable Página web del proyecto, consultor en Licitaciones, consultor en Hidrogeoquímica, consultor en Geofísica, consultor en Geología, consultor en Comunicación inicial del proyecto y consultores de Proyectos pilotos.
- Colaboración en la preparación del Taller de Montevideo (29 y 30 de Octubre de 2003) y presentación en el mismo de las bases de discusión sobre el Sistema de Información que será implementado por el Proyecto, conformación de grupos de trabajo y redacción de conclusiones. (*Informe del Taller del Sistema de Información en Anexos*).
- Presentación en la Reunión de Buenos Aires (11 y 12 de Noviembre de 2003) de las conclusiones del Taller de Sistemas de Información respecto a la propuesta del Mapa Base del Proyecto, Elementos de Bases de Datos Hidrogeológicos y Arquitectura del Sistema de Información.
- Elaboración del presente Informe de Consultoría y Términos de Referencia.

### 1.2.1.- RELEVAMIENTOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LOS PAÍSES

En la primera etapa de desarrollo de esta consultoría se ha relevado en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay los sistemas de información de recursos hídricos y/o ambientales existentes, así como la información georreferenciada vinculada al proyecto.

La tarea consistió fundamentalmente en una actualización de la información recopilada en la etapa de preparación del proyecto, respecto a levantamiento de las instituciones que operan sistemas de información geográfica, modalidades actuales de integración y gestión de cartografía y bases de datos de recursos hídricos superficiales y subterráneos, así como aspectos vinculados a la demanda general de información de los gobiernos y de la sociedad civil, sobre el Sistema Acuífero Guaraní.

En base a la información generada en la etapa de preparación del proyecto, recopilación de antecedentes y análisis de los sistemas de información relevados en los países, y conforme a las temáticas discutidas y consensuadas en el Taller del Sistema de Información del Sistema Acuífero Guaraní (*Informe del Taller en Anexos*), se han considerado estos aspectos como instrumentos de relevancia para la definición de la propuesta del sistema de información geográfica del Proyecto.

Se listan a continuación los principales sistemas de información de recursos hídricos y/o ambientales relevados en el ámbito nacional en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay considerados de interés para el Proyecto SAG, como así también algunos sistemas instalados en el ámbito Provincial en Argentina y en el ámbito Estadual en Brasil, los cuales gestionan información cartográfica digital, imágenes de sensores remotos y bases de datos alfanuméricas integrados en SIG, y con disponibilidad de información a través de Internet, en algunos casos. (*Sistemas de información relevados en Anexos*).

#### ARGENTINA

- **SNRH - Sistema Nacional de Recursos Hídricos** <sup>\*</sup>. SSRH.  
[www.mecon.gov.ar/hidricos](http://www.mecon.gov.ar/hidricos)
- **Sistema de Información Geográfica del Instituto de Geología y Recursos Minerales**\*. SEGEMAR.  
[www.segemar.gov.ar](http://www.segemar.gov.ar)
- **SIAN - Sistema de Información Ambiental Nacional**. SRNyDS.  
[www.medioambiente.gov.ar/sian](http://www.medioambiente.gov.ar/sian)
- **SIGRHER - Sistema de Información Geográfica para los Recursos Hídricos de la Pcia. de Entre Ríos**\*. Dirección de Hidráulica Entre Ríos.
- **Sistema de Información aplicado al conurbano bonaerense**\*. INA.
- **Sistema para la Gestión de Información Hidrológica**. UNCPBA-UNESCO.  
[www.phi-g.org](http://www.phi-g.org)

#### BRASIL

- **SNIRH - Sistema Nacional de Informaciones de Recursos Hídricos**\*. ANA.  
[www.snirh.gov.br](http://www.snirh.gov.br), [www.hidroweb.ana.gov.br](http://www.hidroweb.ana.gov.br), [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)
- **SIAGAS - Sistema de Informaciones de Aguas Subterráneas**\*. CPRM - RJ.  
<http://siagas.cprm.gov.br>, [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)

---

\* Sistema presentado en el Taller de Sistema de Información del SAG - Montevideo, 29 y 30 de Octubre de 2003  
Publicado en: [www.sg-guarani.org/gestion/sistinforma.htm](http://www.sg-guarani.org/gestion/sistinforma.htm)

- Sistema de Informaciones Geográficas do Alto Río Iguazú\*. SUDERHSA- PR.  
[www.pr.gov.br/suderhsa](http://www.pr.gov.br/suderhsa)
- **Sistema de Información para el gerenciamiento ambiental del Acuífero Guaraní en el Estado de Sao Paulo\***. CETESB-SMA/SP – StMLU/Baviera Alemania.  
<http://www.cetesb.sp.gov.br>
- **SIGEST - Sistema de Gestión de Usos Múltiples de Aguas\***. DAEE/FLTH/USP.  
[www.sigest.fcth.br](http://www.sigest.fcth.br)
- **SIGRH – Sistema de información para gerenciamiento de recursos hídricos en el Estado de Sao Paulo**. DAEE - SP.  
[www.sigrh.sp.gov.br](http://www.sigrh.sp.gov.br)
- **Bases de datos y diagnóstico de recursos hídricos subterráneos del Proyecto Oeste de Santa Catarina (PROESC)**. CPRM - SC.

#### PARAGUAY

- **CMMHA - Centro Multiuso de Monitoreo Hidrológico Ambiental\***. CMMHA - VMYE.  
[www.mopc.gov.py](http://www.mopc.gov.py)
- **BDH - Desarrollo del Banco de Datos Hidrogeológicos y Sistema de Información Geohidrológica Regional\***. SENASA.
- **ORDAZUR.- Sistema de Información del Proyecto Ordenamiento Ambiental de Zonas Urbanas\***. Servicio Geológico Alemán BGR/SEAM.
- **SAG-PY. Bases de datos del Proyecto SAG-Paraguay**. Servicio Geológico Alemán BGR/SEAM. Secretaría del Ambiente.

#### URUGUAY

- **Sistema de Información de Recursos Hídricos\***. DNH.  
[www.dnh.gub.uy/sgrh](http://www.dnh.gub.uy/sgrh)
- **Sistema de Información Geográfica Nacional SIGNAC / ClearingHouse\***. DNT.  
[www.clearinghouse.gub.uy](http://www.clearinghouse.gub.uy)
- **Sistemas Temáticos de Recursos Hídricos y de Riego\***. PRENADER - DNRNR.  
[www.prenader.gub.uy](http://www.prenader.gub.uy) - [www.mgap.gub.uy](http://www.mgap.gub.uy)
- **Bases de datos hidrogeológicas de DINAMIGE**.  
[www.dinamige.gub.uy](http://www.dinamige.gub.uy)
- **Bases de datos hidrogeológicas de OSE**.  
[www.ose.gub.uy](http://www.ose.gub.uy)
- **Bases de datos ambientales de DINAMA**.  
[www.dinama.gub.uy](http://www.dinama.gub.uy)

### 1.2.2.- ACTORES Y DEMANDAS DE INFORMACIÓN

Durante la fase de relevamientos y actualización de información disponible, fueron identificados por los Coordinadores Nacionales los puntos focales y actores de relevancia en los cuatro países para subsidiar la planificación y diseño del sistema de información geográfica del SAG, los que fueron entrevistados (*Actores y Sistemas Existentes en Anexos*).

En función de las capacidades de los países, se manifestaron las dificultades actuales de los sistemas en funcionamiento, respecto a la conformación y sostenimiento de equipos técnicos capacitados y disponibilidad de recursos para garantizar su estabilidad laboral (ya que en la

---

\* Presentado en el Taller de Sistema de Información del SAG - Montevideo, 29 y 30 de Octubre de 2003  
Publicado en: [www.sg-guarani.org/gestion/sistinforma.htm](http://www.sg-guarani.org/gestion/sistinforma.htm)



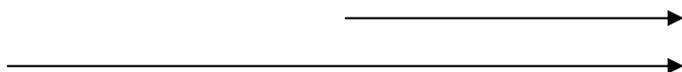


Figura 3. Jerarquización de necesidades para el Sistema de Información del SAG<sup>4</sup>.

En este proceso lógico de eventos requeridos, las *funciones del sistema* permiten manipular los *datos* (ver Tabla 1), usando las *aplicaciones* que trabajan con el *hardware*. El *personal es entrenado* para operar los *procedimientos*, lo que puede requerir algunos *cambios organizacionales* dentro de los parámetros de las *estructuras legales*.

Cada una de estas funciones están afectadas por las acciones de la función precedente, y el diseño final de cada función afectará directamente el trabajo de la siguiente función. Así mismo, algún cambio requerido dentro de una función podría generar una reacción en cadena a lo largo de todas las funciones siguientes.

Esta interdependencia determina que las funciones organizacionales tiendan a ser las que repetidamente presenten más dificultades, por lo que deberá ser atendido durante todo el proceso del desarrollo e implementación del sistema de información geográfica del SAG.

En el trabajo *Las Aguas Subterráneas Bajo la Lupa*<sup>5</sup>, una revisión sobre la disponibilidad de aguas subterráneas en América del Sur y las amenazas asociadas a su explotación, se cita como uno de los problemas más relevantes que afectan a los recursos de la Región la falta de información adecuada relacionada con las características hidrogeológicas e hidroquímicas de los diferentes tipos de acuíferos y el monitoreo permanente de los mismos.

El trabajo *Aguas Subterráneas: Necesidades Regulatorias*<sup>6</sup> pone de manifiesto la relevancia de la captura y distribución de la información, así como la responsabilidad de los Estados en la conducción de investigaciones capaces de determinar cuánta agua, dónde y cuándo se encontrará, cuál será su calidad, cuál será la duración del acuífero y cuáles serán los efectos del desarrollo y uso del recurso. Se cita además que los datos sobre aguas subterráneas son generalmente difíciles de obtener, costosos y menos precisos que los datos comparables para aguas superficiales, ello demanda especial cuidado en la realización de las tareas de investigación y sus resultados deben ser manejados y distribuidos de tal manera que la población, que aún sin tener conocimientos técnicos usa aguas subterráneas, pueda entenderlos fácilmente.

Una gestión adecuada del uso múltiple de los recursos hídricos demanda nuevas competencias, capacidades y actitudes de parte de la administración pública, los sistemas jurídicos y los usuarios de agua. La enorme dispersión institucional y de funciones para la administración y gestión del agua, la carencia de recursos humanos suficientemente capacitados, la falta de sistemas de control y monitoreo, la falta de inversión en sistemas de información y datos sobre los recursos hídricos, catastro, administración y control del recurso (con información escasa, fragmentada, dispersa, con problemas de calidad y confiabilidad), son citados como elementos de vulnerabilidad y eventuales conflictos sociales, ambientales y económicos, en *Instrumentos para la Gestión del Agua en América Latina y el Caribe*<sup>7</sup>.

<sup>4</sup> Adaptado de: Fisher M., 1999. Project Management for GIS. UNIGIS, Manchester Metropolitan University.

<sup>5</sup> GWP (2003) Las Aguas Subterráneas Bajo la Lupa. Bol. N°1 Global Water Partnership SAMTAC. www.agualtiplano.net.

<sup>6</sup> Solanes M. (2001) Aguas Subterráneas: Necesidades Regulatorias. Jornadas de Derecho de Aguas PUC de Chile. CEPAL-GWP.

<sup>7</sup> Dourojeanni A. y Jouravlev A. (2000) Instrumentos Económicos para la Gestión del Agua en América Latina y el Caribe. CEPAL.

Tabla 1. Prioridades temáticas de información para el Sistema de Información del SAG.

<b>D</b>	<b>Institucionales</b>	Gobiernos locales (Municipios), Regionales (Estados, Provincias, Departamentos) y Gobiernos Nacionales. Empresas del estado, Empresas privadas, Instituciones académicas. Organizaciones no gubernamentales, Asociaciones, Fundaciones, Clubes de servicio, Grupos y Movimientos. Productos y/o servicios.
	<b>Normativos y legales</b>	Leyes, decretos, normas técnicas, regulaciones de explotación.
	<b>Acervo técnico y bibliográfico</b>	Libros, Publicaciones, Informes, Investigaciones científicas, Tesis.
<b>A</b>	<b>Cartográficos</b>	Medio físico, político, temáticos, informativos, publicitarios. Cartografía regional escalas 1:250.000/1.1.000.000 básica y temática. Cartografía local detallada escalas 1:10.000/1:50.000 básica y temática.
<b>T</b>	<b>Socio-económicos y políticos</b>	Estadísticas, censos, indicadores.
	<b>Conservación</b>	Áreas naturales y protegidas, reservas ecológicas.
<b>O</b>	<b>Hidrogeológicos</b>	Caracterización física, balance hídrico, geología, geofísica, hidrogeoquímica, isotopía, inventario de pozos, modelos.
	<b>Red de monitoreo</b>	Medio físico y socio-económico. Geología, Hidrogeología, Vegetación, Uso del Suelo, Topografía, Político administrativo, Red Vial, Red de drenaje.
<b>S</b>	<b>Áreas críticas</b>	Informaciones relevantes cuantitativas y cualitativas periódicas en las áreas de recarga, transición, descarga, contaminación y exploración intensiva.
	<b>Aprovechamiento</b>	Usos y usuarios del agua, diseños constructivos. Abastecimiento a la población, uso industrial, recreación y esparcimiento turístico, irrigación, energético o calefacción residencial. Asentamiento de comunidades indígenas. Actividad empresarial de explotación y perforación. Investigación científica, otras aplicaciones.
	<b>Vulnerabilidad</b>	Uso y ocupación, cargas contaminantes.



## CAPÍTULO 2.- EL SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL ACUÍFERO GUARANÍ

Citando lo publicado en la página web del Proyecto [www.sg-guarani.org](http://www.sg-guarani.org)<sup>8</sup>, el Proyecto de Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní contempla el desarrollo de un sistema de información integrado y orientado al gerenciamiento del Sistema Acuífero Guaraní como un todo y de sus cuatro áreas pilotos (Concordia-Salto; Ribeirao Preto; Rivera-Santana do Libramento; Caaguazú-Ciudad del Este-Encarnación).

El objetivo de este Sistema de Información es el de reunir, dar consistencia y divulgar los datos estáticos y dinámicos, informaciones y documentos sobre el estado cualitativo y cuantitativo del SAG y sus relaciones con instituciones, normativas, usuarios, sociedad, cultura y ambiente, para apoyar la gestión integrada y sostenible del SAG, el intercambio de información y conocimientos entre países y la disponibilidad de productos sobre el estado del arte, gestión y protección ambiental del acuífero, para satisfacer las necesidades de distintos niveles de usuarios.

La iniciativa pionera deberá integrar a los países y a las diversas unidades federadas directamente involucradas en una red de monitoreo, tratando de proveer un subsidio a la gestión sistémica, integrada y participativa de los recursos hídricos. Los datos serán provistos básicamente por los pozos ya existentes. Se espera que el sistema de información del Guaraní venga a contribuir para el desarrollo de los sistemas existentes y servir de modelo referencial para la inserción de las aguas subterráneas en los sistemas de informaciones de recursos hídricos y acuíferos, específicamente.

### 2.1.-ÁREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

La región geográfica del Sistema Acuífero Guaraní está comprendida entre los 14° 00' y 35° 00' de Latitud Sur y entre los 44° 00' y 65° 00' de Longitud Oeste, con aproximadamente 1.200.000 km<sup>2</sup> de extensión. En Brasil abarca el 71% del área total del acuífero transfronterizo, distribuido en los estados de Río Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Sao Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul y Goiás; en Argentina ocupa el 19%, en las provincias de Entre Ríos, Corrientes, Misiones, Santa Fe, Chaco y Formosa; en Paraguay ocupa el 6% en la región oriental, en los departamentos de Itapúa, Misiones, Caazapa, Alto Paraná, Guaira, Caaguazú, San Pedro, Canindeyú y Amambay; y en Uruguay ocupa el 4% distribuido en los departamentos de Rivera, Salto, Tacuarembó, Artigas, Río Negro y Paysandú.

Tabla 2. Ocupación Territorial del Sistema Acuífero Guaraní en los Países.

País de Ocupación	Superficie (en Km <sup>2</sup> )	% del Acuífero	% del Territorio
Brasil	839.000 km <sup>2</sup>	71 %	10 %
Argentina	225.500 km <sup>2</sup>	19 %	6 %
Paraguay	71.700 km <sup>2</sup>	6 %	18 %
Uruguay	45.000 km <sup>2</sup>	4 %	25 %

Fuente: Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos. ANA, 2003.

El área de estudio es muy extensa, compleja y en muchos sectores el acuífero es poco conocido. En grandes regiones el acuífero es explotado cada vez con mayor intensidad y constituye la principal fuente de suministro de agua potable para abastecimiento urbano, industrial y agrícola, con un aumento constante en los últimos 20 años de la cantidad de extracciones del acuífero en función de las demandas. En este contexto, se convierte en una gran necesidad la disponibilidad de datos, el grado de confiabilidad de la información existente, un adecuado flujo de informaciones y adecuadas herramientas para difusión y gestión integral de la información.

<sup>8</sup> [www.sg-guarani.org](http://www.sg-guarani.org), 2003. La fuente inicial de difusión sobre el Sistema de Información que se implementará para el Acuífero Guaraní ya demuestra la relevancia asignada al mismo.

El avance creciente de Internet en América Latina y los avances en tecnologías de telecomunicaciones y sistemas de información constituyen excelentes herramientas de análisis y difusión masiva para el desafío de cambio hacia la protección ambiental y el manejo sostenible del SAG, así como para el fortalecimiento de los Sistemas de Información de Recursos Hídricos en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay.

Así mismo, el enriquecimiento creciente de información, además de tener su valor estratégico para la región, creará precedentes como un mecanismo fundamental para la gestión de cuencas regionales y/o transfronterizas, requiriendo abordar dos aspectos muy críticos: el actual valor agregado que tiene la información en países en desarrollo y la respuesta o grado de compromiso de los potenciales usuarios del sistema, como determinantes del éxito final de su uso<sup>9</sup>.

## **2.2.- MARCO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

### **2.2.1. Definiciones y alcance del sistema**

Se entiende por Sistema de Información al conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurada de acuerdo con las necesidades de una empresa o institución, recopila, elabora y distribuye (en parte) la información necesaria para la operación de dicha empresa o institución y para las actividades de dirección y control correspondientes, apoyando al menos en parte, la toma de decisiones necesaria para desempeñar las funciones y procesos de negocios de la empresa o institución de acuerdo con su estrategia<sup>10</sup>.

El Sistema de Información del SAG constituirá un sistema de alcance internacional, encargado de recopilar y organizar la información del Acuífero Guaraní con el fin de ponerla a disposición de los organismos gubernamentales, no gubernamentales y de la comunidad en general.

El sistema de información deberá producir información multinacional, multisectorial, de forma dinámica, actualizada sistemáticamente, integral del acuífero, flexible y accesible para su utilización y difusión.

Particularmente considerará los requerimientos de información que plantea la educación pública, tanto formal como no formal de los cuatro países.

El sistema de información servirá para facilitar la integración de los análisis y difusión de los resultados de las evaluaciones del Análisis Diagnóstico Transfronterizo y suministrará un instrumento importante para la preparación e implementación del Programa de Acción Estratégica.

Así mismo tendrá en cuenta la necesidad de monitorear los comportamientos más caracterizados del SAG que plantean las instituciones nacionales de cada país, responsables por su manejo a nivel de gobierno.

Deberá producir información útil para los usuarios y planificadores y apuntando a un alerta ante diversas situaciones posibles de alteración de calidad, cantidad, temperatura, etc.

### **2.2.2. Objetivos**

El SISAG tendrá como objetivos generales:

- Compilar, sistematizar, procesar y diseminar datos del Sistema Acuífero Guaraní.
- Facilitar la comunicación e intercambio entre las distintas instituciones involucradas.

---

<sup>9</sup> Metodología para la Gestión de Información Hidrológica. IHLLA-UNESCO. Vives, 2002.

<sup>10</sup> Andreu R. et al, 1996. Estrategia y Sistemas de Información. McGraw-Hill.

- Proveer un servicio de acceso a datos e información del SAG a los diferentes usuarios del sistema y a la comunidad en general.
- Proveer un conjunto de aplicaciones que faciliten los procesos de toma de decisiones, de diagnóstico, monitoreo, gestión y protección del SAG.
- Contribuir a la difusión de planes de recursos hídricos subterráneos y superficiales.
- Contribuir a la difusión de planes de educación ambiental y participación pública.
- Apoyar a los procesos de toma de decisiones para la administración transfronteriza del recurso.

El SISAG tendrá como objetivos específicos:

- Integrar y difundir informaciones de estudios básicos y temáticos sobre la región del SAG, modelos, cartografía, imágenes y bases de datos georreferenciados, catálogos y catastros.
- Integrar y difundir información de la Base de Datos Cartográfica Básica de la región..
- Integrar y difundir información de la Base de Datos Hidrogeológicos y temáticas asociadas.
- Integrar, difundir y sistematizar las informaciones de la Red de Monitoreo.
- Integrar y difundir información de los Proyectos Piloto para áreas críticas.
- Integrar elementos para el Análisis Diagnóstico Transfronterizo (ADT).
- Apoyar el desarrollo e implantación del Programa de Acción Estratégica (PAE) del SAG.

### 2.3.- ESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Los principios básicos del sistema de información del SAG se orientan a la descentralización de la obtención y producción de datos e información, la coordinación unificada del sistema, el acceso a los datos e información garantizado para toda la sociedad, con la intención de contribuir a los sistemas nacionales de información de recursos hídricos, como instrumentos para la gestión de los recursos hídricos subterráneos.

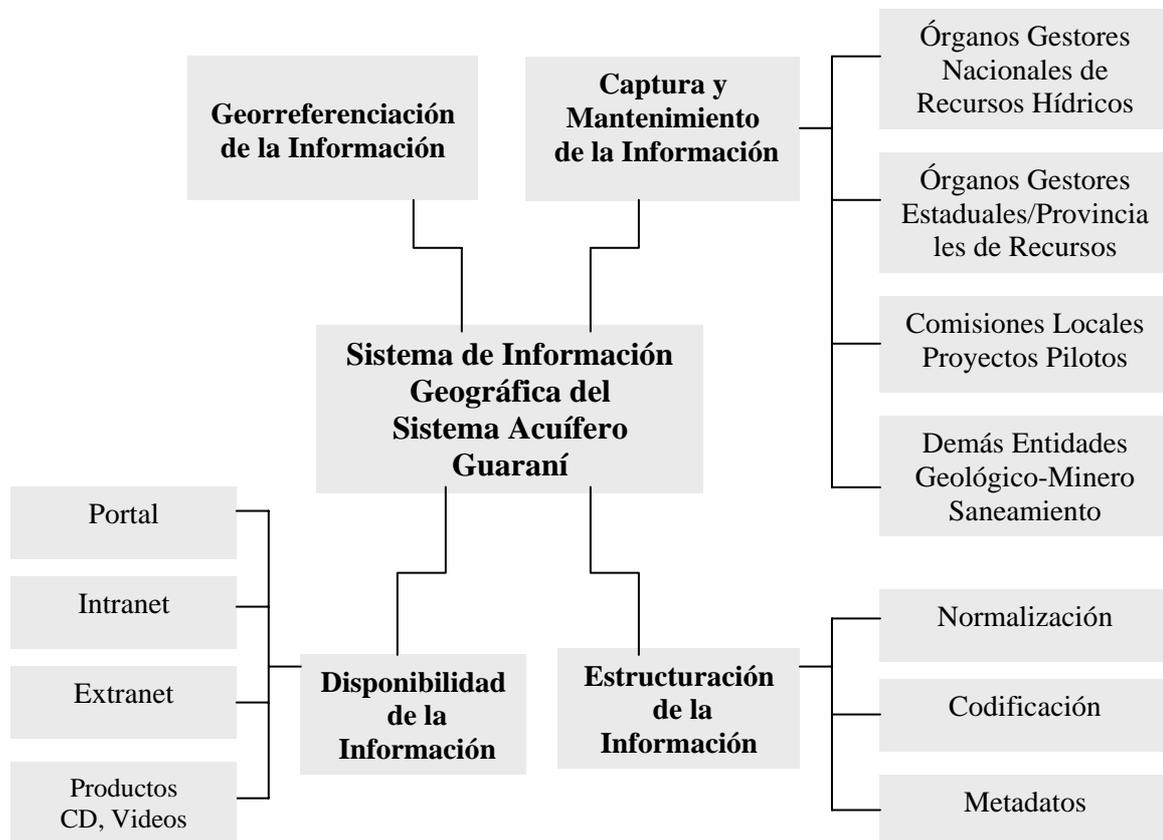


Figura 4. Esquema de los principios básicos del Sistema de Información Geográfica del SAG.

(Fuente: SNIRH, ANA 2003)

El sistema de información estará integrado principalmente por herramientas o componentes específicos de Sistemas de Información Geográfica (**I: Información**), componente Virtual en la Web (**D: Difusión/Diseminación**) y herramientas de Gestión y Toma de Decisiones (**G: Gestión**). Estos instrumentos permitirán la compilación, sistematización y procesamiento de la información sobre el área y las presentarán en forma accesible para el proyecto, instituciones nacionales y locales, interesados y usuarios en general.

La estructuración de la información se establecerá a través de módulos o subsistemas específicos que abarcarán esquemáticamente aspectos tales como:

- I**
  - Documentales: catálogos institucionales, jurídicos, de gestión, bibliográficos
  - Mapas e imágenes
  - Inventario de información geográfica (Metadatos)
  - Base de datos geográficos (Cartografía básica, bases de datos y SIG)
  - Edición y publicación
  - Aplicaciones, consultas y análisis, Herramientas analíticas
  - Software, protocolos y estándares informáticos
  - Interacción con otros sistemas de información
  
- G**
  - Bases de Datos Hidrogeológicos
  - Red de monitoreo
  - Calidad del agua subterránea
  - Oferta del agua subterránea
  - Usos y usuarios del agua subterránea
  - Proyectos Piloto en Áreas Críticas
  - Subsistema financiero
  
- D**
  - Comunicación, Difusión, Artículos de prensa
  - Niños y Jóvenes, Educación Ambiental, Planes de Capacitación
  - Bibliotecas virtuales, Glosarios
  - Foros virtuales, Contactos E-mail
  - Links a sitios de interés
  - Otros módulos de interés

La estructura física del sistema de información geográfica del SAG estará constituida por nodos principales, a partir de la implementación de un nodo que interactuará como facilitador coordinador (SG-SAG) y cuatro nodos regionales/nacionales (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay). Los mismos estarán vinculados a un conjunto de sub-nodos locales activos, correspondientes a los cuatro Proyectos Pilotos del Proyecto y en el caso de Argentina y Brasil se incluirán a las Provincias y a los Estados vinculados al Acuífero Guaraní, ya que se asume que estos sub-nodos locales pueden tener importante significación para la carga de datos, en especial en los países federados (Figura 5).

De esta manera, se implementarán sub-nodos y aplicaciones prototipos del SISAG a nivel local en las cuatro Áreas Piloto de Rivera-Santana, Salto-Concordia, Riberao Preto y Encarnación-Ciudad



Figura 6. Ejemplificación de la arquitectura del sistema en capas jerárquicas.

- Usuarios: comprende interfases gráficas de usuarios con la plataforma de arquitectura elegida.
- Sistemas de Gestión Informativa: gestión de la información, entre ellos el Datawarehouse.
- Capa Middleware: capa técnica que comprende las comunicaciones entre los sistemas.
- Capa Sistemas Técnicos: comprende todos los sistemas técnicos, entre ellos las herramientas SIG, que se encargarán de la captura de la información propia del Sistema Acuífero Guaraní.
- Capa Elementos de Redes: comprende las redes de telecomunicaciones y las redes específicas para el Proyecto.

## **CAPÍTULO 3.- COMPONENTES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

Definido al Sistema de Información Geográfica del SAG por los componentes “geográficos” de la información que gestiona, es que se requiere conformar un sistema que permita integrar información cartográfica digital básica y temática así como imágenes de sensores remotos, asociados a bases de datos alfanuméricas georreferenciadas, realizar operaciones de búsqueda y análisis espacial, álgebra de mapas y modelados espaciales, presentación y visualización cartográfica y temática, interactuando con otros sistemas existentes.

### **3.1.- FUNCIONES INICIALES DEL SIG**

- Reunir, generar y dar consistencia a los datos e información georreferenciada sobre el Sistema Acuífero Guaraní.
- Brindar información geográfica a los distintos actores involucrados con la problemática del agua subterránea transfronteriza (órganos de decisión, científicos, sector privado y la sociedad en general).
- Actualizar permanentemente la información georreferenciada sobre disponibilidad y demanda del recurso.
- Contribuir como una herramienta geoinformática integradora para análisis espacial, planificación y apoyo a la toma de decisiones para la gestión compartida del SAG.

### **3.2.- ELEMENTOS DEL SIG: BASES DE DATOS Y CARTOGRAFÍA**

Para cumplir con los objetivos propuestos se ha planteado la recopilación y sistematización de los datos georreferenciados, a través de la implementación de diversas aplicaciones de información del área de estudio, poniendo a disposición de todos los usuarios diversas bases de datos y cartografía de la región del SAG. Para su definición se ha tomado en cuenta los objetivos estratégicos del Proyecto en esta etapa de ejecución, los relevamientos y análisis de demandas generales de información y la documentación de referencia disponible en los sistemas de información de recursos hídricos y ambientales de los cuatro países partícipes y otros proyectos internacionales vinculados a la región.

Las bases de datos documentales y las bases de datos georreferenciadas propuestas serán una de las herramientas del sistema de información que apoye al conocimiento del Sistema Acuífero Guaraní, y acompañarán a la difusión de información acerca de actividades y documentos del Proyecto, actualmente a disposición en la página web del proyecto [www.sg-guarani.org](http://www.sg-guarani.org).

#### **3.2.1.- Bases de Datos Documentales**

Corresponde a un conjunto estructurado de datos, almacenados y gestionados de modo de posibilitar la investigación de datos e informaciones textuales, pudiendo ser presentados en forma de textos, tablas o gráficos. Eventualmente algunos grupos de datos de esta naturaleza podrían ser vinculados con su localización espacial a través de referencias o consultas al SIG.

Acompañando y ampliando la difusión de información acerca del Proyecto del SAG, se propone inicialmente el desarrollo e implementación de bases de datos documentales tales como de Instituciones y Organismos; de Instrumentos Jurídicos vigentes; de Referencias Bibliográficas; Catálogo de Metadatos, entre otros, que podrán ser consultados combinando diversos criterios de búsqueda de acuerdo a los requerimientos de los usuarios.

- **Información del Proyecto “Sistema Acuífero Guaraní”**

La estructuración de esta información permite a todos los usuarios e interesados el seguimiento dinámico de los procesos inherentes al proyecto durante toda su fase de ejecución.

La **Información General del Proyecto** aporta datos sobre:

- Antecedentes
- Área de Estudio
- Marco Legal
- Normativa relacionada
- Contexto Institucional
- Comisiones internacionales
- Autoridades nacionales y locales
- Institutos de investigación
- Institutos de otros países
- Otros proyectos
- Contexto Socio Económico
- Contexto Político
- Contexto Ambiental
- Objetivos y Productos
- Organigrama
- Integrantes
- Otra información general de interés

Las **Actividades y Documentos** vinculadas al Proyecto brindan información sobre:

- Cursos, Reuniones, Talleres, Seminarios, Convocatorias
- Convenios y Actas entre Instituciones
- Cooperación Internacional
- Otras actividades de interés
- Documentos preliminares en su fase de preparación
- Documentos del proyecto en su fase de ejecución
- Documentos de trabajo
- Informes técnicos
- Otros documentos de interés

- **Catálogo de Organismos y Proyectos vinculados con el Sistema Acuífero Guaraní**

La información sobre los organismos que tienen incumbencia y/o competencia en el área del Sistema Acuífero Guaraní, y sobre proyectos, datos, productos o servicios que lleven adelante dichos organismos ha de ser sistematizada en una base de datos preparada para tal fin. La información presentada como resultado de las consultas de la base de datos de Organismos y Proyectos corresponderá a:

- Identificación del organismo (nombre, dirección, teléfono, fax, dirección electrónica)
- Responsables y/o contactos
- Carácter o tipo del organismo
- Áreas de trabajo
- Oferta de información (datos y/o productos que ofrecen)
- Proyectos que se desarrollan (correspondientes a áreas relevantes para el Proyecto)
- Área geográfica que cubren o en la que trabajan
- Otros datos relevantes

- **Instrumentos Jurídicos Nacionales e Internacionales**

La información presentada como resultado de las consultas de la base de datos de **Instrumentos Jurídicos Internacionales** corresponderá a:

- Tipo (Tratado, Acuerdo, Convención , Convenio, Declaración, Estatuto, Protocolo, Código, Conferencia, Consenso, Resolución)
- Nombre
- Año de sanción
- En vigor
- Firmado por
- Ratificado por
- Temas
- Otros datos

La información presentada como resultado de las consultas de la base de datos de **Instrumentos Jurídicos Nacionales** corresponderá a:

- Tipo de instrumento (Artículo Constitución Nacional, Artículo Constitución Provincial/Estadual/Departamental, Decreto Nacional, Decreto Provincial/Estadual/Departamental, Ley Nacional, Ley Provincial/Estadual/Departamental, Resolución Nacional, Resolución Provincial/Estadual/Departamental, Disposición Nacional, Disposición Provincial/Estadual/Departamental, Acta, Pacto, Declaración, Recomendación, Proclama, Legislación Nacional, Ordenanza )
- Nombre
- Número
- Año (de Sanción, de Publicación)
- Principio (Precautorio, Prevención, Protección, Responsabilidad, Intergeneracional, Contaminador Pagador, Usuario Pagador, Desarrollo Sustentable, Protección)
- País ( Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, Otros)
- Temas
- Palabras clave
- Observaciones
- Otros datos

La implementación de bases de datos deberá ser compatible con las referencias estandarizadas de sistemas legales y jurídicos, a los fines de facilitar el intercambio masivo de datos hacia y desde los sistemas de gestión jurídicos (Ref. Lex Doctor o similar).

- **Referencias Bibliográficas**

La base de datos bibliográfica se estructurará contemplando los siguientes aspectos:

- Título
- Autor
- Año
- Tipo de Bibliografía: Artículo de Revista Internacional, Artículo de Revista Local, Libro, Capítulo de Libro, Informe Técnico, Resumen de Congreso, Simposio, Taller o Seminario, Tesis de Grado, Tesis de Maestría, Tesis Doctoral, Otro
- Tipo de Publicación
- Ubicación
- Palabras Clave
- Índice general
- Resumen
- Otros datos auxiliares

- En una etapa posterior podrá plantearse la construcción de una biblioteca virtual.

- **Sitios Web de Interés**

Se presentará una lista de sitios web de interés relacionados con el Proyecto. Los mismos podrán ser organizados de acuerdo a los países y/o tipos de sitios:

- Países (Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay), Otros Países
- Organismos Gubernamentales
- Fuentes de Información, Redes
- Universidades, Facultades, Institutos
- Organismos No Gubernamentales
- Organismos Internacionales
- Convenios y Convenciones
- Webs de Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos
- Web de Recursos Ambientales
- Otros sitios

### **3.2.2.- Cartografía Sintética**

En esta sección se podrá acceder inicialmente a la información cartográfica general de la región del SAG recopilada en diversas instituciones. De acuerdo a las necesidades del usuario, los mapas serán ofrecidos como imágenes en formato raster y también se podrán entregar los mapas con información alfanumérica asociada en formato vectorial.

- **Mapas para visualización como imágenes raster**

Se ofrecerán mapas como imágenes, de utilidad para temas educativos, inclusión de informes o publicaciones, estructurados en archivos .jpg o similar, que puedan visualizarse e imprimirse desde la web o bien puedan bajarse a equipos locales.

- **Mapas vectoriales para consultas y análisis espacial**

Se ofrecerá información en formato vectorial a los usuarios para realizar análisis espaciales, presentándose los conjuntos de archivos en un formato compatible con la mayoría de software utilizado en la región (podría ofrecerse como shape files de ArcView, compatible con ArcView, ArcGis, ArcInfo, ArcExplorer, AutoCAD Map, Microstation, Geomedia, MapInfo, MapMaker, entre otros).

A los fines de facilitar la utilización de los mapas, también podrá ofrecerse algunas herramientas de visualización para un manejo básico de los mismos y la posibilidad de descargar a equipos locales los archivos en formato comprimido (.zip o similar) para análisis espacial y consultas de la información alfanumérica asociada.

Entre las herramientas a ofrecer se podrán incluir: Plug-in y controles Active X (para visualizar los archivos vectoriales en forma dinámica); geonavegadores (como ArcExplorer y MapExplorer para visualizar shape files, búsquedas, consultas e impresiones a escala determinada; Map Maker para edición y composición cartográfica, consultas a bases de datos, impresiones); además de herramientas para descomprimir archivos en formato .zip o similares; entre otros.

Los mapas ofrecidos deberán contar con indicaciones precisas del área geográfica, tema y título del mapa, sistema de referencia y coordenadas, escala, fecha de elaboración, fuente, entre otros datos.

Se presentarán en esta sección mapas esquemáticos del Sistema Acuífero Guaraní y diversos mapas temáticos para difusión de los principales aspectos naturales y antrópicos de la región, entre los que pueden incluirse: Unidades políticas y administrativas, Centros poblados, Población y Densidad, Comunidades Aborígenes, Red de Infraestructura, Red hidrográfica, Cuencas Hidrográficas, Áreas protegidas, Vegetación, Uso de la tierra, Suelos, Geomorfología, Geología, Hidrogeología, Clima, Aspectos Socio-económicos. Así mismo podrán incluirse mapas esquemáticos correspondientes a los Proyectos Pilotos.

### **3.2.3.- Imágenes y Productos de Sensores Remotos**

En esta sección inicialmente se ofrecerá la visualización de la región del Sistema Acuífero Guaraní y sus Áreas Pilotos a partir de imágenes de distintos satélites de observación de la tierra.

Considerando la relevancia de las imágenes provenientes de sensores remotos en estudios regionales, como fuente de datos y herramientas de ayuda a la toma de decisiones territoriales se considera de gran interés para el Proyecto la implementación de un Subsistema de Tratamiento Digital de Imágenes de Teledetección.

- **Imágenes de satélite**

Se presentarán archivos comprimidos (.MrSid o similar) para visualización de imágenes regionales provenientes de satélites de observación de la tierra tales como NOAA, SAC-C, CBERS, TERRA, SEAWIFS, LANDSAT, SPOT, RADARSAT, ERS; así como imágenes captadas con sensores de mayor resolución espacial que permitan la visualización de las áreas locales correspondientes a los Proyectos Pilotos, tales como ETM+, Aster, Spot, Irs, Ikonos, Quickbird, OrbView.

Las imágenes de satélite deberán contar con una indicación precisa del área geográfica cubierta, satélite y sensor, resolución espacial y bandas espectrales, fecha de captura, fuente, tipo de procesamiento, ajuste geométrico, entre otros.

El sistema de Metadatos del Proyecto deberá registrar la cuantiosa información proveniente de Teledetección (fotografías aéreas, orthoimágenes rectificadas, imágenes de satélite) que disponen las instituciones participantes del Proyecto a nivel nacional, estadual/provincial y nivel local, con sus parámetros de calidad y niveles de acceso a la información.

- **Productos derivados**

Se podrán presentar en esta sección diversos productos generados a partir de información proveniente de sensores remotos, tales como catálogos de imágenes, mosaicos de imágenes, secuencias temporales de imágenes, fusión de imágenes, imágenes en 3D, orthoimágenes digitales, fotografías aéreas georreferenciadas, índices de vegetación y de suelos, entre otros.

Los productos a publicar deberán contar con una indicación precisa del área geográfica cubierta, satélite y sensor, resolución espacial y bandas espectrales, fecha de captura, fuente, tipo de procesamiento, ajuste geométrico, entre otros.

- **Subsistema de Tratamiento Digital de Imágenes de Teledetección**

Se considera relevante para el Proyecto la conformación de archivos o inventarios de imágenes de satélite georreferenciadas, actualizadas y de media resolución espacial que

cubran la totalidad de la región del SAG, como así también la incorporación de archivos o inventarios de imágenes de alta resolución espacial con cubrimiento de las áreas locales de los Proyectos Pilotos.

Una de las finalidades sería la incorporación de composiciones en color de imágenes de satélite como fondo (background) de las capas vectoriales de la cartografía básica del Proyecto, con el consecuente enriquecimiento de información básica y temática para análisis espacial y estudios temáticos.

Otro de los propósitos, más relevante aún, corresponde a la posibilidad de uso y tratamiento digital de las imágenes de satélites multispectrales e hiperspectrales (captadas en distintas bandas espectrales) y multitemporales, para la obtención de informaciones y generación de nuevas capas temáticas, vinculadas a la gestión del acuífero y planificación regional, así como también a nivel local en proyectos piloto.

La existencia de productos derivados de distintas misiones espaciales de observación de la tierra permitiría disponer de herramientas de análisis bio-climático e integración de aspectos superficiales y subterráneos para la región del SAG.

En función de los objetivos estratégicos del Proyecto y considerando la cuantiosa disponibilidad actual de productos de Teledetección, se deberá abordar una definición sobre las resoluciones espaciales y las imágenes de sensores remotos que cumplirían más adecuadamente con los requerimientos de gestión integrada del Acuífero.

Con carácter referencial se incorporan distintos ejemplos de aplicación de imágenes ópticas y de radar que podrían contribuir al Proyecto SAG:

- (1) Actualización Cartográfica: La utilización de imágenes de satélite como fondo cartográfico para integración a la cartografía básica del Proyecto en escala 1:250.000, así como también para generación de información de uso y cobertura de la tierra, requeriría el procesamiento de aproximadamente cincuenta (50) imágenes multispectrales ETM+ del satélite Landsat, de 30 metros de resolución espacial.
- (2) Generación Cartográfica Básica y Temática: La incorporación de imágenes de satélite para generación de información temática en escala 1:50.000 de la región del SAG, requeriría el procesamiento de aproximadamente trescientas (300) imágenes multispectrales HVR Spot, de 20 metros de resolución espacial.
- (3) Aplicaciones Geológicas e Hidrogeológicas: La incorporación de imágenes hiperspectrales Aster de 15 metros de resolución espacial y 36 bandas espectrales, para aplicaciones geológicas e hidrogeológicas y su integración con modelos digitales del terreno, demandaría el procesamiento de aproximadamente trescientas (300) imágenes.
- (4) Estimación de Índices de Vegetación: Utilización de imágenes de índices de vegetación promedios para la estimación de parámetros de evapotranspiración potencial, Programa Spot Vegetation, Programa NOAA, 1 km de resolución.
- (5) Topografía por Radar: Integración con modelos digitales del terreno regionales, DEM de América del Sur (resolución de 90 metros) del Programa Radar Shuttle Topography Misión – RSTM, y MDT mundial del Programa USGS.
- (6) Dinámica de cambios territoriales: detección de cambios en uso y ocupación de la tierra, procesos de deforestación, expansión de áreas urbanizadas y fronteras agrícolas, extracción de parámetros bio-físicos, fusión de imágenes de los satélites Landsat, Sac-C, Terra, EO-1, del Programa “Constelación AM”. Procesamiento aproximado de quince (15) imágenes multispectrales MMRS del satélite SAC-C de 180 metros de resolución espacial.

#### **3.2.4.- Bases de Datos Geográficas o Georreferenciadas**

Constituirá la sección más importante del sistema de información geográfica, conformado por un conjunto estructurado de datos georreferenciados, almacenados y gestionados de modo de preservar la localización geográfica y las características topológicas, que serán objeto de consultas y análisis, pudiendo ser presentados en forma de textos, mapas, tablas y gráficos.

Permitirá la incorporación de información básica y temática georreferenciada, cartografía y bases de datos, que se irá generando durante la fase de ejecución del proyecto. Se aprovechará en esta sección las herramientas de visualización y análisis espacial a través de los servidores de mapas en la Web y tecnologías SIG Web.

- **Catálogo de Metadata**

Se evaluará y adoptará un sistema de metadata –información o descriptores de datos- de acuerdo a estándares internacionales ISO TC/211 (Comité Técnico de la ISO para información geográfica) Ref.: ISO 19115 (en preparación) y otros (FDGC, IGDC), indicando métodos y procedimientos seleccionados para la elaboración de la documentación correspondiente a las bases de datos geográficas del Proyecto, así como de inventarios y catálogos de información antecedente y de relevancia disponible en los países (imágenes, cartografía básica y temática, bases de datos temáticos, entre otros).

Esta sección tendrá por objeto posibilitar que los usuarios de información geográfica puedan, de forma distribuida, localizar datos geográficos con sus características y el acceso a los mismos con distintos grados de valor añadido; como un aporte de iniciativa regional para el establecimiento de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), compuesta por datos geográficos de referencia, metadatos y diversos servicios web estándar e interoperables, especialmente de catálogo.

- **Base de Datos Planialtimétricos (Base cartográfica básica 1:250.000)**

La confección de la cartografía básica propuesta para la región del SAG en escala 1:250.000 (y escalas de mayor detalle para los Proyectos Pilotos), servirá de base cartográfica digital para el funcionamiento del sistema de información, como referencia geográfica para la representación de los catastros y para las operaciones de consultas y análisis requeridos en la operación del SIG, conteniendo una estructura vectorial con topología con diferentes niveles de información planialtimétrica, que contribuirá a la conformación de bases de datos referidas a:

- **Hidrografía** (océanos, ríos, lagos, lagunas, represas, pantanos, arroyos)
- **Topografía** (modelo digital del terreno, curvas de nivel, puntos de control)
- **Planimetría:**
  - Vías de comunicación** (internacional, nacional, depart./estadual/provincial)
  - Aeropuertos, Puertos**
  - Ciudades Capitales** (de los países, de departamentos/estados/provincias)
- **Límites territoriales** (de área de influencia del acuífero, límite internacional, límite departamental/estadual/provincial)
- **Base cartográfica** (cuadrícula original de láminas cartográficas de cada país)

- **Base de Datos Hidrogeológicos**

Se establece como uno de los instrumentos relevantes para el conocimiento y gestión del recurso transfronterizo. La recopilación y análisis de datos para el inventario y muestreo de pozos en la región del SAG permitirá obtener un cuadro preliminar de las condiciones hidrogeológicas, de uso y aprovechamiento del Acuífero Guaraní, así como una selección preliminar de las tareas de monitoreo.

La coordinación de las actividades de hidrogeología regional y modelaje regional del proyecto posibilitará la integración de la información correspondiente a hidrogeología, geología, geofísica, hidrogeoquímica, isotopía, y otras relacionadas, referido a la generación de cartografía temática georreferenciada y el diseño e implementación de las bases de datos hidrogeológicos y asociadas, que se irán conformando e incrementando a lo largo de la ejecución del Proyecto.

A partir del análisis de los bancos de datos existentes en los países y construcción de normativas unificadas, inicialmente se realizarán experiencias piloto con adopción de bases de datos establecidas en cada país (ejemplo: modelos, tablas, campos y diccionarios de SIAGAS de CPRM en Brasil, BDH de SENASA en Paraguay) y se estudiarán sus adaptaciones para la conformación de la Base de Datos Hidrogeológicos del sistema de información del Acuífero Guaraní.

La conformación de la base de datos hidrogeológicos requerirá integrar información georreferenciada (ubicación geográfica y atributos temáticos) correspondiente a:

- **Inventario de pozos**
- **Geología**
- **Geofísica**
- **Hidrogeoquímica**
- **Isotopía**
- **Otros (según definiciones temáticas)**

### **3.2.5.- Uso de la Información**

Los datos y la información a ser presentados en las secciones del componente virtual en la Web correspondientes al Sistema de Información Geográfica podrán ser consultados libremente mediante sistemas de visualización de mapas interactivos, uso de software estándar o de software de distribución gratuita que se podrá descargar desde el sitio web. Se permitirá el uso de la información ofrecida en forma total o parcial con fines no comerciales, con citación de la fuente; si los fines fueran comerciales se aplicarán los lineamientos establecidos por las autoridades regidoras del funcionamiento del Sistema de Información del SAG.

## **CAPÍTULO 4.- PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

La utilización de una metodología de desarrollo de sistemas en la que se defina un conjunto de métodos, procedimientos, técnicas y herramientas, facilitará la implementación integral y paulatina del sistema de información del Proyecto y específicamente la construcción inicial del **Sistema de Información Geográfica**, con el fin de que pueda dar solución a los objetivos considerados prioritarios, que se desarrolle según las necesidades de los usuarios, de acuerdo con los presupuestos y duración estimados, y cuya calidad se mantenga fácilmente para soportar los cambios futuros.

### **4.1.- METODOLOGÍA**

En este contexto se justificará la aplicación de una metodología de planificación, análisis, diseño, construcción, implantación y mantenimiento de sistemas de información, empleando conceptos y técnicas de ingeniería de sistemas de información y tecnología de información<sup>13</sup>, de tipo formal aunque flexible en su utilización.

La estructuración de la metodología en fases, módulos, actividades y tareas, ofrecerá un marco de trabajo en el que se defina una estructura del sistema, un conjunto de productos finales a desarrollar, un conjunto de técnicas para obtener los productos, así como también responsabilidades y funciones.

- **Fase 0 PLANIFICACIÓN**

Tiene como finalidad asegurar la adecuación entre los objetivos estratégicos del Proyecto, los factores críticos de éxito y la definición precisa de la arquitectura de la información (procesos, datos y nuevos sistemas) necesarios para satisfacer dichos objetivos. Esto requiere de una metodología de planificación y modelado de sistemas de información más abarcativa y exige tener en cuenta una serie de conceptos en cuanto a planificación de estrategias que desbordan el marco específico de una metodología de desarrollo de sistemas.

- **Fase 1 ANÁLISIS**

Su propósito es describir el alcance, los objetivos y los requisitos del sistema. Se establecerá el modelo lógico de procesos y datos, requisitos de usuarios, análisis de alternativas y soluciones. Se elaborará un conjunto de especificaciones formales que describan la funcionalidad del sistema incluyendo definición de subsistemas, definición de los datos del sistema, interfaces de usuarios y prototipos y especificación de entregas.

- **Fase 2 DISEÑO**

El propósito será obtener un conjunto de especificaciones físicas que constituirán el punto de partida para la construcción del sistema, teniendo en cuenta el entorno tecnológico donde se implantará el sistema.

- **Fase 3 CONSTRUCCIÓN**

El propósito será construir el sistema partiendo del conjunto de especificaciones físicas del mismo, realización de las pruebas unitarias necesarias para asegurar el perfecto funcionamiento de los programas desarrollados, estrategia para desarrollar los procedimientos de usuario y el planes de formación a usuarios.

- **Fase 4 IMPLANTACIÓN**

Tiene como finalidad probar el equipo lógico, los procedimientos de usuario y la efectividad de la formación, para que una vez aceptado el sistema, se implante y pase a funcionar en un entorno real y definitivo. El objetivo fundamental es conseguir la aceptación final del sistema por parte de los usuarios del mismo, para ello se combinará todo el equipo lógico y los

<sup>13</sup> Análisis de metodologías de planificación y desarrollo de sistemas de información. CSI, 1999; Fisher, 1999.

procedimientos para un trabajo del sistema real, se realizarán las pruebas de aceptación, las cuales constituyen un procedimiento formal ejecutado por los usuarios que permite verificar que el sistema producido es totalmente funcional y satisface los requerimientos iniciales, como paso previo a su implantación.

- **Fase 5 OPERACIÓN Y EVALUACION**

El propósito de esta etapa corresponde a la evaluación y test del sistema implementado y la puesta en operación con los subsistemas, aplicaciones y equipamientos instalados, así como también a la evaluación de la conectividad y flujo de información entre los nodos y subnodos.

- **Fase 6 CONSOLIDACIÓN Y ACTUALIZACIÓN**

Finalmente se realizarán los procedimientos necesarios para la consolidación definitiva y puesta en producción del sistema, así como el proceso de actualización de la información y del sistema integral. La actualización del plan estratégico de negocios tendrá en cuenta las influencias nuevas y las necesidades de una nueva dirección estratégica.

*En cada una de las etapas fundamentales de la planificación, diseño e implantación del sistema existirán riesgos y muchos puntos que puedan generar dificultades, sin embargo existen tres variables fundamentales que se deberán controlar durante todo el proceso. Estas variables son: (i) alineamiento con la estrategia y la organización, (ii) compromiso, soporte y propiedad del sistema y (iii) competencia y aprendizaje.*

## **4.2. BASES PARA EL TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

La modelización de datos espaciales implica considerar su dimensión espacial (donde se localizan los elementos o fenómenos), su dimensión temática (la naturaleza de la localización o del objeto que ocupa dicha localización) y su dimensión temporal (la comparación de datos a lo largo del tiempo).

Las características digitales de la información georreferenciada contemplará por lo tanto la integración de mapas vectoriales, imágenes raster y grandes volúmenes de datos temáticos organizados en bases de datos, que permita consultas y análisis espaciales, a través de un modelo de convergencia de datos implementado en un sistema integrado de información geográfica.

Los criterios del diseño y construcción del SIG se orientarán a:

- Estructura de información orientada al uso general
- Satisfacer necesidades de generación cartográfica y actualización de bases de datos
- Modelo adaptado a distintos tipos de análisis como los de consulta y análisis geoespacial
- Modelo de datos abierto
- Sistema diseñado para la integración de distintos sistemas y bases de datos
- Accesibilidad de la información de forma masiva vía internet

La inserción de la información geográfica regional digital se hará a partir de:

- Estructuración de los componentes del SIG basado en Datos, Hardware, Software, Redes, Recursos Humanos, Usuarios, Estándares, Rutinas, Modelos de datos y Productos.
- Conceptos de SIG institucionales y proyectos a escalas regionales, catálogos de recursos, infraestructura básica de datos temáticos y estructuras de datos a escalas adaptadas a problemas especiales.
- Sistema para mantenimiento de la información caracterizado por ser normalizado, con fuentes de datos de organismos reconocidos (valor legal) y marco geográfico definido basado en la subdivisión de cartas nacionales.

- Cobertura total del SAG en los cuatro países y sistema informático preparado para manejar ese volumen de datos, funcionando como un catálogo de información geoespacial y datos relacionados.
- Diseño del SIG y estructuras de datos destinadas al uso general, debidamente documentado a través de metadatos según normas internacionales.
- Definición de una estructura conceptual para el diseño del catálogo informatizado de recursos y procesos en el marco de las tareas que le competen a los países.
- Generación de un marco de información adecuado para la evaluación de los recursos, fenómenos y la toma de decisiones que tengan relación con los datos que maneja.

### **4.3.- CONCEPCIÓN LÓGICA DEL SIG**

La construcción del sistema estará basada en los siguientes conceptos:

- Priorizar el levantamiento y disponibilidad de las informaciones básicas e hidrogeológicas del Proyecto, para contribuir al conocimiento y efectiva gestión integrada de los recursos hídricos, promoviendo la participación de las instituciones en la ejecución del Proyecto.
- Aprovechamiento de los datos existentes en las agencias nacionales de recursos hídricos y otras entidades, implicando procedimientos de migración e intercambio de los datos con el sistema de información del SAG.
- Futura actualización de los datos generados y operados por los organismos gestores provinciales/estadales, locales y Proyectos Piloto, a ser realizada por esos mismos órganos.
- Necesidad de las instituciones nacionales de recursos hídricos de promover periódicamente la actualización de toda la información, incluyendo la base cartográfica y bases de datos, contemplando el desarrollo de interfases o rutinas de actualización.
- Necesidad de comunicación y transferencia de datos entre las sedes de organismos gestores estadales/provinciales y los organismos gestores nacionales, así como de otros sistemas.

#### **4.3.1.- Modelado y Estructura de Datos Espaciales**

El sistema deberá observar que todas las cartografías temáticas digitales a generarse garanticen su estructuración y compatibilidad con la base cartográfica vectorial del Proyecto, conceptualizada como bases de datos geoespaciales (geodatabase).

Así mismo, todas las informaciones y datos básicos resultantes de los catastros, investigaciones y levantamientos a ser generados o actualizados, serán informatizados y constituidos en bases de datos relacionales respondiendo a técnicas de modelización entidad-atributo-relación y normalización de tablas (3FN), con sistema de gestión que presente los siguientes criterios:

- Recepción de los datos de investigación de campo a través de la digitalización directa o importación de archivos existentes.
- Facilidad de intercambio de datos con otros sistemas.
- Capacidad de almacenamiento de los datos en microcomputadores sin gran pérdida de performance.
- El Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) proyectado debe ofrecer interfases amigables con el usuario.
- Integridad referencial de datos, con chequeo automático de inconsistencia en las entradas de datos en las tablas relacionales.
- Facilidad en la realización de consultas por el usuario final, cruces entre los distintos catastros y con posibilidad de creación de informes personalizados.
- Compatibilidad con otros padrones y lenguajes para manipulación de bases relacionales y sistemas híbridos (relacional-orientado a objetos).
- Contemplar la incorporación de nuevos aplicativos o subsistemas.

Se presenta a continuación una definición esquematizada de las principales **Tablas, Entidades Espaciales y Atributos** que podrán conformar las bases de datos iniciales del SISAG, agrupadas según demandas requeridas de información en: Aspectos Socio-Económicos y Cartografía Básica; Aspectos Hidrogeológicos y Asociados; Documentales y Metadatos (descriptos en Capítulo 3).

Durante el período de ejecución del Proyecto SAG se concentrará prioritariamente la atención en la generación y disponibilidad de estas temáticas mencionadas. Debido al importante volumen de información requerido para estudios de aguas subterráneas, protección ambiental y desarrollo sostenible, otros mapas y bases de datos referidos a Uso del Suelo, Declividad, Riesgo Contaminante, Corredores Ambientales, etc., podrán ser generados por iniciativa de los cuatro países, bajo la responsabilidad de las instituciones participantes del Proyecto, con la finalidad de su posterior integración al SISAG.

- **Aspectos Socio-Económicos y Cartografía Básica**

- **HIDROGRAFÍA**

- OCÉANO (ID, nombre, ubicación)

- RÍO/ARROYO (ID, nombre, ubicación, jurisdicción, tipo jerarquía fluvial, longitud, condición)

- LAGO/LAGUNA (ID, nombre, ubicación, jurisdicción, tipo, orden, área, condición)

- REPRESA (ID, nombre, ubicación, jurisdicción, superficie, longitud, condición)

- PANTANO (ID, nombre, ubicación, jurisdicción, superficie, longitud, condición)

- CUENCA HIDROGRÁFICA (ID, nombre, ubicación, jurisdicción, tipo, orden, área, caudales, índices)

- **TOPOGRAFÍA/ALTIMETRÍA**

- PUNTO ACOTADO (ID, cota elevación)

- CURVA DE NIVEL (ID, cota elevación, jerarquía curva)

- MODELO DIGITAL DEL TERRENO (ID, rango de altitud)

- **PLANIMETRÍA**

- VÍAS DE COMUNICACIÓN (ID, nombre, ubicación, jurisdicción, tipo vía, condición, volumen de tráfico y carga, índices)

- AEROPUERTOS/PUERTOS (ID, nombre, ubicación, jurisdicción, tipo, condición, volumen de tráfico y carga, índices)

- CIUDADES CAPITALES (ID, nombre, ubicación, jurisdicción, tipo, condición, población, saneamiento básico, red distribución de agua, otros índices)

- **LÍMITES TERRITORIALES**

- INFLUENCIA DEL ACUÍFERO GUARANÍ (ID, nombre, unidad del SAG, tipo, condición, característica)

- LÍMITE PAIS (ID, nombre, ubicación, jurisdicción, población, índices)

- LÍMITE PROV/EST/DPTO (ID, nombre, ubicación, jurisdicción, población urbana y rural, índices)

- **BASE CARTOGRÁFICA**

- CUADRÍCULA HOJA CARTOGRÁFICA (ID, nombre, número, país, otros atributos)

- **Aspectos Hidrogeológicos**

- **CATASTRO DE POZOS DEL SAG** <sup>14</sup>

<sup>14</sup> Adaptado de la Descripción de Tablas y Diccionarios del SIAGAS-CPRM (Brasil, 2003), BDH-SENASA (Paraguay, 2001) y TdR de Hidrogeología Regional, Proyecto SAG (Mente A., 2004).

POZO (ID, denominación, País, Estado, Municipio, Localidad, Nombre y Dirección de propietario, Latitud, Longitud, Coordenada X (UTM), Coordenada Y (UTM), Cota altimétrica, Cuenca Hidrográfica, Método y fecha de perforación, Fuente de información, Profundidad, Diámetro, tipo de revestimiento, tipo de filtro, Área libre, pre-filtro, cimentación, Unidad geológica, Unidad hidroestratigráfica, Litología, Perfilaje, Fecha y tipo test bombeo, Unidad de bombeo, Duración, Nivel estático, Nivel dinámico, Caudal, Método de medición, Transmisividad, Conductividad hidráulica, Coeficiente de almacenamiento, Porosidad efectiva, Resistencia hidráulica, Pérdida de carga, Eficiencia del pozo, Uso del agua, Unidad y capacidad de bombeo, Tipo y capacidad del reservorio, Producción, otros atributos).

Parámetros hidráulicos y Calidad de agua, medidos durante y anteriormente al inventario.

#### **- OTRAS TABLAS ASOCIADAS**

UNIDAD HIDROESTRATIGRÁFICA (ID, Supergrupo, Grupo, Formación, Miembro, Edad, Litología, Espesor, Porosidad, Permeabilidad, Transmisividad, Coeficiente Almacenamiento, Porosidad Efectiva)

UNIDAD ESTRUCTURAL (ID, tipo de estructura, otros atributos)

UNIDAD DE SONDEO GEOFÍSICO (ID, Espesor de cobertura, Espesor y Base del acuífero)

UNIDAD DE ANÁLISIS ISOTÓPICO (según especificaciones temáticas)

ANÁLISIS HIDROQUÍMICO, BACTERIOLÓGICO (según especificaciones temáticas)

ANÁLISIS PETROFÍSICO Y PETROQUÍMICO (según especificaciones temáticas)

UNIDAD DE USO (ID, Actividad Principal, Metales Pesados, Componentes orgánicos, Consumo Agua Actual, Demanda Agua Futura)

UNIDAD DE SUELOS (ID, Suelo dominante (sd), Suelos secundarios (ss), Textura sd, Textura ss, Espesura sd, Espesura ss, PH sd, PH ss)

UNIDAD DE VEGETACIÓN (ID, nombre, especies)

UNIDAD HIDROLÓGICA (ID, Altura de la curva, Nivel del río, Medición de descarga líquida, Medición de descarga sólida, Temperatura, Ph, Conductividad eléctrica, Coliformes fecales, Demanda de oxígeno, Demanda de oxígeno biológico)

UNIDAD METEOROLÓGICA (ID, Precipitación, Temperatura, Insolación, Presión Atmosférica, Velocidad del viento, Dirección del viento, Evaporación en Tanque, Unidad relativa)

#### **• Bases de Datos Documentales**

##### **- ORGANISMOS Y PROYECTOS**

(Identificación del organismo, nombre, dirección, teléfono, fax, dirección electrónica, Responsables y/o contactos, Carácter o tipo del organismo, Áreas de trabajo, Oferta de información -datos y/o productos que ofrecen-, Proyectos que se desarrollan -correspondientes a áreas relevantes para el Proyecto-, Área geográfica que cubren o en la que trabajan, Otros datos relevantes)

##### **- INSTRUMENTOS JURÍDICOS**

INTERNACIONALES (Tipo -Tratado, Acuerdo, Convención, Convenio, Declaración, Estatuto, Protocolo, Código, Conferencia, Consenso, Resolución-, Nombre, Año de sanción, En vigor, Firmado por, Ratificado por, Temas, Otros datos)

NACIONALES (Tipo -Artículo Constitución Nacional, Artículo Constitución Provincial/Estadual/Departamental, Decreto Nacional, Decreto Provincial/Estadual/Departamental, Ley Nacional, Ley Provincial/Estadual/Departamental, Resolución Nacional, Resolución Provincial/Estadual/Departamental, Disposición Nacional, Disposición Provincial/Estadual/Departamental, Acta, Pacto, Declaración, Recomendación, Proclama, Legislación Nacional, Ordenanza-, Nombre, Número, Año -de Sanción, de Publicación-,

Principio -Precautorio, Prevención, Protección, Responsabilidad, Intergeneracional, Contaminador Pagador, Usuario Pagador, Desarrollo Sustentable, Protección-, País - Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, Otros-, Temas, Palabras clave, Observaciones, Otros datos)

**- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

(Identificador, Título, Autor, Año, Tipo de Bibliografía: Artículo de Revista Internacional, Artículo de Revista Local, Libro, Capítulo de Libro, Informe Técnico, Resumen de Congreso, Simposio, Taller o Seminario, Tesis de Grado, Tesis de Maestría, Tesis Doctoral, Otro; Tipo de Publicación, Ubicación, Palabras Clave, Índice general, Resumen, Otros datos auxiliares)

**- SITIOS WEB DE INTERÉS**

(Identificación, Países -Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, Otros Países-, Organismos Gubernamentales, Fuentes de Información, Redes, Universidades, Facultades, Institutos, Organismos No Gubernamentales, Organismos Internacionales, Convenios y Convenciones, Webs de Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos, Web de Recursos Ambientales, Otros sitios)

Las Figuras 7 y 8 presentan ejemplificaciones de las pantallas del Sistema de Información Geográfica que deberán ser implementadas, para visualización de distintas capas vectoriales, imágenes raster y tablas de atributos temáticos, así como para visualización de resultados de consultas interactivas a las bases de datos georreferenciadas.

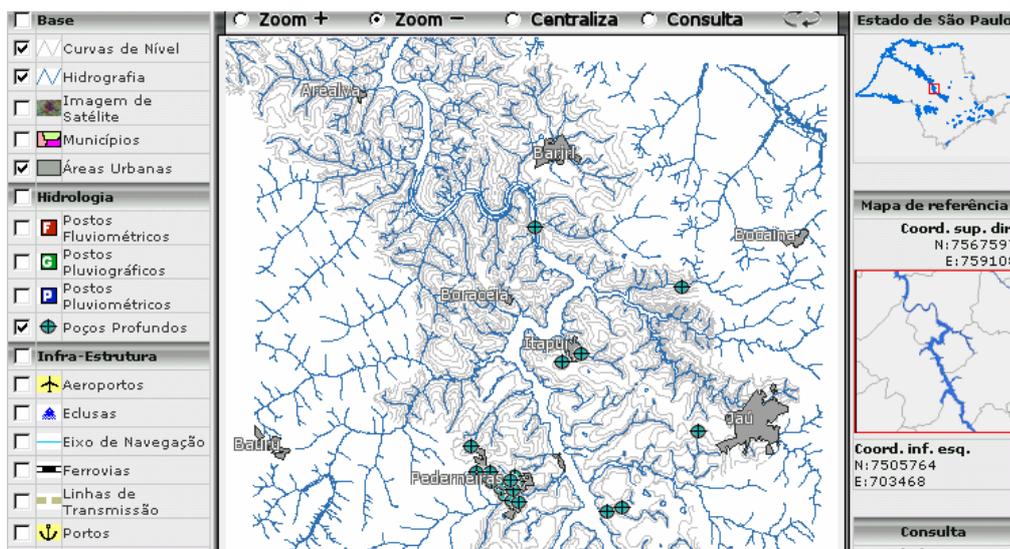


Figura 7. Topografía, hidrografía, áreas urbanas y pozos profundos (Fuente: Prototipo SIGEST-SP).

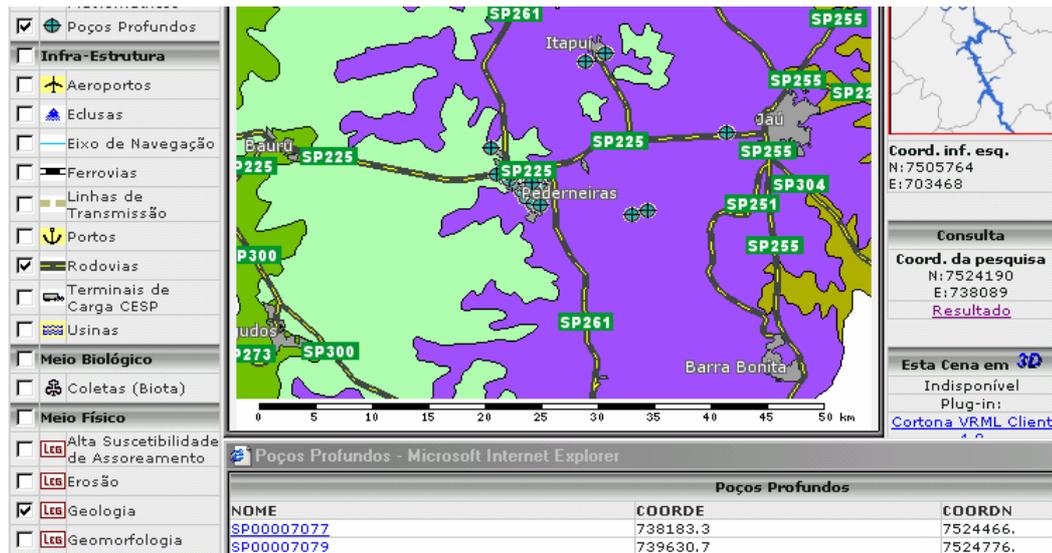


Figura 8. Geología, infraestructura vial y pozos profundos (Fuente: Prototipo SIGEST-SP).

#### 4.3.2.- Flujo de datos y mecanismos de intercambio de información a tiempo real

Se pretenderá alcanzar una estructuración idónea de sistemas abiertos y procesamiento de bases de datos distribuidas<sup>15</sup>, por lo que la construcción del sistema atenderá a los siguientes criterios vinculados al flujo de datos y mecanismos de intercambio de información a tiempo real:

- Autonomía local. Cada nodo deberá controlar la gestión de los datos y el funcionamiento del sistema, funcionando como una base de datos propia y no como un simple acceso remoto a un sistema central.
- No dependencia del nodo central. En función de la autonomía local, significa que todos los nodos son *partners* al mismo nivel dentro del sistema, sin más distinciones jerárquicas.
- Operaciones continuas. Añadir más nodos o el fallo de un nodo no debe afectar al resto del sistema. Cuando falla un nodo, el único impacto para los usuarios es que no se puede acceder a los datos residentes en ese nodo.
- Independencia de localización. Los usuarios no necesitan conocer donde está físicamente un fragmento determinado de la base de datos. Los administradores podrán mover los datos de un nodo a otro sin que estos cambios afecten a los usuarios.
- Independencia de fragmentación. Dentro de una base de datos puede ser aconsejable tener tablas lógicas físicamente fragmentadas y ubicadas en varios nodos, ignorado por los usuarios.
- Independencia de replicación. Se gestionará las actualizaciones y garantizará la consistencia de las tablas replicadas, controlando la duplicación de tablas, cuando nodos distintos accedan con intensidad y gran frecuencia a los mismos, siendo los usuarios ajenos a esto.
- Gestión de consultas distribuidas. Responsabilidad de asignar las necesidades y recursos de procesamiento para completar las consultas cruzando distintos nodos, con el objetivo de minimizar el volumen de datos en la red y en un tiempo razonable.
- Gestión de transacciones distribuidas. El proceso en conjunto de actualizaciones que alterarán datos que afectan a varios nodos no terminará hasta realizar todos los cambios en todas las tablas. Si ocurriera un error antes de terminar la transacción se debe deshacer todas las modificaciones y volver al estadio anterior.
- Independencia del hardware. Deberá funcionar en redes con distintos tipos de hardware.
- Independencia del sistema operativo. Deberá funcionar en redes incluso si los nodos tienen sistemas operativos distintos, sin que los usuarios noten ninguna molestia por usar un sistema operativo u otro.

<sup>15</sup> Doce reglas de las bases de datos distribuidas. En: Date C., 1999. An Introduction to database systems. Addison-Wesley.

- Independencia de la red. Deberá poder funcionar en redes de ordenadores incluso si utilizan distintos software de conexión, siendo ajeno a los usuarios.
- Independencia del sistema de gestión de bases de datos distribuidas. Deberá garantizar la conexión de nodos y subnodos, incluso si utilizan sistemas de gestión de bases de datos distintos.

El cumplimiento de las reglas establecidas anteriormente determinará que los datos puedan estar distribuidos en distintos lugares, y al ubicar los datos en los nodos que los utilizan con mayor frecuencia, los tiempos de respuesta serán más rápidos. Al permitir la replicación controlada de datos y el procesamiento distribuido, aumentará la seguridad del sistema, si se lo compara con un sistema centralizado<sup>16</sup>.

Los usuarios del sistema serán clasificados en dos tipos principales:

- Usuarios en general, con acceso vía internet, y/o usuarios de productos en CD-ROM.
- Usuarios en la red intranet e internet. En la red intranet será posible el acceso a toda la cartografía y bases de datos, para investigación, download o para modificación de datos, de acuerdo a la disposición de password según niveles de usuarios.

#### **4.4. ESTRUCTURA FÍSICA DEL SIG**

##### **4.4.1. Puesta del SISAG en la Web y operación de Nodos y Subnodos**

La construcción del sistema de información geográfica del Proyecto, se insertará en la estructuración de los nodos principales y subnodos asociados presentados en la Tabla 2, según lineamientos acordados en el Taller del Sistema de Información del SAG (Montevideo, 2003), planteando una inversión en equipamientos que permita realizar funciones de informática y geoprocésamiento en los mismos.

La configuración definitiva del sistema y la jerarquización de nodos y subnodos podrán sufrir ajustes propuestos en base al rol de los distintos niveles (local, subnacional, nacional) involucrados en el SISAG, y en función de los resultados del modelado integral del sistema informativo para el SAG.

Así mismo, y en base a los resultados del modelado integral del sistema de información geográfica para el SAG, se propondrán las metodologías más convenientes para la puesta del SISAG en la Web, con el objetivo de proporcionar acceso masivo a los distintos actores involucrados en el Proyecto y público en general.

Se atenderá especialmente la disponibilidad de datos vía Internet utilizando el servicio de publicación de mapas en la web y acceso remoto a las bases de datos del Proyecto. Inicialmente podrá implementarse la puesta del SISAG en la web a partir de la contratación de hosting con valores de transferencia media, aunque gradualmente se irá incrementando el requerimiento de mayores transacciones en la web, considerando que se incorporará la cartografía básica y temática del proyecto, así como las aplicaciones de bases de datos hidrogeológicas y red de monitoreo, los subsistemas de Proyectos Pilotos, los cuales demandarán importantes volúmenes de información, visualización, consulta, carga y descarga de información.

Posteriormente, y con la finalidad de difundir las acciones vinculadas a aguas subterráneas por los nodos nacionales, así como subnodos de estados brasileños y provincias argentinas, las instituciones responsables en los países podrán preparar la puesta en la web de cada uno de los nodos nacionales y subnodos locales, y su interacción con sistemas web existentes.

La preparación del componente virtual en la web del SISAG permitirá la explotación de las

---

<sup>16</sup> Revé D., 2000. Bases de datos, estructuras y modelos de datos espaciales. Manchester, UK. Red Unigis Internacional.  
RAQUEL TARDIVO - Consultor

bases de datos en forma remota, siendo una interfase entre los usuarios y la información, con conjuntos de funciones que permitan al público en general intercambiar conocimientos y experiencias por operación del sistema de manera fácil y rápida.

La aplicación contemplará distintos tipos de usuarios, con posibilidad de ingreso de datos de una determinada región, y con asignación de disponibilidad (Ej. privada, protegida o pública), herramientas de visualización y procesamientos de los datos en forma interactiva y remota, tales como: ingreso de datos, búsqueda, extracción y filtrado de la información, descarga remota, visualización de cartografía, imágenes, fotografías y videos, cambio de lenguajes (español, portugués, inglés).

Se definirán las consultas básicas y específicas esperables en el portal en una fase inicial, así como las modificaciones posteriores y otras implementaciones que podrán requerirse con el uso progresivo y explotación dinámica del SISAG, según necesidades de usuarios.

La Figura 9 presenta ejemplificaciones de las pantallas del SISAG en la web, que deberán ser implementadas para visualización de distintas capas vectoriales, imágenes raster y tablas de atributos temáticos, así como para visualización de resultados de consultas interactivas a las bases de datos georreferenciadas.

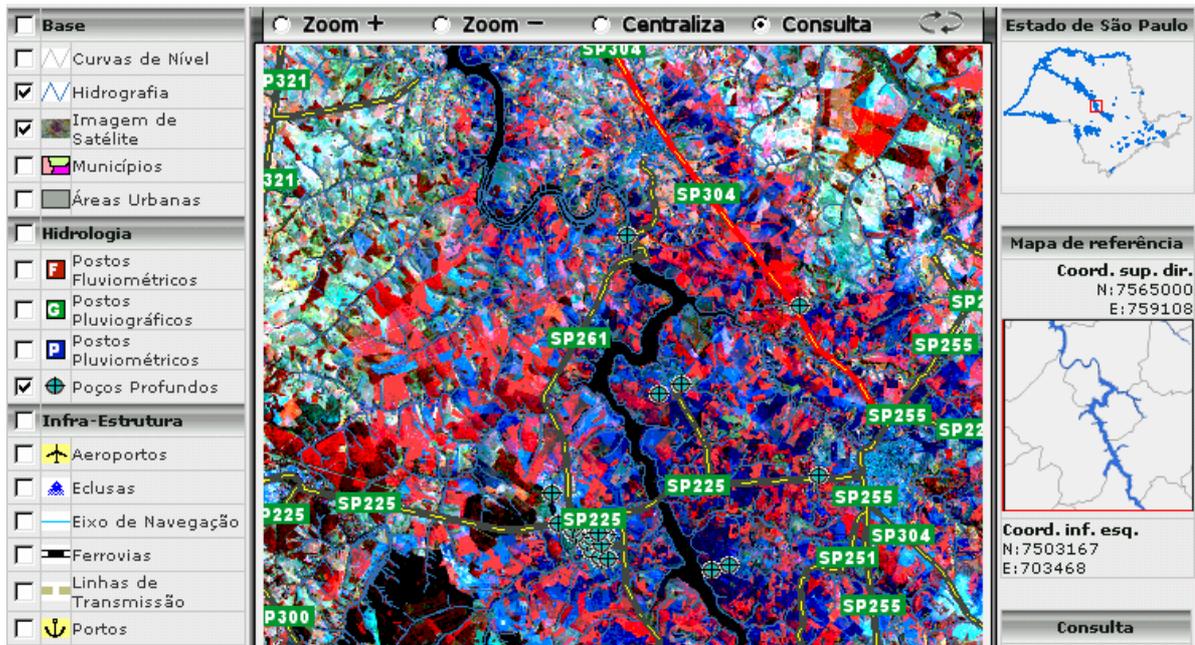


Figura 9. Imágenes de satélite, hidrografía y pozos profundos (Fuente: Prototipo SIGEST-SP).

Tabla 2. Estructura Inicial de Nodos Nacionales y Subnodos del Sistema de Información del SAG.

NODOS	SUBNODOS	
	NACIONALES (N)	ESTADOS/PROVINCIAS (E/P)
ARGENTINA: BUENOS AIRES	ENTRE RÍOS CORRIENTES MISIONES SANTA FE (*) CHACO (*) FORMOSA (*) (*) fase final, a confirmar	(AP1) CONCORDIA-SALTO

BRASIL: BRASILIA	RÍO GRANDE DO SUL SANTA CATARINA PARANÁ SAO PAULO MINAS GERAIS GOIAS MATO GROSSO MATO GROSSO DO SUL	(AP2) RIVERA- SANTANA DO LIVRAMENTO  (AP3) RIBERÃO PRETO
PARAGUAY: ASUNCIÓN		(AP4) CAAGUAZÚ- ENCARNACIÓN - CIUDAD DEL ESTE
URUGUAY: MONTEVIDEO		(AP1) CONCORDIA-SALTO (AP2) RIVERA-SANTANA
SECRETARÍA GENERAL – SAG <i>Nodo facilitador coordinador</i>		
TOTAL: 5	TOTAL: 14	TOTAL: 4

Para la operación y funcionamiento de los nodos y subnodos del sistema se deberá establecer una adecuada conformación de **Equipos Técnicos** que contemple:

- Definición del perfil de responsables y equipos técnicos de los nodos y subnodos, y su conformación acorde con las necesidades planteadas (mínimo 3 / óptimo 5 personas).
- Garantizar las tareas que requerirá el sistema de información vinculado a seguridad Informática y Redes, Diseños Web, Análisis de Sistemas y Desarrollo, Programación de Aplicaciones SIG, Geoprocesamiento, Almacenamiento y actualización del Banco de Metadatos, Carga de datos geoespaciales.
- Considerar que los países deben aportar equipos técnicos desde el inicio para su mayor compromiso, formación y sostenibilidad en el tiempo de los nodos nacionales y subnodos locales, teniendo en cuenta las oportunidades de estrechar colaboraciones y aprovechamiento de experiencias conjuntas entre las instituciones gubernamentales y las instituciones académicas y de investigación de la región.

Así mismo se deberá establecer un **Plan de Entrenamiento y Capacitación** para los Equipos técnicos que operarán los nodos y subnodos del Sistema, que contemple los siguientes aspectos:

- El programa de entrenamiento abarcará distintos niveles.
- Los responsables de nodos y subnodos del sistema y operadores técnicos del sector SIG y Geoprocesamiento y del sector Informática recibirán entrenamiento en todas las metodologías del desarrollo e implantación del sistema así como del software y hardware implementado. Serán capacitados mínimamente en:
  - Redes y Seguridad Informática
  - Hardware y Software implementado
  - Modelados y Análisis Espaciales Complejos
  - Programación de Aplicaciones de Bases de Datos y SIG en la Web
  - Software Banco de Metadatos e Infraestructura de Datos Espaciales
  - Sistemas de Toma de Decisiones y Modelado Orientado a Objetos
- Los usuarios generales del sistema y gestores locales recibirán entrenamiento en sus módulos específicos y también recibirán capacitación referida a geoprocesamiento:
  - Aprovechamiento, consultas y gestión de bases de datos geoespaciales
  - Herramientas de informáticas, recursos Web y SIG
  - Módulos específicos para gestión

#### 4.4.2. Requerimientos de Interoperabilidad

Considerando la estructura inicial del sistema a partir de la implementación de un nodo facilitador coordinador (SG-SAG), cuatro nodos regionales/nacionales (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay) y el conjunto de sub-nodos locales activos (Proyectos Pilotos, Provincias

y Estados vinculados al SAG) y la perspectiva futura de crecimiento, con incorporación de otros subnodos, miembros y adherentes al mismo con la finalidad de gestionar los recursos hídricos subterráneos de la región, se fundamenta como requerimiento de funcionamiento que el SIG deberá estar inmerso dentro de una plataforma tecnológica que contenga sistemas indispensables con los cuales interactuará, logrando de esta manera aprovechar al máximo las funcionalidades del SIG y de los demás sistemas claves.

En función de la representación espacial de la información, el sistema de información geográfica facilitará la visualización y análisis integrado a partir de bases de datos normalizadas, integración de operaciones y procedimientos de datos, además de la inclusión de aplicaciones que permitan la gestión de la base cartográfica, realización de consultas y elaboración de mapas temáticos. Se prepararán interfases simples de aplicaciones SIG con la finalidad de facilitar y difundir el uso de las herramientas SIG por parte de todos los usuarios del sistema.

De acuerdo con los relevamientos y análisis de hardware y software, esquemas de modelado de información geográfica implementados en los sistemas de información de recursos hídricos de los cuatro países y experiencias ya adquiridas por los equipos técnicos, se deberá contar con un desarrollo e implementación del sistema de información que contemple la interoperabilidad con sistemas de gestión de bases de datos integrales, con aplicativos para manipulación de las bases de datos, interfases multiusuarios desarrolladas en componentes SIG y herramientas de programación, así como publicación de datos vía Internet utilizando el servicio de publicación de mapas en la web y consultas a bases de datos con acceso remoto.

#### **4.4.3. Características del Equipamiento para el Sistema de Información**

La provisión, instalación y conectividad de hardware, software y equipamiento de redes que deberá realizarse para la implementación de nodos y subnodos del SISAG, contemplará en términos generales las siguientes características, presentadas a modo de referencia, aclarando que la configuración definitiva del equipamiento se ajustará en función de los resultados del modelado integral del sistema de gestión informativa para el SAG.

##### **Motor de Base de Datos**

- Del lado de los datos se entiende la existencia de un repositorio que puede ser único, múltiple, con esquemas de replicación o métodos de alta disponibilidad, para lo cual se deberá contar con hardware y conectividad que soporte esta característica. Respecto al motor de base de datos, se considera que todos los datos de gran importancia residirán en él.
- La base de datos debe ser multiplataforma, debe tener tecnología abierta, así como también cada parte que compone el todo, como el diseño del sistema operativo y aplicaciones. Al ser de misión crítica soportará caídas posibles y recuperación como también formas de replicación de datos. La misma además debe tener soporte autorizado en las distintas zonas en forma directa o a través de red de partners. Los niveles de soporte deben tener tiempo y calidad de respuesta dada la criticidad de los datos.
- Lo mismo se deberá reflejar en los elementos de hardware como servidores, estaciones de trabajo y demás elementos como componentes de conectividad y elementos que aseguren la alimentación de los equipos como generadores, UPSs, estabilizadores, etc.

##### **Servidores y Estaciones de Trabajo de Misión Crítica**

- Los servidores deben ser de tecnología RISC o similar con capacidad de multiprocesamiento y sistemas operativos que aprovechen estos beneficios. Además deben asegurar estándares internacionales como normas de comunicación y componentes que permita la interoperabilidad entre distintos tipos de tecnología.
- Para el dimensionamiento de aplicaciones, base de datos y servers se deberá contar con información cuantificada de pedidos de procesos, cantidad de datos a manejar y dispositivos

a interconectar, para así diseñar en una visión más detallada los distintos componentes del sistema de información del SAG.

- En el caso de los cuatro nodos principales se implementarán 4 servers en una red privada y con un método de duplicación de datos con el interés de llegar a los mismos On Line en cualquier acceso desde la red privada o desde Internet.
- En el caso de los subnodos la conectividad dependerá de la cantidad de datos a transportar y la criticidad del refresco de la información traída desde sensores o a través de lecturas manuales como también así de información satelital.
- Los servidores de los subnodos serán categorizados para así determinar qué grado de misión crítica tienen a la hora de detallar su hardware. En este aspecto se definirá redundancia de componentes como fuente de alimentación y/o discos rígidos tal como se tendrá en cuenta en los nodos principales.

### **Seguridad y Tratamiento de Datos Espaciales**

- Se deberá tener especial tratamiento durante el diseño, desarrollo e implementación del sistema, de la seguridad y el tratamiento de los datos espaciales, para este item se deberá valer de sistemas de protección de intrusos (firewall) en el caso del borde de la red y en el interior se deberá basar en sistemas de alto nivel de seguridad y procedimientos de backup normalizados con manuales de procedimiento adecuado.
- En el caso del tratamiento de datos espaciales deberá atenderse los requerimientos específicos para vinculación de los sistemas de información geográfica y las bases de datos relacionales, garantizando el cumplimiento de estándares de seguridad e integridad de los datos geográficos ingresados a las bases de datos y mantenimiento de la consistencia topológica de las mismas, acceso multiusuario a datos geográficos almacenados en una Base de Datos Relacional, con integración de hardware y software de alto rendimiento y protección antivirus para los principales protocolos de comunicación.

### **Plataforma**

- La plataforma debe soportar el armado de redes privadas y encriptación de datos para que los mismos no puedan ser desempaquetados a través de su viaje en la red pública. Todo esto debe estar basado en reglas y cumplimentar estándares. El montaje de servidores estará basado en sistemas que garanticen portabilidad, escalabilidad, libertad de acción, libertad de opción ante crecimiento de exigencias, cumplimiento de funciones de alta demanda y seguridad informática.
- Se garantizará el intercambio de información utilizando formatos estándares y abiertos con la necesidad de que convivan sistemas de la más diversa índole. El desarrollo sobre plataformas de software libre se llevará a cabo con la finalidad de permitir más libertad no solo para la manipulación de los datos, sino también para toda la gama de aplicativos derivados de los mismos y, lo que es más importante, el acceso a los datos por los distintos usuarios involucrados.

### **Servidores de Datos SIG**

- Los servidores de datos SIG deberán ser de alta performance, con interfase abierta que permita construir robustos sistemas de manejo, consulta y análisis de datos, y relacionar los sistemas de información Geográfica (SIG) y las Bases de Datos Relacionales (RDBMS). Se basarán en un motor de acceso a datos geográficos orientado a objetos de alto rendimiento, implementado dentro de un ambiente de bases de datos relacional (RDBMS) utilizando una arquitectura cliente/servidor.
- Proveerá las funciones de vínculo entre las aplicaciones SIG y las RDBMS garantizando:
  - Acceso multiusuario a datos geográficos almacenados en Base de Datos Relacional.
  - Flexibilidad y alta performance en el geoprocesamiento de grandes bases de datos y soluciones de mapas en internet.
  - Integración con los datos corporativos almacenados en la Base de Datos.

- Seguridad e integridad de los datos geográficos ingresados a la base de datos manteniendo la consistencia topológica de las mismas.
- Manejo de "versiones" (múltiples ediciones simultáneas), geocodificación, integración de datos del negocio, etc.
- Personalización, herramientas de programación de alto nivel en lenguaje C o JAVA para acceder directamente a la Base de Datos GIS.
- Portabilidad, definición de un modelo de datos lógico único de las aplicaciones independientemente del motor de base de datos elegido, con posibilidad de migración a otras plataformas.

### **Servidores de Mapas en Internet**

- La distribución de información georreferenciada, mapas y aplicaciones geográficas vía Internet permitirá la integración en tiempo real de clientes dispersos en toda la región del SAG o el mundo con servidores de datos y aplicaciones.
- Los servidores de mapas permitirán integrar información geográfica y descriptiva para su publicación en Internet. Los usuarios, conectados a un sitio web habilitado especialmente, tendrán la posibilidad de desplegar, buscar y analizar información geográfica, con funcionalidad de mapeo interactivo en la web.
- La potencia del servidor de mapas en internet se basará en:
  - Integración de datos locales con datos provenientes de la Internet para su procesamiento dentro de un Browser, integración de recursos de geoprocésamiento intensivo localizados en el servidor dentro de la interfaz del cliente.
  - Creación, diseño y administración sitios web con capacidades de geoprocésamiento a través de Wizards fáciles de usar, y herramientas de monitoreo para mantener el sitio funcionando.
  - Arquitectura fácilmente escalable, permitiendo publicar servicios geográficos desde un servidor centralizado o a través de servidores distribuidos, adecuado para pequeñas Intranets hasta aplicaciones de acceso masivo sin perder performance.
  - Capacidades de producción cartográfica, soportando la publicación vía "streaming" de datos aumentando las capacidades de geoprocésamiento en los clientes. Capacidades de despliegue de mapas de alta calidad.
  - Potenciación de clientes inteligentes. Clientes Web con capacidades de geoprocésamiento que puedan elegir entre una gama variada de soluciones (desde HTML/DHTML, clientes Java hasta aplicaciones Visual Basic o Visual C++). Usuarios web con capacidades de geoprocésamiento distribuido.
- Se requerirá una arquitectura múltiple de clientes, servicios y datos, adecuada para los diferentes entornos de hardware, software y comunicaciones, y para soportar los requerimientos de una gran cantidad de clientes (HTML, Java, JavaScript, etc.) accediendo a grandes bases de datos, con plataforma para integrar bases de datos geográficas con las bases descriptivas.
- El máximo aprovechamiento de los recursos será reconocido a través de la operación en un ambiente distribuido compuesto por recursos informáticos repartidos entre los clientes y los servidores. Los clientes podrán enviar un requerimiento al servidor, éste accederá a las bases de datos, generará el análisis/reporte y devolverá la información al cliente en forma de mapas, datos tabulares y gráficos de fácil comprensión.

### **Herramientas Cartográficas y SIG avanzadas para Geoprocésamiento**

- Para atender a las necesidades de gestión cartográfica y de geoprocésamiento vinculadas al SAG, se requerirá la implementación y manejo en un entorno integrado de las herramientas de análisis espacial, de consulta, edición, composición cartográfica, y otros componentes de la nueva generación de productos SIG.
- Constituirá un completo conjunto de herramientas SIG avanzadas desde el punto de vista tecnológico (Tecnología de Componentes, Modelo de Datos Orientado a Objetos, Objetos

COM, SIG Profesional), y de fácil manejo con interfases de menús y entorno de trabajo amigable para usuarios directos, así como un variado entorno de desarrollo para creación de aplicaciones (Visual C++, PowerBuilder, Visual Basic, AML, entre otros).

### **Herramientas Analíticas para Aplicaciones Hidrogeológicas**

Considerando que el SISAG tendrá la condición de recibir e incorporar las bases de datos hidrogeológicas y de monitoreo de pozos, se requerirán herramientas de análisis espacial y modelados hidrogeológicos, los cuales deberán ser definidos en función de la compatibilidad con los productos resultantes de las consultorías técnicas específicas.

### **Redes y comunicaciones**

- Los servicios de conexión deberán incluir a los cuatro nodos principales, a los dieciocho subnodos que inicialmente conformarán el sistema y al nodo de la SG-SAG, garantizando aspectos como: Acceso de alta velocidad a Internet en todos los puntos, Correo electrónico, Web Hosting, Data Storage y transferencia de datos.
- El tráfico que se realice deberá ser encapsulado y encriptado y cumplir con las normas de seguridad e integración de la información exigida en las normas de internet, además se deberá contar con una conexión de acceso público desde Internet.

Se considerará que cada país pueda tener conexiones dedicadas con sus subnodos asociados y a su vez se pueda utilizar la red de internet existente para interconexión entre los cuatro países.

- Se considerará la incorporación futura de otros subnodos (como Departamentos y/o Delegaciones Regionales de Paraguay y Uruguay) y otros miembros del sistema (como Organizaciones No Gubernamentales, Instituciones Académicas, etc.) y el crecimiento paulatino que tendrá el sistema a lo largo del tiempo.

### **Soporte técnico**

- Será necesario garantizar un adecuado servicio de soporte técnico y actualización de equipamiento en los nodos principales de los cuatro países y SG-SAG y subnodos asociados durante un período de dos (2) años a partir de la instalación e implementación del SISAG.

En el Anexo 4 se presenta una configuración de las características de servidores, estaciones de trabajo y software correspondiente al equipamiento informático requerido para la implementación de nodos y subnodos del SISAG.

Cabe aclarar que la configuración del sistema presentado es de carácter referencial, pudiendo sufrir ajustes y modificaciones en función de los resultados del modelado integral del sistema de gestión informativa para el SISAG.



## CAPÍTULO 5.- ETAPAS Y ACTIVIDADES

La Figura 10 presenta las etapas de una metodología estándar de implementación de proyectos SIG, la cual se ha tomado de referencia para la definición de las actividades mínimas requeridas por el Proyecto.

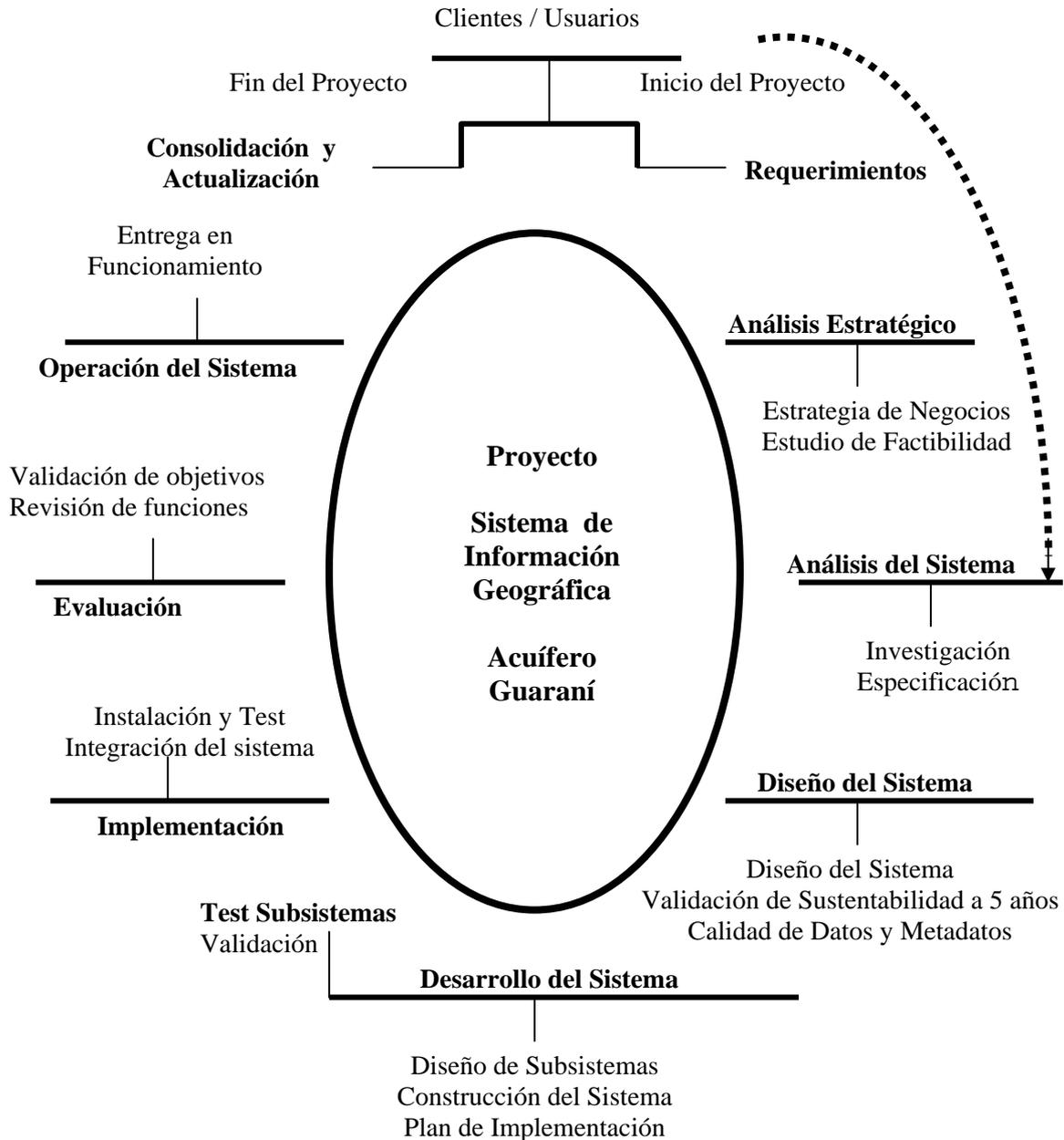


Figura 10. Modelo de Referencia de Etapas y Actividades para el Desarrollo e Implementación del Sistema de Información Geográfica del SAG.

La elaboración del SIG demandará la atención de una serie de requerimientos básicos y específicos, así como necesitará de parte de los elaboradores de una buena visión y sensibilidad de la utilidad del sistema como transmisor de información de información útil y de fácil comprensión para el público en general, usuarios, administradores y tomadores de decisiones.

La aplicación de técnicas computacionales avanzadas para el desarrollo e implementación del sistema de información permitirá la optimización de todo el proceso de captura, tratamiento, integración e interpretación de datos así como su visualización y representación espacial, para lo cual se

implementará una red con capacidad para comunicar a los nodos y subnodos entre sí (todos comunicados entre sí) de manera eficaz, con velocidad adecuada a los requerimientos, que brinde seguridad de transmisión de datos y que cumpla con la normativa internacional vigente.

Por su parte el equipamiento de los nodos principales y subnodos asociados estará constituido como mínimo por servidores principales y estaciones de trabajo con el equipamiento físico que permita la correcta interconexión y administración, con el software necesario para el funcionamiento y pleno aprovechamiento de todas las capacidades de los nodos y subnodos, y de la red en general.

Como parte del diseño del SIG, se deberá considerar como aspecto relevante la Validación del Sistema Propuesto de acuerdo a las condiciones de sustentabilidad y compromiso que asuman los países (con una estimación mínima de funcionamiento óptimo durante cinco años), planteando reajustes o rediseños del sistema según estos condicionantes.

Así mismo se deberá coordinar los trabajos en común con las Consultorías/Empresas que ejecuten la Cartografía Básica del Proyecto, Hidrogeología General, Red de Monitoreo y afines, Proyectos Pilotos en Áreas Críticas y demás componentes del Proyecto, definiendo las estructuras y codificación de la información básica (Cartografía Básica del Proyecto), información temática (cartografía temática y bases de datos de Hidrogeología, Geología, Geofísica, Hidroquímica, Isotopía, Uso del Acuífero, y otros), información local en áreas críticas (Proyectos Pilotos) y aplicaciones de Bases de Datos Hidrogeológicas y Red de Monitoreo que generarán los distintos componentes del Proyecto, para su adecuada incorporación posterior como Subsistemas del SISAG.

Así mismo se deberá coordinar con las diferentes instituciones responsables de los sistemas de información en los cuatro países intervinientes, autorizaciones correspondientes para la utilización de los materiales cartográficos, bases de datos necesarios, aplicaciones informáticas u otros requeridos para cumplir con los objetivos, a ser utilizados en la elaboración del sistema de información geográfica, conforme a las legislaciones respectivas; además deberá efectuarse la revisión y validación del sistema por parte de las instituciones responsables en cada uno de los países, para lo cual se dispondrá de los recursos necesarios.

En cada una de las etapas fundamentales de la planificación, diseño e implantación del sistema existirán **riesgos** y muchos puntos que puedan generar dificultades, sin embargo existen tres variables fundamentales que se deberán controlar durante todo el proceso. Estas variables son: i) alineamiento con la estrategia y la organización, ii) compromiso, soporte y propiedad del sistema y iii) competencia y aprendizaje.

## **5.1. - ACTIVIDADES TÉCNICAS A DESARROLLAR**

El Sistema de Información Geográfica deberá ser entregado de forma operativamente instalado, en funcionamiento y con los datos cargados para que pueda recibir su aprobación final, incluyendo el modelado de los datos cartográficos y alfanuméricos del SAG, la instalación de hardware y software, redes y comunicación, aplicaciones y subsistemas, con adecuada conformación de nodos y subnodos del Proyecto.

La implementación del SISAG requerirá la generación de aplicaciones e interfases de usuarios correspondientes a los subsistemas: Cartografía Básica y Base de Datos Socio-Económicos, Bases de Datos Documentales, Mapas e Imágenes, Sistema de Metadatos, Base de Datos Hidrogeológicos y Red de Monitoreo, Proyectos Pilotos y Componente Virtual en la Web.

Los resultados de los productos que desarrollarán las Consultorías Técnicas específicas (Cartografía Básica, Cartografía Temática, Bases de Datos Hidrogeológicos y Red de Monitoreo, Proyectos Pilotos y relacionados), deberán ser cargados al sistema de información geográfica y puestos en operación y funcionamiento como subsistemas, bajo la responsabilidad de la Consultoría Técnica que desarrollará e implementará el SISAG, por lo cual se requiere una amplia coordinación entre los distintos componentes, durante toda la etapa de ejecución del Proyecto.

Los datos georreferenciados deberán ser documentados con una normativa internacional de metadatos analizada y seleccionada para el Proyecto, y las bases de datos relacionales tendrán que cumplir con la 3FN tercera forma normalizada.

Todo el proceso deberá ser Documentado, a través de Manuales e Informes completos que describan el diseño e implementación del SIG y su aplicación (redactados en los idiomas oficiales de los países, español y portugués), así como el papel que desempeña la arquitectura del Sistema de información en el contexto global del Proyecto.

Se requerirá la presentación de documentación detallada sobre su implantación de forma gradual que incluya: análisis de los sistemas y bases de datos existentes en los cuatro países (nodos, subnodos y otros organismos de interés para el Proyecto), construcción de normativas universales para los cuatro países, construcción del SIG con aplicaciones e interfases, integración de cartografía y bases de datos, construcción del sistema de metadatos, adaptación y preparación de aplicaciones e interfases para interconexión con otros sistemas de información de los cuatro países y otros subsistemas del sistema de información del SAG, expansión y funcionamiento del sistema de información en la conformación de nodos nacionales y subnodos activos en estados brasileños, provincias argentinas y proyectos piloto del SAG, y puesta del SISAG en la Web.

#### **5.1.1.- Planificación y Análisis Estratégico de Negocios para el SISAG**

Las actividades mínimas que deberán realizarse en esta etapa comprenden:

- Se efectuará el modelado integral del Sistema de Gestión Informativa, alineado a los modelos TOM/TMN o modelos orientados a objetos de similares alcances.
- Se aplicará una metodología de planificación y modelado de sistemas de gestión informativa abarcativa y tendrá en cuenta conceptos de planificación de estrategias de negocios, con la finalidad de asegurar la adecuación entre los objetivos estratégicos del Proyecto, los factores críticos de éxito y la definición precisa de la arquitectura de la información (procesos, datos y nuevos sistemas) necesarios para satisfacer dichos objetivos.
- Se efectuará un análisis y diagnóstico de los Sistemas de Información de Recursos Hídricos y Bases de Datos existentes en los cuatro países, estructurando las alternativas de incorporación del Sistema de Información del SAG como una herramienta estratégica en las estructuras institucionales vigentes responsables de la gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos en Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay y análisis de las condiciones de sustentabilidad en los países.

Los productos mínimos que deberán entregarse en esta etapa abarcan:

- Sistema de Información del SAG modelado desde una visión estratégica de los sistemas/modelos de negocios.
- Informes de planificación estratégica de negocios, modelado integral y administración del sistema de información del SAG, describiendo el panorama general y sus componentes, documentos correspondientes y propuesta para el Proyecto.

#### **5.1.2.- Análisis y Requerimientos del Sistema de Información**

Las actividades mínimas que deberán realizarse en esta etapa comprenden:

- Análisis y determinación del ámbito, alcance, objetivos y requisitos del sistema de información del SAG.

- Se deberá establecer detalladamente el modelo lógico de procesos y datos, identificar y describir requisitos de usuarios y demandas de información, análisis y estudios de alternativas de construcción y soluciones.
- Se elaborará un conjunto de especificaciones formales que describan la funcionalidad del sistema incluyendo definición de subsistemas, definición de los datos del sistema, interfaces de usuarios y prototipos y especificación de entregas.
- Se seguirán los estándares ISO TC/211.

Los productos mínimos que deberán entregarse en esta etapa abarcan:

- Sistema de Información del SAG analizado según requerimientos específicos.
- Informes de Análisis integral, investigación y especificaciones del sistema de información del SAG, alcance de la implementación y documentos correspondientes.
- Informes detallados de estudios de requerimientos y necesidades de usuarios, matriz de requerimientos de datos, entradas y salidas del sistema, análisis DAFO/FODA, factores clave de éxito, obstáculos e indicadores de rendimiento.

### **5.1.3.- Diseño y Especificaciones del Sistema**

El propósito será obtener un conjunto de especificaciones físicas que constituirán el punto de partida para la construcción del sistema, teniendo en cuenta el entorno tecnológico donde se implantará el sistema.

Las actividades mínimas que deberán realizarse en esta etapa comprenden:

- Definición conceptual, especificaciones lógicas y diseño físico del sistema de información geográfica. Se establecerán y determinarán los conjuntos de especificaciones que constituirán el punto de partida para la construcción del sistema de información geográfica, teniendo en cuenta el entorno tecnológico donde se implantará el sistema.
- Validación del sistema propuesto de acuerdo a las condiciones de sustentabilidad y compromiso asumido por los países por un período de cinco años como mínimo. Reajuste y/o rediseño del sistema en función de estas condiciones.
- Determinación de la estructura de organización más conveniente para el sistema a ser implementado por la SG-SAG y los países, análisis del marco legal e institucional del SISAG y funcionamiento conceptual del sistema, con definición de jerarquías para la transmisión de información según cargos y funciones, descripción de trabajos y funciones principales, procedimientos de comunicación entre sectores, estándares de informes y contenidos.
- Determinación de la especificación lógica del sistema, con descripción de procesos de actuación, diseños de diálogos de usuarios, definición de procesos de consulta, esquema del diseño lógico, requisitos de funcionamiento y estándares de datos y descripción técnica del entorno.
- Determinación del diseño físico del sistema, con representación del diseño físico de los datos, bases de datos integradas, software y hardware adecuado a los requerimientos, implantación de componentes funcionales y programas distribuidos en módulos funcionales, plan de automatización y proyectos pilotos o prototipos SIG.
- Construcción de Normativas Unificadas para los cuatro países y determinación de requisitos de estandarización de procesos.
- Análisis y determinación de estándares para construcción de metadatos, según normativas y estándares internacionales. Revisión de Normas Open Gis, ISO TC 211, FGDC, IGDN y otros.
- Realización de Workshop sobre Metadatos e Infraestructura de Datos Espaciales con especialistas y técnicos de los cuatro países y expertos internacionales para definición y consenso sobre el sistema de metadatos que se implementará en el SISAG.

- Análisis y determinación de estándares para captura, validación, integración, consulta, modelado y salida de información geográfica, según normativas y estándares internacionales.
- Se seguirán los estándares ISO TC/211.

Los productos mínimos que deberán entregarse en esta etapa abarcan:

- Sistema de Información Geográfica del SAG diseñado íntegramente, preparado para su desarrollo y construcción, y validado según condiciones de sustentabilidad de los países.
- Informes y documentos de definición conceptual, lógica y física del sistema de información geográfica, en función de la conformación de nodos y subnodos y del modelado integral del sistema de información del SAG, ajustando la estrategia a seguir en la implementación del mismo.
- Informes descriptivos de la estructura organizativa propuesta para el SISAG, conclusiones del análisis del marco legal e institucional, propuesta del plan de administración y conducción del sistema de información geográfica, así como reglamentos de misiones y funciones del Grupo Coordinador del sistema de información geográfica del SAG.
- Informes descriptivos de estándares y normativas del sistema de información geográfica, campos de información y diccionarios de datos, flujos de información, protocolos de entrada y salida de datos, y metodologías para la disponibilidad en internet de la información georreferenciada (mapas y bases de datos).
- Informes de procedencia y especificaciones de calidad de datos.
- Informes de Normativas de integración y procesamiento de datos geográficos.
- Informes de Normativas de construcción de Metadatos e Inventarios. Informes de Jornadas de Discusión y Workshop sobre IDE y Metadatos.

#### **5.1.4.- Desarrollo y Construcción del Sistema, con instalación de equipamiento en Nodos y Subnodos**

Las actividades mínimas que deberán realizarse en esta etapa comprenden:

- Se ejecutará la construcción del sistema partiendo del conjunto de especificaciones físicas del mismo, respondiendo a las definiciones del modelado inicial y diseño del sistema de gestión informativa integral para el SAG.
- Se ejecutarán procesos de aplicaciones SIG prototipos y desarrollo de los subsistemas “Bases de Datos Documentales”, “Mapas” e “Imágenes”, “Sistemas de Metadatos”, “Cartografía Básica y Bases de Datos Socio-Económicos”, “Proyectos Pilotos”, “Bases de Datos Hidrogeológicos y Red de Monitoreo”, “Componente Virtual en la Web”, incluyendo el diseño y construcción de aplicaciones web, desarrollo e implementación de bases de datos gráficas y alfanuméricas, y aplicaciones SIG-WEB, carga de datos básicos y temáticos de la región del SAG y de áreas piloto, con supervisión del control de la calidad de la información según las pautas establecidas.
- Se proveerá e instalará el equipamiento con la implementación y comunicación de hardware y software en los nodos principales y subnodos del sistema, con realización de las pruebas necesarias para asegurar el perfecto funcionamiento de los mismos y de los programas desarrollados en todos y cada uno de los nodos y subnodos del Proyecto.
- Se garantizará un desarrollo integral de sistemas de gestión de bases de datos y aplicaciones SIG interactuando con una adecuada administración de sitios web, bases de datos y soporte de aplicaciones, con interacción de las distintas pantallas del sistema.
- Se construirá un sistema de metadatos para el Proyecto basado en análisis de estándares internacionales y evaluación de distintos sistemas de metadatos existentes, que será entregado a la SG-SAG para su aprobación. El almacenamiento y actualización del banco de metadatos se generará siguiendo los padrones determinados, pudiendo realizarse en

forma automática conforme a procesos definidos por el contratista y aprobados por la SG-SAG (Ref. estándar Z39.50).

- Se realizará la normalización y codificación de la información geográfica conforme a estándares propuestos para cumplir con esta tarea, que será entregado a la SG-SAG para su aprobación. Los archivos digitales producidos serán suministrados en formato vectorial, compatibles con los sistemas existentes en los cuatro países, con topología y bases de datos asociadas y con posibilidades de integración de información raster. La estructura de los objetos digitalizados en los archivos será organizada y codificada en distintos niveles o capas de acuerdo a la clasificación propuesta, los objetos espaciales y sus atributos serán estructurados de acuerdo al tipo, clase, tabla de nombres, valores y textos.
- Se deberá elaborar la organización y estructuras de archivos, las tablas finales y listas de códigos de atributos con sus detalles y tipos de detalles asociados conforme a requerimientos específicos de cada componente del Proyecto, para su adecuada incorporación y utilización en el Sistema de Información Geográfica, y serán entregados a la SG-SAG para su aprobación.
- Se prepararán las actividades de entrenamiento y capacitación al personal de las áreas técnicas que operarán los nodos y subnodos del SAG, correspondientes a esta etapa.
- Se seguirán los estándares ISO TC/211.

Los productos mínimos que se deberán entregar en esta etapa abarcan:

- Conformación física de los cinco (5) nodos principales, compuestos por un (1) nodo facilitador coordinador de la SG-SAG y cuatro (4) nodos nacionales, complementados por cuatro (4) subnodos en áreas pilotos, ocho (8) subnodos en estados brasileños, tres (3) subnodos en provincias argentinas (con posibilidad de incorporación posterior de otros tres (3) subnodos en las provincias sujetas a confirmación), con provisión, instalación y conectividad de hardware, software, periféricos y equipamiento de redes.
- Software, hardware y elementos de redes informáticas instalado y en funcionamiento, debidamente documentado (Manuales, Licencias, Soportes digitales, Garantías, etc.) y con soporte técnico correspondiente.
- La provisión, instalación y conectividad de hardware, software y equipamiento de redes que deberá realizarse en esta etapa, contemplará mínimamente las características descritas en el Item 4.4.3. de este informe.
- Construcción del Sistema de Metadatos para el Proyecto SAG, consensuado en Workshop Internacional.
- Construcción de sitios web (Componente Virtual en la Web) y prototipos de aplicaciones SIG (Bases de Datos Documentales, Mapas e imágenes, Subsistema de Metadatos, Subsistema Cartografía Básica, Subsistema Bases de Datos Hidrogeológicos y Red de Monitoreo, Subsistema Proyectos Pilotos en Áreas Críticas) que permitan la disponibilidad de acceso a la cartografía básica y temática del Proyecto y a las consultas requeridas a las bases de datos correspondientes, a través del servicio de mapas y bases de datos en Internet.
- Informes y Documentos de Construcción del Sistema de Información del SAG.
- Informes del control de calidad y evaluación de los prototipos instalados.
- Se desarrollarán Diccionarios de datos, redacción de Manuales de procedimientos técnicos, Manuales de usuarios y se prepararán manuales de capacitación correspondientes, vinculado a cada una de las actividades de esta etapa.

### **5.1.5.- Implantación del Sistema**

Esta etapa tiene como finalidad probar el equipo lógico y físico, los procedimientos de usuario y la efectividad de la formación, para que una vez aceptado el sistema, se implante y pase a funcionar en un entorno real y definitivo.

Las actividades mínimas que deberán realizarse en esta etapa comprenden:

- El objetivo fundamental será la aceptación del sistema por parte de los usuarios del mismo, para ello se combinará todo el equipo lógico y los procedimientos para un trabajo del sistema real, se realizarán test del sistema y pruebas de aceptación, las cuales constituyen un procedimiento formal ejecutado por los usuarios que permitirá verificar que el sistema producido es totalmente funcional y satisface los requerimientos iniciales.
- Se llevará a cabo las pruebas del equipo lógico y físico, los procedimientos de usuarios y la efectividad de la formación, para que una vez aceptado el sistema, se implante y pase a funcionar en un entorno real y definitivo. Se realizará la validación del sistema.
- La implementación del sistema consistirá en instalación de aplicaciones y subsistemas, verificación del funcionamiento, mantenimiento de bases de datos y desarrollos SIG, gestión de la configuración del sistema, documentación y control de calidad, revisión de la estructura del sistema e incorporación de extensiones de software y hardware a nodos y subnodos, y puesta del SISAG en la web (prototipo).
- Se implementarán las actividades de entrenamiento y capacitación al personal de las áreas técnicas que operarán los nodos y subnodos del SAG, correspondientes a las etapas de planificación, diseño e implementación del SISAG (Etapa I del Plan de Capacitación).
- Se seguirán los estándares ISO TC/211.

Los productos mínimos que se deberán entregar en esta etapa abarcan:

- Sistema de Información del SAG implantado en los cuatro países y en SG-SAG.
- Informe y Documentos de Implementación del Sistema de Información Geográfica integral del SAG.
- Subsistemas de Información Geográfica (Documentales, Mapas e Imágenes, Metadatos, Bases de Datos Geográficos, Edición y Publicación, Herramientas analíticas, Software y estándares informáticos, Interacción con otros sistemas de información); Subsistemas de Comunicación Virtual en la Web (Comunicación y difusión, Niños y jóvenes, Educación Ambiental y Planes de Capacitación, Bibliotecas virtuales, Foros y contactos, Link a otros sitios de interés); Subsistemas de Gestión y Toma de Decisiones (Bases de Datos Hidrogeológicos y asociados, Red de Monitoreo, Calidad y Oferta de agua subterránea, Usos y Usuarios del agua subterránea, Proyectos Pilotos y Áreas Críticas), con aplicaciones de bases de datos multiusuarios e interfases SIG-WEB implantados.
- Manuales de procedimientos técnicos y manuales de usuarios de subsistemas, aplicaciones e interfases SIG-WEB.
- Manuales técnicos y manuales de usuarios de las Bases de datos Documentales, Banco de Metadatos, Cartografía Básica y Aspectos Socio-Económicos, Aspectos Hidrogeológicos, así como también de otras bases de datos determinadas como relevantes para el Proyecto.
- Manuales de Cursos de Capacitación y Entrenamiento para Áreas Técnicas de Nodos y Subnodos correspondientes a las etapas de planificación, diseño e implementación del sistema. (Etapa I del Plan de Capacitación).

#### **5.1.6.- Operación y Evaluación del Sistema**

Las actividades mínimas que deberán realizarse en esta etapa comprenden:

- Realización de los procedimientos necesarios para la implantación definitiva y puesta en producción del sistema. Revisión de la planificación después de su implementación y validación de objetivos.
- Realización de Workshop sobre funciones, aplicaciones y estrategias del SISAG con especialistas y técnicos de los cuatro países y expertos internacionales.
- Evaluación y test de los subsistemas instalados y corrección de problemas detectados.

- Instalación de nuevos subsistemas, aplicaciones y elementos complementarios requeridos para la integración del sistema.
- Realización de procedimientos de operación del sistema, con funcionamiento “en vivo”.
- Se prepararán actividades de entrenamiento y capacitación al personal de las áreas técnicas que operarán los nodos y subnodos del SAG, correspondientes a esta etapa.
- Se seguirán los estándares ISO TC/211.

Los productos mínimos que se deberán entregar en esta etapa abarcan:

- Sistema de Información del SAG operacional en los cuatro países y SG-SAG.
- Informe de Evaluación y Operación del Sistema de Información Geográfica integral del SAG.
- Subsistemas de Información Geográfica, de Comunicación Virtual en la Web y de Toma de Decisiones instalados, con aplicaciones de bases de datos multiusuarios e interfaces SIG-WEB cargados y operativos en el SISAG.
- Manuales de procedimientos técnicos y manuales de usuarios de subsistemas, aplicaciones e interfaces SIG-WEB.
- Informe y conclusiones del Workshop sobre funciones y estrategias del SISAG.
- Preparación de Manuales de Cursos de Capacitación y Entrenamiento para Áreas Técnicas de Nodos y Subnodos para esta etapa.

#### **5.1.7.- Consolidación y Actualización del Sistema**

Finalmente se potenciarán las funciones del sistema a partir de la incorporación de nuevos subsistemas y/o correcciones de los existentes, integración de nueva información y aplicaciones provenientes de los otros componentes del proyecto, incorporación de nuevos subnodos y miembros del sistema, así como la actualización de equipamiento tecnológico y/o componentes del sistema según requerimientos del Proyecto.

Las actividades mínimas que deberán realizarse en esta etapa comprenden:

- Ejecución de la tarea de integración y homogeneización de la información geográfica para la totalidad de la extensión del SAG y productos resultantes de todas las actividades a ser desarrolladas dentro del Proyecto. La etapa final de todos los trabajos involucra la consolidación de los datos en el sistema de información geográfica con sus aplicaciones e interfaces SIG-WEB, para análisis y gestión integral del SAG.
- Finalmente se realizarán los procedimientos necesarios para la consolidación definitiva y puesta en producción integral del sistema. Se incorporarán nuevas aplicaciones y subsistemas, con nuevos volúmenes de información generada por los distintos componentes del Proyecto, y atendiendo especialmente a los requerimientos del Programa Estratégico de Acciones del Proyecto.
- La consolidación del sistema incluye la actualización del plan estratégico de negocios, la expansión de usos según objetivos y requerimientos del Proyecto, por lo que se deberá realizar ajustes y actualizaciones vinculadas a la operación y mantenimiento del sistema, incorporación de nuevos subnodos, gestión de nueva información y mejora en el flujo de datos, actualizaciones de equipamiento tecnológico y extensiones del sistema, así como la preparación de un plan de contingencia para el sistema.
- Implementación de actividades de entrenamiento y capacitación al personal de las áreas técnicas que operarán los nodos y subnodos del SAG, correspondientes a esta etapa del trabajo (Etapa II del Plan de Capacitación: Evaluación, Consolidación y Actualización del SISAG).

- Se seguirán los estándares ISO TC/211.

Los productos mínimos que se deberán entregar en esta etapa abarcan:

- Sistema de Información revisado, actualizado y consolidado.
- Informes y Documentación de Consolidación y Actualización del Sistema de Información Geográfica integral del SAG. Informes de la actualización del plan estratégico de negocios, descripción de influencias, nueva dirección estratégica y plan de contingencia del sistema.
- Aplicaciones de bases de datos multiusuarios e interfases SIG-WEB actualizadas. Puesta del SISAG en la web.
- Manuales de procedimientos técnicos y Manuales de usuarios de nuevas aplicaciones e Interfases SIG-WEB y/o modificaciones de las existentes.
- Manuales del plan de entrenamiento y capacitación para el personal de las áreas técnicas correspondiente a esta etapa del Proyecto (Etapa II del Plan de Capacitación).
- Equipamientos tecnológicos y redes, hardware y software, subsistemas y aplicaciones en los nodos y subnodos del sistema actualizados, en perfecto funcionamiento y mantenimiento, con cumplimiento del servicio de soporte y actualización de licencias, necesarios para la continuidad de los trabajos operacionales del sistema.
- Informe del control de calidad y evaluación del sistema de información geográfica del SAG.
- Documentación e Informes finales de todo el proceso realizado en las distintas etapas.

#### **5.1.8.- Entrenamiento y Capacitación de Equipos Técnicos del SISAG**

Las actividades de transferencia vinculadas al plan de entrenamiento y capacitación para el personal de las áreas técnicas que operarán los nodos principales y subnodos activos del SISAG, incluirán la capacitación de todas las etapas y procesos llevados a cabo durante el diseño, desarrollo e implementación del SISAG, aunque se concentrarán en dos períodos de ejecución:

- Etapa I: Capacitación inicial durante la etapa de instalación de equipamiento e implementación del proceso secuencial del sistema de información geográfica, para adaptación de los países.
- Etapa II: Capacitación integral durante la etapa de consolidación del sistema, con subsistemas y aplicaciones, para su adecuado uso y explotación.

#### **5.2.- RESUMEN DE LOS PRODUCTOS MÍNIMOS ESPERADOS**

- Manual del Modelado integral del Sistema de Gestión Informativa para el SAG.
- Manual del Análisis y especificaciones del Sistema de Información del SAG. Informes detallados de estudios de necesidades de usuarios, matriz de requerimientos de datos, factores clave de éxito e indicadores de rendimiento.
- Manual del Diseño del Sistema de Información Geográfica del SAG. Informes y documentos de definición conceptual, lógica y física del sistema de información geográfica, en función de la conformación de nodos y subnodos y del modelado integral del sistema de información del SAG, ajustando la estrategia a seguir en la implementación del mismo.
- Manual descriptivos de la estructura organizativa propuesta para el SISAG, análisis del marco legal e institucional, plan de administración y conducción del sistema de información geográfica, con reglamentos de misiones y funciones del Grupo Coordinador del SISAG y acciones a implementar.
- Informes descriptivos de estándares y normativas del sistema de información geográfica, campos de información y diccionarios de datos, flujos de información, protocolos de entrada y

salida de datos, y metodologías para la disponibilidad en internet de la información georreferenciada.

- Manual de Normativas de construcción de Metadatos e Inventarios. Informes de Jornadas de Discusión y Workshop sobre IDE y Metadatos.
- Conformación física de los cinco (5) nodos principales, compuestos por un (1) nodo facilitador coordinador de la SG-SAG y cuatro (4) nodos nacionales, complementados por cuatro (4) subnodos en áreas pilotos, ocho (8) subnodos en estados brasileños, seis (6) subnodos en provincias argentinas (tres iniciales y tres a confirmar), con provisión, instalación y conectividad de hardware, software, periféricos y equipamiento de redes.
- Software, hardware y elementos de redes informáticas instalado, operativo y en funcionamiento, debidamente documentado con manuales, licencias, soportes digitales, garantías, etc. y con soporte técnico correspondiente por un período de dos (2) años desde su instalación.
- Construcción del Sistema de Metadatos para el Proyecto SAG, consensado en Workshop Internacional.
- Construcción de sitios web (Componente Virtual en la Web) y prototipos de aplicaciones SIG (Bases de Datos Documentales, Mapas e imágenes, Subsistema de Metadatos, Subsistema Cartografía Básica, Subsistema Bases de Datos Hidrogeológicos y Red de Monitoreo, Subsistema Proyectos Pilotos en Áreas Críticas), que permitan el acceso a la cartografía básica y temática del Proyecto y a las consultas requeridas a las bases de datos correspondientes, a través del servicio de publicación de mapas y bases de datos en Internet.
- Manual de Construcción del Sistema de Información del SAG. Diccionarios de datos, Manuales de procedimientos técnicos, Manuales de usuarios, Informes del control de calidad y evaluación de los prototipos instalados.
- Manual de Implementación del Sistema de Información Geográfica integral del SAG en los cuatro países y en SG-SAG. Informes y Documentos.
- Implantación de Subsistemas en el SISAG: Subsistemas de Información Geográfica (Documentales, Mapas e Imágenes, Metadatos, Bases de Datos Geográficos, Edición y Publicación, Herramientas analíticas, Software y estándares informáticos, Interacción con otros sistemas de información); Subsistemas de Comunicación Virtual en la Web (Comunicación y difusión, Niños y jóvenes, Educación Ambiental y Planes de Capacitación, Bibliotecas virtuales, Foros y contactos, Link a otros sitios de interés); Subsistemas de Gestión y Toma de Decisiones (Bases de Datos Hidrogeológicos y asociados, Red de Monitoreo, Calidad y Oferta de agua subterránea, Usos y Usuarios del agua subterránea, Proyectos Pilotos y Áreas Críticas), con aplicaciones de bases de datos multiusuarios e interfases SIG-WEB.
- Manuales de procedimientos técnicos y manuales de usuarios de subsistemas, aplicaciones e interfases SIG-WEB.
- Manuales de Cursos de Capacitación y Entrenamiento para Áreas Técnicas de Nodos y Subnodos correspondientes a las etapas de planificación, diseño e implementación del sistema. (Etapa I del Plan de Capacitación).
- Informe de Evaluación y Operación del Sistema de Información Geográfica integral del SAG.
- Evaluación y puesta en funcionamiento operativo del SISAG con los Subsistemas completos de Información Geográfica, de Comunicación Virtual en la Web y de Toma de Decisiones revisados, con aplicaciones de bases de datos multiusuarios e interfases SIG-WEB revisados, evaluados y operativos.
- Informe y conclusiones del Workshop sobre funciones y estrategias del SISAG.
- Manual de Consolidación y Actualización del Sistema de Información Geográfica integral del SAG. Informes de la actualización del plan estratégico de negocios, descripción de influencias, nueva dirección estratégica y plan de contingencia del sistema.

- Aplicaciones de bases de datos multiusuarios e interfases SIG-WEB actualizadas. Puesta definitiva del SISAG en la web.
- Manuales actualizados de procedimientos técnicos y Manuales de usuarios de subsistemas, nuevas aplicaciones e Interfases SIG-WEB y/o modificaciones de las existentes.
- Manuales de Cursos de Capacitación y Entrenamiento para Áreas Técnicas de Nodos y Subnodos correspondientes a las etapas de evaluación y operación del sistema, actualización y consolidación del SISAG (Etapa II del Plan de Capacitación).
- Equipamientos tecnológicos y redes, hardware y software, subsistemas y aplicaciones en los nodos y subnodos del sistema actualizados, en perfecto funcionamiento y mantenimiento, con cumplimiento del servicio de soporte y actualización de licencias, necesarios para la continuidad de los trabajos operacionales del sistema (por un período de dos (2) años a partir de su instalación).
- Informe del control de calidad y evaluación final del sistema de información geográfica del SAG. Manuales, Documentación e Informes Finales de todo el proceso realizado en las distintas etapas.

### 5.3.- PLAZOS TOTALES DE EJECUCIÓN

El plazo de entrega definitiva del SISAG corresponderá a veinticuatro (24) meses, a partir de la fecha de adjudicación. Se deberá proporcionar soporte técnico, garantías de licencias y actualización de equipamiento informático por un período de dos (2) años, a partir de la fecha de instalación del mismo en los nodos y subnodos del SISAG.

Tabla 4. Cronograma para el Desarrollo e Implementación del Sistema de Información Geográfica.

Actividades y Tiempos de Ejecución - SISAG	Año 1				Año 2			
	03	06	09	12	15	18	21	24
Meses								
<b>- Desarrollo, Implementación y Consolidación del Sistema</b>								
Planificación y Modelado Integral, Diseño del Sistema y Workshop IDE	■							
Diseño de Estructura organizativa, Normativas y Acciones a implementar	■	■						
Desarrollo, Construcción del Sistema, Aplicaciones y Subsistemas		■	■	■				
Instalación de Equipamiento Nodos/Subnodos			■	■				
Implementación del Sistema, Test y Validación, Puesta en la Web Capacitación p/instalación de procesos (Etapa I)			■	■	■			
Operación y Evaluación integral del Sistema, Workshop SISAG					■			
Consolidación: Subsistemas, Aplicaciones						■	■	■
Actualización de equipamiento y potenciación de funciones, Capacitación p/Usos (Etapa II)						■	■	■
Ajustes finales del SISAG y entrega de document. de procesos, Difusión								■
Seguimiento de Ejecución y Medidas Correctivas	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>- Instalación de Nodos y Subnodos (Contrapartidas Nacionales)</b>								
Instalación complementaria de Oficinas para Nodos y Subnodos		■	■	■	■			
Contratación/Asignación de Personal para Áreas Técnicas	■	■	■	■	■	■	■	■
Comunicaciones, Hosting, Periféricos y Otros Insumos	■	■	■	■	■	■	■	■

Las tareas de planificación, análisis de estrategias y diseño integral del Sistema de Información demandarán tres (3) meses. Los productos de estas etapas deberán entregarse en un plazo de tres (3) meses a partir de la fecha inicial de actividades.

La construcción, desarrollo e instalación de equipamiento en los nodos y subnodos del Sistema de Información del SAG demandará seis (6) meses. Los productos de estas etapas deberán entregarse en un plazo de nueve (9) meses a partir de la fecha inicial de actividades.

La implementación, test y validación del sistema demandará tres (3) meses. Los productos de estas etapas deberán entregarse en un plazo de doce (12) meses a partir de la fecha inicial de actividades.

Las tareas de evaluación y operación del Sistema de Información del SAG demandarán un período de tres (3) meses. Los productos de estas etapas deberán entregarse en un plazo de quince (15) meses, a partir de la fecha inicial de actividades.

La consolidación y actualización del sistema demandará seis (6) meses. Los productos de estas etapas deberán entregarse en un plazo de veintiún (21) meses a partir de la fecha inicial de actividades. El plazo de entrega definitiva del SISAG corresponderá como máximo a veinticuatro (24) meses, una vez adjudicado.

Se deberá proporcionar soporte técnico, garantías de licencias y actualización de equipamiento informático por un período de dos (2) años, a partir de la fecha de instalación del mismo en los nodos y subnodos del SISAG.

Trimestralmente se entregará a la SG-SAG el avance del sistema de información con el desarrollo informático efectuado y/o la información incorporada.

Así mismo se irán presentando planes de trabajo actualizados que indiquen el progreso efectivo logrado con respecto a cada una de las actividades planificadas y el efecto del mismo sobre el cronograma de trabajo que queda por hacer, incluyendo cualquier cambio en la secuencia de actividades.

### **5.3.- CONTROL DE CALIDAD E INFORMES DE PRODUCTOS**

#### **5.3.1. Control de Calidad**

Todos los trabajos y fases de producción a ser contratados estarán sujetos a control de calidad y muestras de productos del Sistema de Información del Acuífero Guaraní por parte de la SG-SAG, utilizando principios de control de calidad total e indicadores cuali-cuantitativos, con el fin de asegurar un buen desempeño y alcance de las metas y objetivos del Proyecto.

El control de calidad respecto a las precisiones técnicas del sistema a implantar deberán ser efectuados conforme las exigencias metodológicas internacionales ISO TC/211 del Comité de Estándares de Información Geográfica. En caso de evaluaciones cuali-cuantitativas inadecuadas, podrán ser exigidos servicios complementarios para garantizar el cumplimiento de las actividades, productos y tareas especificadas.

Durante el tiempo total de ejecución del desarrollo e implementación del sistema se deberá proveer e instalar en la SG-SAG una licencia libre de uso de equipamiento y software específico que pueda requerirse para visualizar los procesos de avances y las entregas secuenciales del sistema.

Considerando la complejidad e interdisciplinaridad de las actividades involucradas en el desarrollo e implementación del SISAG, es aconsejable que el control cuali-cuantitativo de los resultados de las actividades multifacéticas también sea efectuado de forma periódica por especialistas de las respectivas disciplinas. A los fines de garantizar la realización de los trabajos según perspectivas programadas, el Proyecto podrá contratar en misiones de corta

duración a especialistas independientes, con elección preferencial entre aquellos profesionales que posean notorio conocimiento en los asuntos específicos y actualizados de la temática en estudio y de la región, dentro de los cuatro países.

### **5.3.1. Informes de Productos**

Durante todo el proceso de producción se verificará el cumplimiento de las actividades y sus productos en el marco del cronograma general de trabajos estipulado, para lo cual deberán establecerse procedimientos de comunicación continua por parte de los contratantes, a través de la elaboración de Informes Periódicos (bimestrales o trimestrales, según el caso) sobre el progreso de los trabajos del sistema de información del SAG, además del Informe Final.

La presentación del Informe Final del proceso de producción elevado a la Secretaría General del Sistema Acuífero Guaraní, detallará los pasos metodológicos seguidos, problemas específicos encontrados e incluirá información detallada del control de calidad. Este informe proporcionará documentación completa y fidedigna de los productos digitales y aplicaciones informáticas generadas.

Para las entregas finales deberán imprimirse copias en papel de la documentación completa del Sistema de Información. (Cantidad total a definir por la SG-SAG) incluyendo:

- Manuales Institucionales explicativos del sistema de información del Proyecto.
- Informes de planificación, análisis, diseño, desarrollo y construcción, implementación, evaluación y operación, consolidación y actualización del sistema, así como otros informes.
- Documentación técnica, Manuales de procedimientos técnicos, Manuales de usuarios, Manuales de capacitación, otros manuales y documentos.

Para las entregas finales deberán entregarse CD/DVD de la documentación completa del Sistema de Información (Cantidad total a definir por la SG-SAG) incluyendo:

- CD-Rom Institucionales explicativos del sistema de información del Proyecto.
- Informes de planificación, diseño, desarrollo, construcción, implementación y consolidación del sistema, otros informes.
- Manuales técnicos, Manuales de usuarios, Manuales de capacitación, otros documentos.
- Subsistemas, Aplicaciones y desarrollos informáticos.
- Software y su documentación de licencias correspondientes.
- Información integrada al sistema (cartográfica básica y temática por niveles o temas con topología y bases de datos asociadas).
- Deberá utilizarse el estándar ISO 9001 para normas de calidad.

Toda la documentación será proporcionada en papel tamaño A4 en impresión láser, pudiendo adoptar algún tamaño mayor para anexos o casos específicos que así lo requieran (mapas, gráficos, tablas, etc.). Para las entregas parciales bimestrales/trimestrales se proveerán juegos de CD-Rom y copias impresas (Cantidad a definir por la SG-SAG). Se entregarán todos los datos e información de relevamientos, bases de datos, aplicaciones, documentos y toda otra información utilizada en la elaboración del Sistema de Información, con un inventario pormenorizado de los mismos.



## CAPÍTULO 6.- ESTRATEGIA OPERACIONAL DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Se espera que el sistema de información pueda ser apropiado como un instrumento de asistencia al conocimiento y gestión de los recursos de la región, definición de políticas públicas, participación de la sociedad y establecimiento de acuerdos, que a mediano y largo plazo se conviertan en acciones concretas para la protección del Sistema Acuífero Guaraní.

El sistema de información del SAG deberá insertarse en las estructuras de las instituciones responsables de la gestión de los recursos hídricos de los cuatro países, este proceso será acompañado durante todo el período de ejecución del Proyecto a través de la SG-SAG que interactuará como nodo facilitador coordinador del SISAG. Debido a la complejidad de los elementos que intervienen en la implementación de un sistema de información de estas características y su posterior apropiación y consolidación, desde una visión estratégica se hace necesario establecer un esquema organizacional que contemple un conjunto de acciones tales como:

- adopción de una estructura,
- definición de tareas,
- forma de administración del personal,
- adopción de métodos de motivación,
- administración de medios de información, control y de decisión.

Considerando que el desarrollo, implementación y consolidación del sistema de información del SAG se llevará a cabo durante toda la ejecución del Proyecto, y en estrecha vinculación con los demás componentes del Proyecto, en la Figura 11 se ha esquematizado esta interrelación a partir de la estructuración de las etapas de disponibilidad de datos e información del SAG.

Cuatro aspectos determinan la interrelación y retroalimentación demandada entre el Sistema de información y los distintos componentes del Proyecto SAG:

- i) Estructuración de datos para que sean fácilmente accesibles a todos los usuarios del sistema, estandarización y codificación (preparación del sistema de información).
- ii) Captura, recopilación e integración de datos de procesos primarios utilizados o generados según investigaciones y estudios específicos (disponibilidad de información en los distintos organismos; información a generar por los distintos componentes del proyecto: conocimiento científico, proyectos piloto, redes de monitoreo, cartografía básica, educación y comunicación, participación pública, fortalecimiento institucional; fondo de universidades y otros).
- iii) Funciones SIG analíticas, instrumentos y herramientas de análisis y modelado que se requieran utilizar (requerimientos para modelado, monitoreo y gestión del acuífero, análisis diagnóstico transfronterizo y programa estratégico de acción).
- iv) Presentación SIG a usuarios finales, ambiente de salida para niveles i), ii) y iii).

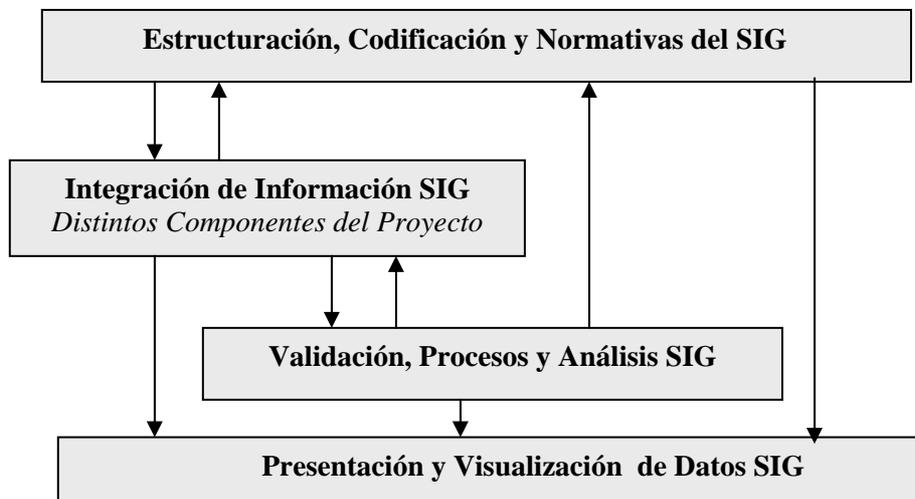


Figura 11. Flujo de procesos del SISAG e interrelación con los demás Componentes del Proyecto.

## **6.1.- ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA**

La ejecución del Sistema de Información del SAG a través de una articulación y seguimiento institucional desde el inicio, contribuye a lograr un mayor compromiso y consenso de los diferentes actores involucrados para acciones futuras, permitiendo sortear algunos de los problemas habituales derivados de la falta de coordinación entre las diferentes instituciones.

Para el seguimiento de la ejecución de las actividades se propone un esquema de participación inicial de los países de acuerdo a la forma de organización prevista para el Proyecto SAG, adoptando las decisiones del Sistema de Información a través de la SG-SAG como Nodo facilitador coordinador, vinculado a las Unidades Nacionales de Ejecución del Proyecto y Coordinaciones Nacionales para la instalación, operación y funcionamiento de los Nodos Nacionales, así como a través de las Unidades Estadales de Ejecución del Proyecto en Brasil para la instalación, operación y funcionamiento de los Subnodos Brasileños (8), Instituciones Provinciales en Argentina para la instalación, operación y funcionamiento de los Subnodos Argentinos (3 iniciales y 3 a confirmar), Comisiones Locales para la instalación, operación y funcionamiento de los Subnodos de Proyectos Pilotos (4).

La vinculación con el Nodo de la SG-SAG en el plano de toma de decisiones debe ser muy estrecha, para lograr una articulación y participación coordinada en el desarrollo y seguimiento de las actividades del sistema de información geográfica. Para ello, se deberá garantizar la creación de mecanismos de comunicación y de información de cambios en el sistema de información en relación a la incorporación de datos, informes, mapas u otros tipos de documentos, a los fines de poder trasladar experiencias entre los mismos, modificar puntos no favorables y ofrecer a la SG-SAG un panorama global de la marcha de los distintos nodos y subnodos del sistema de información del SAG.

### **6.1.1.- Análisis del Marco Legal e Institucional**

El análisis del marco legal e institucional vinculado al sistema de información del SAG, deberá tener en cuenta su inserción en las estructuras organizacionales actuales, la evaluación de necesidades de adaptación de los instrumentos normativos y financieros, los acuerdos sobre el intercambio de informaciones, la cooperación entre organismos sobre cuestiones de interés nacional e internacional, y los posibles mecanismos de articulación futuros, tanto desde el punto de vista institucional como normativo.

Se considera conveniente analizar diferentes estudios de casos de gestión transfronteriza de recursos y la visión internacional sobre la materia, ya que es indudable el compromiso requerido de todos los niveles y sectores, la coordinación de políticas y la compatibilización de instrumentos legislativos, normativos y financieros.

### **6.1.2.- Estructura de Organización del Sistema de Información**

En las Tablas 5, 6 y 7 se presenta una estructura organizacional que puede servir de base para la experimentación de un Grupo de Coordinación Interinstitucional para el trabajo conjunto del sistema de información del SAG y conformación de nodos y subnodos, apoyado en la adopción de medios y reglas que permitan la cooperación de las instituciones actuales, no requiriendo precisamente la instauración de nuevas estructuras institucionales.

Tabla 5. Estructura de Coordinación y Administración Internacional del Sistema.

<b>Sistema de Información</b>	<b>Definición</b>	El Sistema de Información es un sistema de alcance internacional, encargado de recopilar y organizar la información del Acuífero Guaraní con el fin de ponerla a disposición de los organismos gubernamentales, no gubernamentales y de la comunidad en general.
	<b>Objetivos Principales</b>	Facilitar la comunicación e intercambio de información entre instituciones y de éstas con la comunidad en general. Proveer un servicio de acceso a datos e información del SAG a los diferentes usuarios del sistema y a la comunidad en general. Proveer un conjunto de aplicaciones que faciliten los procesos de toma de decisiones, de diagnóstico y monitoreo, gestión y protección del SAG.
	<b>Administración</b>	El sistema será administrado a través del Nodo Coordinador de la SG-SAG y los cuatro Nodos Nacionales, los cuales mantendrán una vinculación con el nodo coordinador durante toda la fase de ejecución del Proyecto.
<b>Comité/Grupo Coordinador (Estructura de Administración Internacional del Sistema)</b>	<b>Composición</b>	El sistema estará administrado por una estructura internacional, constituido por representantes de la Coordinación de los cuatro países y SG-SAG, complementado por las Unidades Nacionales y Comités Asesores.
	<b>Sede</b>	No ocupará lugar físico, previendo reuniones periódicas entre los representantes de los distintos países y SG-SAG.
	<b>Funciones</b>	Definir las prioridades del sistema de información. Elaborar sus normas de funcionamiento. Coordinar las actividades de los nodos del sistema. Decidir la incorporación de subnodos al sistema. Decidir acerca de los programas propuestos por los nodos para el desarrollo del sistema. Actualizar los relevamientos de oferta y demanda de información del SAG. Controlar la calidad y la periodicidad de la información a incorporar. Identificar los vacíos de información existentes con el objetivo de establecer y realizar las acciones tendientes a subsanar esas deficiencias. Articular las actividades del sistema con los compromisos asumidos por los países en materia de información del SAG. Establecer lineamientos respecto al equipamiento de los nodos y a su actualización. Identificar las necesidades de capacitación del personal de los nodos.

Tabla 6. Estructura de Administración Nacional del Sistema de Información. Nodos Nacionales.

<b>Coordinación Ejecutiva Nacional</b>	<b>Composición</b>	La Coordinación Ejecutiva Nacional estará integrada por la Coordinación Nacional a cargo en la Institución Responsable y representantes nacionales, cuya designación se realizará según pautas fijadas por el Comité Coordinador.
	<b>Funciones</b>	<p>Representar al Sistema de Información del SAG ante cualquier institución externa a él, a nivel nacional e internacional.</p> <p>Planificar y coordinar las actividades del sistema.</p> <p>Aprobar la incorporación de subnodos al sistema.</p> <p>Aprobar y ejecutar las recomendaciones elaboradas por el consejo asesor.</p> <p>Aprobar los planes de trabajo elaborados por los subnodos.</p> <p>Gestionar la obtención de fondos para el mantenimiento y el desarrollo del sistema.</p> <p>Administrar dichos recursos.</p> <p>Efectuar el seguimiento de los compromisos asumidos por los subnodos respecto al funcionamiento de los mismos.</p> <p>Otorgar claves de acceso cuando corresponda.</p> <p>Elaborar procedimientos tendientes a lograr el reconocimiento a la autoría de la información contenida en el sistema.</p> <p>Realizar toda otra acción conducente a alcanzar los objetivos del sistema.</p>
<b>Consejo Asesor</b>	<b>Composición</b>	Estará integrado por la Coordinación General y por representantes de Organismos Nacionales, Estados/Provincias, Empresas, Universidades y ONG's que participen como subnodos del SISAG.
	<b>Funciones</b>	<p>Elaborar y presentar recomendaciones al Comité Ejecutivo en relación a:</p> <p>Prioridades de desarrollo del sistema.</p> <p>Funcionamiento del sistema.</p> <p>Incorporación de subnodos.</p> <p>Elaboración de planes de trabajo.</p> <p>Desarrollo de bases de datos y aplicaciones.</p> <p>Desarrollo de áreas de interés.</p> <p>Estándares de estructura y contenidos de las bases de datos.</p> <p>Estándares de calidad de las bases de datos.</p> <p>Toda otra acción tendiente al desarrollo y mejoramiento del sistema.</p>
<b>Area Técnica</b>  (Ver Tabla 6)	<b>Composición</b>	Será la encargada del funcionamiento del soporte informático del sistema y estará conformada por profesionales y técnicos de SIG y de informática.
	<b>Funciones</b>	<p>Administrar y mantener el hardware y software del nodo nacional.</p> <p>Asistir en el mantenimiento de las bases de datos del nodo.</p> <p>Gestionar los sistemas SIG para producción cartográfica, análisis y modelados espaciales.</p> <p>Proponer las normas técnicas para el desarrollo del sistema.</p> <p>Asesorar en el desarrollo tecnológico de los subnodos.</p> <p>Monitorear y realizar el seguimiento del funcionamiento técnico de los mismos.</p> <p>Asistir a los subnodos en el desarrollo de aplicaciones y capacitación del personal.</p>

Tabla 7. Esquema de Administración de Subnodos y Miembros del Sistema de Información.

<b>SubNodos</b>	<b>Definición</b>	Los subnodos son subsistemas del sistema nacional, constituidos por organismos y/o instituciones donde se localiza físicamente la información del SAG, siendo responsables de la misma y operando el intercambio de información con el nodo nacional. Actúan como puntos focales del sistema en una determinada área geográfica o temática, aceptando las obligaciones y derechos que surjan de la reglamentación y/o acuerdos o convenios a establecer con el Comité/Grupo Coordinador. Los subnodos deberán designar un representante ante los comités.
	<b>Funciones</b>	Asegurar la disponibilidad, a través del sistema, de datos e información del SAG de la institución a la que representa y de las instituciones que de él dependan y su actualización. Coordinar las actividades con el Coordinador Ejecutivo Nacional y con otros subnodos y demás miembros del sistema. Gestionar recursos para el desarrollo del subnodo y de las instituciones que de él dependan, en lo referente a información del SAG.
	<b>Incorporación al sistema de información</b>	Las instituciones u organismos interesados en incorporarse al sistema en calidad de subnodos, deberán solicitarlo al CC. El Consejo Asesor podrá recomendar sobre su aprobación. La incorporación se realizará a través de un convenio en el que se establecerán los derechos y obligaciones para cada una de las partes.
	<b>Responsabilidad</b>	Los subnodos serán responsables de: La operación y mantenimiento de hardware y software a su cargo, comunicaciones requeridas y seguridad informática. La veracidad y actualización de la información que proporcionan al sistema.
	<b>Bajas de subnodos</b>	Un subnodo será dado de baja cuando: La institución nodo así lo decida y lo solicite al CC. No cumpla con los objetivos y funciones establecidos en la reglamentación y con los compromisos asumidos. Se podrá contar con una evaluación realizada por el Consejo Asesor.
<b>Miembros</b>	<b>Definición</b>	Serán miembros del sistema aquellas instituciones y/o personas que estén asociadas a un subnodo y se registren como usuarios permanentes del sistema, asumiendo las obligaciones y derechos que se establezcan en cada caso.
	<b>Registro</b>	Cada subnodo deberá llevar un registro de los miembros que estén asociados a él, debiendo informar al CC las modificaciones que se produzcan.
<b>Acceso a los datos</b>	<b>Responsabilidad</b>	El Consejo Asesor podrá recomendar pautas en relación a los niveles de acceso a los datos e información disponibles en el sistema. Los subnodos establecerán, en cada caso, el nivel al que incorporen la información; responsabilizándose de las consecuencias que de ello pudieran surgir. Cuando la información sea suministrada por un miembro asociado a un nodo, le corresponderán las decisiones y responsabilidades sobre la información incorporada.

## **6.2.- ACCIONES A IMPLEMENTAR**

### **6.2.1.- Implementación de medidas iniciales en la etapa de concepción del Sistema de Información**

La adopción de medidas inmediatas y a corto plazo permitirá poner en práctica y experimentar algunos elementos vinculados a la implementación del sistema de información del SAG.

- **Normativas y Convenios Interinstitucionales**

Considerando las limitantes actuales de falta de recursos humanos y económicos para el funcionamiento de los sistemas existentes, así como las complicaciones u obstáculos evidenciados por los organismos involucrados para acceder a información sobre el SAG, se propone como medidas iniciales que cada institución revise, mejore e instale en la práctica las normativas o instrumentos vigentes referidos a convenios o acuerdos que disponga con instituciones gubernamentales (recursos hídricos, minería y geología, medio ambiente, informática) así como con instituciones académicas de su región y otras vinculadas, pensado como acciones concretas que permitan agilizar el intercambio de conocimientos y experiencias, recursos, aplicaciones, bases de datos e información de interés común sobre el SAG.

- **Acuerdos Complementarios**

Estas acciones requieren asegurar el compromiso de los organismos competentes de cada país, específicamente de los organismos que integran las UNEP del Proyecto SAG. En el Taller sobre el Sistema de Información del SAG se propuso que a través de OEA puedan implementarse acuerdos complementarios de los países para el Sistema de Información Geográfica, para intercambiar y compartir información relevante, así como para disponibilidad de recursos de interés común (aplicaciones de bases de datos, aplicaciones informáticas, entrenamiento y capacitación).

- **Flujo de información inicial a partir de Bases de Datos y Sistemas Existentes**

Debido a que la instalación del equipamiento en los nodos y subnodos así como la implementación del Sistema de Información Geográfica del SAG se realizará de acuerdo a los tiempos establecidos por los procesos licitatorios del propio sistema, y así mismo la alimentación del sistema a través de cartografía y bases de datos dependerá del tiempo de los procesos licitatorios de la confección de la Cartografía Básica, de las actividades de Hidrogeología Regional y temáticas asociadas, de los Proyectos Pilotos y otros componentes del Proyecto, el flujo de información durante el período inicial de ejecución del Proyecto provendrá (aunque en forma parcializada) de los sistemas existentes (nacionales y estatales/provinciales) y de algunos proyectos ya en marcha sobre la región del SAG, pudiendo consultar la información a través de la página web del proyecto en la sección Sistema de Información, o bien accediendo a través de link a los sitios específicos de interés.

La familiarización con los proyectos en marcha en los países, vinculados a sistemas de información de recursos hídricos/ambientales y bases de datos hidrogeológicos, servirá como experimentación para el establecimiento de futuras acciones del sistema de información del SAG. Los resultados de los distintos componentes del Proyecto irán conformando y ajustando la estructuración del sistema de información del SAG, de acuerdo a las necesidades de información y retroalimentación requerida.

- **Coordinación de actividades de distintos componentes del Proyecto**

Se requerirá una coordinación inicial con todos los componentes del Proyecto que efectúen tareas de inventario, recopilación, análisis e integración de información geográfica, resaltando la necesidad de compatibilizar configuraciones, nomenclaturas, estructuración y normativas unificadas (Componente 1 Conocimiento Científico, Componente 5 Proyectos Pilotos, SubComponente 2 Mapa Base).

### **6.2.2.- Acciones durante las etapas de desarrollo e implementación del Sistema de Información**

A lo largo de la etapa de diseño, desarrollo e implementación del sistema de información geográfica del SAG se requerirán Acciones de los Países vinculadas a puntos críticos en los cuales las Instituciones participantes del Proyecto deben dar su definición de forma de evitar la discontinuidad del SISAG:

- **Normativas institucionales**

Se requerirá la planificación de acciones conjuntas y afianzamiento de la estructura organizativa propuesta en la etapa inicial, con redacción de reglamentos operativos de funcionamiento de nodos y subnodos, contenido técnico y formato jurídico de los reglamentos, normativas, protocolos de entrada y salida de datos, campos de información compartidos y elementos de interés común para la gestión del SAG.

En enfatizará en la organización y realización de Talleres de discusión sobre reglamentos, estrategias, conformación de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), sistemas de Metadatos y estándares de interoperabilidad en la región del SAG, con asistencia de expertos internacionales sobre la materia.

- **Seguimiento del proceso de desarrollo e implementación del Sistema**

Se requerirá una vigilancia e interacción constante por parte de los países y de la SG-SAG acerca del seguimiento del proceso licitatorio del sistema de información geográfica e instalación de equipamiento en nodos y subnodos, con una visión estratégica del desarrollo e implementación del SISAG vinculado a los demás componentes del Proyecto, a los fines de garantizar la incorporación de la gran variedad de productos del Proyecto de manera coherente y organizada, evitando conflictos derivados de la falta de coordinación de actividades que se desarrollen simultáneamente o secuencialmente a lo largo del Proyecto en los distintos componentes del mismo.

- **Instalación de nodos y subnodos**

Se requerirá la definición de acciones concretas por parte de los organismos responsables para garantizar y disponer de recursos humanos y financieros necesarios para la instalación, comunicación y correcto funcionamiento de los nodos y subnodos del SAG a lo largo del tiempo (concursos y contrataciones, asignaciones presupuestarias, proyectos de financiamiento, convenios de cooperación).

Se requerirá además la implementación de cooperaciones y asistencias de las instituciones nacionales hacia las instituciones estatales en Brasil y especialmente hacia las instituciones provinciales en Argentina que contribuyan a facilitar la instalación y/o mejoramiento de los sistemas de información de recursos hídricos donde operarán los subnodos del sistema de información geográfica del SAG.

Así mismo se prestará especial atención a los recursos necesarios para la adecuada conformación de los subnodos locales correspondientes a los cuatro Proyectos Pilotos del Proyecto.

- **Conformación de Equipos Técnicos y Capacitación**

En las Tablas 8, 9 y 10 se presentan los requerimientos para conformación de los equipos técnicos de los nodos y subnodos del sistema, con perfil técnico solicitado y una esquematización de las tareas que deberán cumplir para la operación del Sistema de Información del SAG.

Las instituciones responsables que alojarán los nodos y subnodos del Sistema de Información deberán definir las formas de incorporación y administración del personal y los sistemas de motivación previstos para garantizar un mayor compromiso y apropiación de las funciones asignadas, como planes de capacitación, formación especializada y mayor estabilidad laboral.

Se atenderá prioritariamente a los problemas actuales vinculados a la desmotivación e inestabilidad contractual de los técnicos que operan algunos de los sistemas existentes,

formados a través de proyectos específicos y de cooperación durante varios años, y con riesgos actuales de interrupción y resentimiento de las funciones en desarrollo.

Deberán estudiarse en los cuatro países y SG-SAG y atendiendo a las particularidades de los mismos, las necesidades de personal a corto y largo plazo, cargos y rangos de salarios, reubicación de personal, así como también las necesidades de entrenamiento técnico específico y adicional, entrenamiento gerencial y entrenamiento a usuarios y clientes.

Tabla 8. Esquema Preliminar de la Estructura del Área Técnica del Sistema de Información Geográfica

<b>Estructura del Área Técnica</b>	<b>Funciones</b>
<b>Sistemas de Información Geográfica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar y supervisar el relevamiento de oferta y demanda de información que deben realizar los subnodos. Participar activamente en el intercambio de información con otros nodos regionales.</li> <li>• Coordinar y supervisar las tareas de mantenimiento y actualización de las bases de datos y en los subnodos del Sistema, y su publicación en el sitio Web.</li> <li>• Elaboración de los diseños de bases de datos y trabajo conjunto con los desarrolladores de las mismas.</li> <li>• Supervisión y coordinación del control de la calidad de la información geográfica del servidor SIG y demás sectores del sistema de información.</li> <li>• Supervisión y coordinación del desarrollo y la actualización de herramientas y aplicaciones SIG, y del software SIG existente.</li> <li>• Asesoramiento y soporte técnico a los subnodos.</li> <li>• Relevamiento y determinación de las necesidades de capacitación de los usuarios y nodos e instrumentación de las actividades de capacitación que surjan del relevamiento.</li> <li>• Actualización del sitio Web vinculado al SIG.</li> <li>• Asesoramiento en la incorporación de nuevas tecnologías para los nodos, especialmente en cartografía interactiva y SigWeb.</li> <li>• Coordinación del Sector SIG y Geoprocesamiento (Ver Tabla 7).</li> </ul>
<b>Informática y Análisis de Sistemas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación y supervisión en el diseño y análisis de los sistemas.</li> <li>• Coordinación y supervisión en el diseño y análisis de las bases de datos, soporte de las aplicaciones existentes, actualizaciones y funcionamiento del equipamiento.</li> <li>• Supervisión en la identificación de necesidades de usuarios, oferta y demanda de información.</li> <li>• Supervisión y relevamiento de la oferta y demanda de información del SAG.</li> <li>• Diseño, desarrollo y actualización de sitios Web.</li> <li>• Asesoramiento y capacitación a los nodos.</li> <li>• Supervisión del control de la calidad de la información según las pautas establecidas.</li> <li>• Relaciones institucionales. Organización y gestión de reuniones con los Comités.</li> <li>• Determinación de las necesidades de capacitación de los usuarios y nodos e instrumentación de las actividades de capacitación. Actualización de diseños de sistemas.</li> <li>• Coordinación del Sector Informática (Ver Tabla 8).</li> </ul>
<b>Interacción Temática Institucional (Hidrogeología)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaborar en la supervisión del relevamiento de oferta y demanda de información. Participar activamente en el intercambio de información con otros nodos regionales.</li> <li>• Colaborar en la supervisión y ejecución de las tareas de mantenimiento y actualización de las bases de datos temáticas y su publicación en el sitio Web del SISAG. Elaboración de los diseños de bases de datos y trabajo conjunto con los desarrolladores de las mismas.</li> <li>• Colaborar en la supervisión del control de la calidad de la información y seguimiento de las actividades relacionadas con la actualización de las bases de datos.</li> <li>• Gestión y seguimiento de las consultas con los nodos y relaciones con instituciones externas.</li> </ul>

	Colaborar en los relevamientos de necesidades de capacitación de los usuarios y nodos e instrumentación de las actividades de capacitación.
--	---

Tabla 9. Esquema Preliminar de la Estructura del Sector SIG y Geoprocesamiento.

<b>Estructura del Sector SIG y Geoprocesamiento</b>	<b>Funciones</b>
<b>Cartografía digital</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo y actualización de cartografía. Supervisión y coordinación de los desarrollos cartográficos y actualizaciones de los subnodos.</li> <li>• Control de la calidad de la información cartográfica. Supervisión y coordinación del control de la calidad de la información según pautas establecidas por C. Asesores.</li> <li>• Capacitación en los subnodos. Relevamiento y determinación de las necesidades de los usuarios. Participación en las tareas de capacitación.</li> </ul>
<b>Teledetección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo y actualización de cartografía por teledetección. Supervisión y coordinación de los desarrollos y actualizaciones de los subnodos.</li> <li>• Realización de inventarios de imágenes de satélite y aerofotografías. Tratamiento digital, georreferenciación, clasificaciones y modelados. Estudios multispectrales y multitemporales. Supervisión y coordinación del control de la calidad.</li> <li>• Capacitación en los subnodos: relevamiento y determinación de las necesidades de los usuarios. Participación en las tareas de capacitación.</li> </ul>
<b>Modelado espacial en SIG</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de modelados cartográficos en SIG vectoriales y raster según requerimientos. Supervisión y coordinación de los desarrollos y actualizaciones de los subnodos.</li> <li>• Control de la calidad de la información: supervisión y coordinación del control de la calidad de la información según las pautas establecidas en los Consejos Asesores.</li> <li>• Capacitación en los subnodos: relevamiento y determinación de las necesidades de los usuarios. Participación en las tareas de capacitación.</li> </ul>
<b>Carga de datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingreso de datos en las diferentes aplicaciones y bases de datos.</li> </ul>

Tabla 10. Esquema Preliminar de la Estructura del Sector Informática.

<b>Estructura del Sector Informática</b>	<b>Funciones</b>
<b>Administrador de servidores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte técnico y administración del servidor de Internet (FTP, WWW y conexiones a bases de datos).</li> <li>• Soporte técnico y administración de los servidores del SIG, bases de datos.</li> <li>• Resguardo de la información (backups).</li> <li>• Implementación de seguridad en la red operacional del sistema.</li> <li>• Asesoramiento en la incorporación de nuevas tecnologías para los subnodos.</li> </ul>
<b>Desarrollo de bases de datos y aplicaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia y soporte técnico a las áreas y los subnodos, en el uso de las aplicaciones, y en el mantenimiento y actualización de las bases de datos.</li> <li>• Desarrollo de bases de datos y aplicaciones, e implementación de las mismas.</li> <li>• Desarrollo de aplicaciones usando tecnologías web orientado a bases de datos.</li> <li>• Participación en la capacitación de las áreas y los subnodos.</li> </ul>
<b>Diseño gráfico Tecnologías Web</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo y actualización de páginas Web. Supervisión y coordinación de los desarrollos y actualizaciones de nodos.</li> <li>• Control de la calidad de la información. Supervisión y coordinación del control de la calidad de la información según las pautas establecidas en los Consejos Asesores.</li> <li>• Capacitación en los subnodos. Relevamiento y determinación de las necesidades de los usuarios. Participación en las tareas de capacitación.</li> </ul>

<b>Carga de datos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ingreso de datos en las diferentes aplicaciones y bases de datos del sistema.</li></ul>
-----------------------	---

- **Educación, comunicación y participación**

Se diseñarán y probarán metodologías de educación y comunicación a través del uso del propio sistema de información geográfica, a los fines de capacitar y motivar a los diferentes actores sociales involucrados, para lo cual se trabajará en estrecha vinculación con representantes institucionales de educación formal y no formal, siendo necesario la cooperación y participación institucional para potenciar el acceso e integración de informaciones así como las actividades de divulgación sobre la temática de los recursos hídricos subterráneos.

Cursos de capacitación on line, aulas experimentales, juegos interactivos, bibliotecas virtuales, seminarios y foros de discusión, podrán ser implementados a partir del uso del SIG y la Web como herramientas para entrenamiento multidisciplinario sobre educación ambiental y sobre recursos hídricos superficiales y subterráneos.

### **6.2.3.- Acciones durante la etapa de consolidación y actualización del Sistema de Información**

En la etapa final se realizarán acciones vinculadas a la consolidación y actualización del sistema información, donde se verán contemplados todos los aspectos que fueron desarrollados en las etapas anteriores. Será necesario cubrir las necesidades que irán surgiendo a lo largo del Proyecto y en la medida en que se avance con la interacción entre componentes, actores, proyectos específicos y elementos de toma de decisiones conjuntas, para lo cual se deberán buscar mecanismos para su continuidad una vez finalizado el Proyecto.

- **Ajustes de metas y estrategias operacionales del SISAG**

Se avanzará sobre la elaboración de programas y proyectos de diversa índole en los que se contemplen las necesidades detectadas por las distintas actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto y la creación o adopción de instrumentos específicos.

Se considerará la posibilidad de creación de un Clearinghouse o mecanismos alternativos de infraestructuras de datos espaciales (IDE) pensando en la sostenibilidad del sistema de información del SAG para el futuro. Se deberá permanecer a la vanguardia de los cambios tecnológicos, necesidades para el sistema y recursos futuros, considerando planes de contingencias para el Sistema de Información del SAG.

- **Participación social y divulgación del SISAG**

Una vez implementado el sistema de información del SAG, se avanzará hacia la consolidación del mismo con la mayor incorporación de subnodos y miembros al sistema, para lo cual se deberá hacer una amplia divulgación y verificar la participación social, de manera de obtener el mayor consenso y apoyo de todos los sectores involucrados directa o indirectamente con el SAG.

Se planificarán actividades de divulgación, reuniones y seminarios, y se continuará con los planes de capacitación con cursos destinados a la apertura del sistema de información a otros sectores de la sociedad, con el fin de diseminar información y aumentar el universo de usuarios del sistema de información del SAG.

- **Mejoras del Sistema de Información Geográfica**

Se prepararán mejoras al sistema de información en función de los resultados obtenidos con las consultas a los distintos sectores sociales, a los resultados de otras consultorías y actividades de los distintos componentes del Proyecto, Programa Estratégico de Acciones, así como de definiciones de políticas y planificaciones institucionales de los cuatro países.

Se deberán contemplar los distintos niveles de ajustes y mejoras que podrá demandar el sistema de información del SAG, tales como actualización y/o incorporación de distintos tipos de

informaciones, aplicaciones informáticas y/o subsistemas vinculados a la gestión de información, y otros requerimientos de diversa índole que irán presentándose a lo largo del proyecto, como incorporación de otros subnodos, cambios tecnológicos relevantes, actualización de licencias de software y/o incorporación de nuevos componentes de software, mayores requerimientos de volumen de almacenamiento, normativas de estandarización, requerimientos de distintos actores.

Particularmente se deberá atender la asistencia a nodos y subnodos que hubieren sufrido estancamientos y/o adversidades o no hayan podido implementarse adecuadamente por contar con menores recursos propios y/o capacidades de ejecución y desarrollo, con la finalidad de garantizar un acompañamiento integral del sistema de información.

Así mismo en esta etapa se deberán corregir los efectos no deseados y/o consecuencias negativas del sistema de información y que no hayan podido ser encauzados de manera eficiente a lo largo de la ejecución del proyecto, siguiendo los lineamientos de una estrategia ajustable por pasos que permita la retroalimentación constante del Sistema de Información del SAG.

- **Presentación y aplicación intensiva del Sistema de Información**

Finalmente, una vez realizados los ajustes y mejoras, se presentará el Sistema de Información del SAG en eventos de trascendencia para la región y se fomentará su aplicación y utilización por los distintos usuarios, con todas sus funciones incrementadas.

Se sugiere avanzar en la capacitación sobre la aplicación y utilidad funcional del sistema de información, a través de la continuidad de cursos de entrenamiento y talleres para los diferentes usuarios.

*Para la implementación de cada una de las acciones mencionadas vinculadas al sistema de información del SAG será necesario un planeamiento específico y detallado.*

### **6.3.- ESQUEMA DE SEGUIMIENTO Y REVISIÓN DE ACCIONES**

Se plantea un esquema de seguimiento a lo largo de todo el proyecto que consiste esencialmente en aspectos vinculados a garantizar la actualización periódica del sistema y la revisión de los lineamientos fijados por el Grupo Coordinador para el Sistema de Información dentro de la estrategia ajustable por pasos, a los fines de su adaptación a los cambios que se vayan manifestando y/o corrección de errores que puedan detectarse.

#### **6.3.1.- Actualización del Sistema de Información**

El seguimiento y revisión de las acciones planteadas demandarán estudios y análisis complementarios a los procesos metodológicos previstos para el desarrollo e implementación del sistema de información del SAG, materializados a través de la profundización y actualización de los estudios ya realizados, así como también otros estudios y aplicaciones que puedan determinarse como imperiosos de acuerdo a la revisión y seguimiento del proceso.

Las demandas de información exigidas por parte de los distintos actores vinculados al SAG así como las particularidades de la información geográfica en su contexto espacio-temporal, requieren considerar mecanismos adecuados de actualización permanente del sistema, atendiendo a los cambios y requerimientos tecnológicos, garantizando un adecuado mantenimiento, validación y actualización de la información residente en el sistema, con herramientas de análisis actuales y formas de presentación adecuadas a todos los usuarios.

Se considerará también la generación de otros productos específicos de información geográfica no contemplados en las actividades de los demás componentes del proyecto y que por su

especificidad deban estar a cargo de las áreas técnicas de geoprocuremento e informática del Sistema de Información del SAG y/o interacción con otros especialistas temáticos.

### **6.3.2.- Seguimiento del cumplimiento de la estrategia operacional y revisión de contenidos**

El Grupo Coordinador que se conforme para llevar adelante las acciones del Sistema de Información del SAG a nivel internacional, así como las Coordinaciones Ejecutivas Nacionales a cargo de los Nodos y Subnodos en cada uno de los países, tendrán como responsabilidad específica la revisión integral y periódica de los lineamientos operacionales fijados inicialmente, a los fines de poder aplicar medidas correctivas que así lo requieran a lo largo del tiempo.

A lo largo de la ejecución del Proyecto se contemplará la realización y presentación de informes que especifiquen el grado de cumplimiento de las medidas y lineamientos fijados, así como los avances de las distintas actividades y acciones establecidas, problemas detectados y soluciones propuestas para su resolución, así como las actualizaciones y nuevas direcciones estratégicas fijadas.

## CONCLUSIONES

Las instituciones involucradas en la construcción del sistema de información del SAG, responsables de los sistemas de información de los recursos hídricos, gestión de recursos hídricos y operación de las redes de monitoreo hidrológico ambiental, producen y producirán grandes cantidades de datos y requerirán muchos informes y análisis a lo largo del tiempo.

La integración de todos estos datos requiere adecuados sistemas de manejo de información disponible. La magnitud de complejidad es alta, ya que hay poca experiencia relevante sobre desarrollo de estos proyectos estratégicos en la región.

La estrategia del Proyecto de proveer una base de datos compartida y accesible para todos los usuarios del SAG y el desarrollo de un SIG multiusuario como base para manejo, distribución, análisis y presentación de datos, el cual tiene que ser totalmente integrado en la producción de procesos del Sistema Acuífero Guaraní, requiere cumplir con los objetivos de:

- Mantener e integrar grandes cantidades de información con componentes espaciales
- Convertir la información para hacerla disponible para muchos usuarios
- Analizar y procesar esta información espacial
- Presentar la información como mapas y bases de datos georreferenciados

El alcance del trabajo requiere actividades principales de coordinación y trabajo interdisciplinario referido a: planificación de información, diseño integral del sistema de administración de bases de datos e integridad de las mismas, descripción de la estructura más conveniente, infraestructura tecnológica requerida, métodos y técnicas de análisis, técnicas de presentación y visualización de información, y control de la calidad en todos los procesos. Un Sistema de información de Metadatos debe ser implementado en orden de obtener una óptima estructuración de la información del SAG.

Es importante identificar las limitaciones y factores de riesgo que pudieran restringir las acciones, las cuales tienen que ser resueltas lo antes posible, ya que pueden llegar a ser importantes durante el proceso de ejecución. Si esto no puede ser logrado, al menos se debe conocer el alcance de estas limitantes y su influencia en el Proyecto.

Algunas limitantes pueden ser:

- Disponibilidad de suficientes fondos durante varios años, abarcando el período de ejecución del proyecto y una vez concluido, ya que los recursos asignados en el Proyecto son insuficientes para garantizar la continuidad de la operación del Sistema y es incierto si los fondos estarán disponibles los próximos años en los países.
- Fuentes de recursos para asistir dentro de las instituciones que comienzan sus proyectos de Sistema de Información, a las áreas de sistemas y geoprocésamiento y las personas que serán asignadas a este trabajo.
- Una infraestructura de red adecuada, ya que el sistema tiene que estar disponible en el tiempo y para todos los sectores involucrados.
- El consentimiento de las instituciones que participan en el Proyecto a compartir los datos y desarrollo de sistemas con otras instituciones. Los problemas ambientales requieren un enfoque integrado y multidisciplinario, por lo que la cooperación con otras instituciones es muy necesaria.

Uno de los factores más importante en el desarrollo del Sistema es la formación de recursos humanos y la integración entre los cuatro países. Cada país tendrá que formar, estructurar e integrar un grupo especial para coordinación y operación de su nodo y subnodos del Sistema de Información del SAG, a partir de los sistemas existentes. Esto es una tarea difícil de alcanzar que requiere grandes esfuerzos.

La calidad es un aspecto importantísimo en el Proyecto. Mucho énfasis debe apostarse a su control durante la implementación del sistema, utilizando principios de control de calidad total y retroalimentación de procesos de calidad.

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones presentadas a continuación tienen por finalidad resaltar algunos aspectos relevantes sobre la priorización de las actividades de implantación del sistema de información del SAG en los países a lo largo de la ejecución el Proyecto.

Se considera importante estimular de manera efectiva el planeamiento de las acciones del sistema de información del SAG en el ámbito de las naciones, en el ámbito de los estados/provincias/departamentos, así como en el ámbito de los municipios e instituciones locales, con vistas al desarrollo de acciones conjuntas o complementarias, considerando que no manifiesta una adecuada integración y potenciación de acciones en el ámbito local ni regionalmente.

A fin de optimizar un proceso de avance integrado entre las instituciones nacionales y las instituciones locales, se señala la necesidad de contar con una participación activa de los representantes locales en el Grupo Coordinador del sistema de información del SAG, en representación de los Subnodos del Sistema, así como fomentar la implementación de programas de apoyo tecnológico-informático, obtención de recursos financieros y formalización de convenios de cooperación para la conformación de subnodos vinculados a los nodos nacionales, así como otras acciones relevantes asociadas a la discusión y participación pública. La conformación de las Unidades Nacionales de Ejecución del Proyecto manifiesta una voluntad de compromiso formal referido a estas acciones.

La formación de consorcios o asociaciones para el desarrollo de proyectos y/o políticas intersectoriales, con la participación de institutos de investigación tecnológica, universidades y facultades, asesores expertos, así como empresas locales públicas y privadas y prestadoras de servicios, vía formalización de convenios y términos de cooperación técnica, puede significar reducción de costos y potenciación de acciones vinculadas a la implementación del sistema de información del SAG, articulación de planes de capacitación, difusión en eventos y debates y apoyo al planeamiento de sistemas de información territorial.

Estableciendo la importancia de articulación entre Sistema de Información del SAG y los otros componentes del Proyecto tales como Educación ambiental, Participación pública y Fortalecimiento institucional, se deberá considerar la implementación de acciones diversas de capacitación y divulgación acerca de la aplicación y utilización del sistema de información geográfica del SAG para manejo y gestión de la información integral del Acuífero Guaraní, orientados y planificados para docentes, agentes comunitarios, multiplicadores y escolares de todos los niveles, así como gestores locales, privados y organizaciones no gubernamentales y demás actores involucrados.

En la formulación y puesta en marcha del Plan estratégico de acciones del SAG se deberá incorporar actividades relevantes para potenciación del sistema de información como herramienta para la toma de decisiones respecto al monitoreo, gestión y protección del Acuífero Guaraní, debiendo garantizar acuerdos políticos institucionales con una base de sustentación a nivel de gobierno en los cuatro países, respecto a la disponibilidad de los datos, mantenimiento de estándares de calidad de la información compartida y estrategia unificada del sistema de información, considerando los cambios secuenciales de cargos dirigentes y técnicos que pudieran resentir el funcionamiento y continuidad del Sistema de Información del SAG.

De ese modo, la firma de términos de cooperación y/o convenios entre organismos nacionales, estatales, municipales, empresas, universidades y asociaciones para financiar las acciones, contribuirá a la finalidad de asegurar la continuidad y consolidación del sistema a lo largo del tiempo.

*Cabe señalar que los aspectos citados no constituyen una garantía de éxito para la implementación del sistema, pero sí direccionan muchos de las cuestiones importantes del mismo, citando como crítico para la superación del proyecto a los recursos humanos y a los asuntos institucionales.*

“... people provide 97 % of the success with 20 % of the resource (as people)”

(In Huxhold & Levinsohn, 1995).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agius C. (2003) Using GML To Represent Spatial Environmental Information. Manchester Metropolitan University, UK.
- ANA (2003) Mapa Esquemático del Sistema Acuífero Guaraní. Brasilia, Brasil.
- Andreu R., et al (1996) Estrategia y Sistemas de Información. Mc Graw-Hill.
- Asato C. G., Perez F., Marín G. (1996) SIG Central del Servicio Geológico. La Importancia del Manejo Integrado de Datos Geológicos en Formato Digital. XII Congreso Geológico Argentino. III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Buenos Aires.
- Asato C. G. (2002) Estructura del Sistema de Producción Cartográfico Digital del SEGEMAR. X Simposio SELPER, Bolivia.
- Asato C. G. (2001) Design Criteria in Government Institutional GIS. International Association of Mathematical Geology Congress. Cancún, México.
- Azqueta D., Delacámara G. (2001) El Valor del Agua desde una Perspectiva Económico-Social. Universidad de Alcalá de Henares, España. Ponencia del Taller Nacional "La gestión integrada de los recursos hídricos: una contribución al consenso". SAMTAC - Lima, Nov. 2001.
- Bernabé M. (2003) Infraestructura Global de Datos Espaciales. Proyectos U.E. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Bestebreurtje J. G. (1997) GIS Project Management. Manchester Metropolitan University, UK.
- Cattenstart G.s (2003) Open Boundaries In GIS: Open GIS And The SDO And SDE Implementation. Manchester Metropolitan University, UK.
- Chang H. K. (2001) Catastro de Pozos en Brasil. Proyecto Acuífero Guaraní, Etapa de Preparación del Proyecto.
- CPRM (2002) Diagnóstico de los Recursos Hídricos Subterráneos del Oeste del Estado de Santa Catarina. PROESC Proyecto Oeste de Santa Catarina. Convenio CPRM Servicio Geológico de Brasil -Gobierno del Estado de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil.
- CPRM (2003) Sistema de Información de Aguas Subterráneas - SIAGAS. Centro de Pesquisas de Recursos Minerales, Superintendencia Río de Janeiro, Brasil.
- CSI (1999) Metodologías de Planificación y Desarrollo de Sistemas de Información. Consejo Superior de Informática. Madrid, España.
- Date (1999) An Introduction to Database Systems. Ed. Addison Wesley.
- Dourojeanni A (2002) ¿Quién gobierna a Quién en la Gestión del Agua?. Naciones Unidas CEPAL, Santiago de Chile.
- Dourojeanni A (1997) Procedimientos de Gestión para un Desarrollo Sustentable (aplicable a Municipios, Microregiones y Cuencas). Naciones Unidas CEPAL, Santiago de Chile.
- Dourojeanni A. y Jouravlev A. (2000) Instrumentos Económicos para la Gestión del Agua en América Latina y el Caribe: el Caso del Mercado del Agua en Chile. CEPAL.  
[http://agua.rediris.es/conferencia\\_iberdrola\\_2000/conferencia/conferencias\\_invitadas.htm](http://agua.rediris.es/conferencia_iberdrola_2000/conferencia/conferencias_invitadas.htm)
- Fabricant J. (2003) Evaluación de Sistemas, Procedimientos y Métodos de Descriptores de Datos (Metadata). Proyecto FREPLATA. PNUD-OEA-GEF-Argentina-Uruguay.
- Fabricant J., Fernández V. (2003) Sistema de Información Geográfica del Proyecto FREPLATA. PNUD-OEA-GEF-Argentina-Uruguay.
- Fisher M. (1999) Project Management for GIS: Towards a Method for Selecting Appropriate GIS Development Methodologies. Manchester Metropolitan University, UK.
- GEF-OEA-BM (2003) Proyecto “Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní”. Argentina-Brasil-Uruguay-Paraguay. Documentos del Proyecto - Etapas de Preparación y Ejecución del Proyecto. [www.sg-guarani.org](http://www.sg-guarani.org).
- Gilligan C. (2003) Realities of Interoperability: SQL, OpenGIS and web-mapping for local government. Manchester Metropolitan University, UK.
- GWP (2003) Las Aguas Subterráneas Bajo la Lupa. Boletín No. 1 Global Water Partnership SAMTAC. [www.agualtiplano.net](http://www.agualtiplano.net)
- Hallgren J. (2003) Towards Open GIS: The Database Component Evaluated. Manchester Metropolitan University, UK.

- Hans H. (2003) An Assessment of the Problems of Planning and Implementing GIS in a (Complex) Multi-partner Organisation. Manchester Metropolitan University, UK.
- Hogeweg M. (2000) Spatio-temporal visualisation and analysis. Manchester Metropolitan University, UK.
- IEC (2003) Elements Management Systems EMSs. The Role of EMSs in the Five Layer TMN Hierarchy. [www.iec.org](http://www.iec.org).
- ISO (2002) Geographic Information Reference Model. International Organization for Standardization.
- Izzard M. (2000) Spatial Data, The Key to "Joined-Up Government" for Local Authorities. Manchester Metropolitan University, UK.
- Johnson Sean (2000) A Spatial Data Infrastructure Model for Developing Countries. Manchester Metropolitan University, UK.
- Maasdam R. (2003) Exploratory Data Analysis in Water Quality Monitoring Systems. Manchester Metropolitan University, UK.
- Millard A. (2000) Geographic Information Systems and Data Quality in Local Authorities. Manchester Metropolitan University, UK.
- Odedina O. (1999) Building the Right System: Using Aspects of SSADM to Develop a Geographic Information System within the Environment Agency. University of Huddersfield, UK.
- O'Donoghue D. (2003) Matching Methodology Structure Adapting System Development Methodologies For Effective Implementation Of Corporate GIS. Manchester Metropolitan University, UK.
- O'Donoghue D. J. (1997) Matching Methodology With Structure: Adapting System Development Methodologies For The Effective Planning And Implementation Of Corporate G.I.S. Based On An Analysis Of Organizational Structures. Manchester Metropolitan University, UK.
- Pedrosa C. A., Caetano F. A. (2002) Aguas Subterráneas. Superintendencia de Informaciones Hidrológicas – SIH, Agencia Nacional de Aguas. Brasil, Brasilia.
- Revé D. (2000) Bases de Datos, Estructuras y Modelos de Datos Espaciales. Manchester Metropolitan University, UK.
- SEAM (2003) Banco de Datos de Recursos Hídricos del Paraguay. Proyecto N° 183 654 05 PAR. Comisión Nacional Paraguaya de Cooperación con la UNESCO.
- SEAM (2003) Uso Sustentable del Sistema acuífero Guaraní. Proyecto SAG-PY. Cooperación República del Paraguay SEAM-DGPCRH y República Federal de Alemania BGR-Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales.
- SEGEMAR (1998) Sistema de Información Geológico Minera Digital. Proyecto Minero IGRM. Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires, Argentina.
- Shilson P. (2003) Just Getting By: A Pragmatic Approach to GIS Training. Manchester Metropolitan University, UK.
- Solanes M. (2001) Aguas Subterráneas: Necesidades Regulatorias. Jornadas de Derecho de Aguas de la Pontificia Universidad Católica de Chile. CEPAL - Global Water Partnership GWP. [www.agualtiplano.net](http://www.agualtiplano.net)
- SRNRyA (2001) Sistema de Información Ambiental Nacional. Secretaría de Recursos Naturales Renovables y Medio Ambiente. Buenos Aires, Argentina.
- SSRH (2003) Principios Rectores de la Política Hídrica de la República Argentina. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Buenos Aires, Argentina.
- SUDERHSA (2003) Sistema de Informações Geográficas para Gestao de Recursos Hídricos da Bacia do Alto Iguacu. Paraná, Brasil.
- Sweeney J. (2003) Diffusion of Geographic Information Systems in Local Government. Manchester Metropolitan University, UK.
- Tardivo R. (2001) Diseño del Sistema de Información para el Sistema Acuífero Guaraní. Proyecto “Protección Ambiental y Manejo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní”. Informe de Consultoría Etapa de Preparación del Proyecto GEF-OEA-BM-Argentina-Brasil-Uruguay-Paraguay.
- UNESCO (2001) Internationally Shared (Transboundary) Aquifer Resources Management (ISARM). Their Significance and Sustainable Management. A Framework Document. International Hydrological Programme IHP - UNECE. París, Francia.
- UNIGIS (2001) Gestión de Proyectos SIG. Universidad de Girona, España, UNIGIS Internacional.
- Gould M. (2001) Teoría de Bases de Datos Orientado a Objetos. UNIGIS, Univ. de Girona, España.

- Van Brunschot C. (2003) The Company Relevance Of GIS Metadata With Special Emphasis On The Design Of A Metadata System For GIS At The VSN Group. Manchester Metropolitan University, UK.
- Van Der Linden W. (2001) Desarrollo del Banco de Datos Hidrogeológicos del SENASA, Paraguay. Proyecto FEHS “Fortalecimiento de los Estudios Hidrogeológicos del Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental”. Informe Instituto Holandés de Geociencias Aplicadas TNO, Servicio Geológico Nacional.
- Van Der Merwe L. (2003) Spatial Modelling And Decision Support For New Linear Development. Manchester Metropolitan University, UK.
- Vives L., et al (2002) Una Metodología para la Gestión de Información Hidrológica. Instituto de Hidrología de Llanuras UNICEN, Buenos Aires (Argentina), World Water Assessment Programme UNESCO.

## ACTORES - LISTA DE CONTACTOS

- **Instituciones y Personas Contactadas en Argentina**

### **DIRECCIÓN NACIONAL DE POLÍTICAS, COORDINACIÓN Y DESARROLLO HÍDRICO - SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS - SSRH**

Secr. de Obras Públicas - Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios  
Av. Colón 189 – 8° Piso – C1063ACB - Buenos Aires

#### **María Josefa Fioritti**

Coordinadora Técnica del Proyecto  
mfiori@miv.gov.ar  
Tel. 54-11-43497453

#### **Miguel Giraut**

Área Geoprocesamiento SNIRH  
mgiraut@miv.gov.ar

### **SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO**

Instituto de Geología y Recursos Minerales  
Av. Julio A. Roca - N° 651 Piso 8 Of. 1 - 1322 Buenos Aires

#### **Graciela Marín**

Coordinadora Unidad Sensores Remotos y SIG  
gmarin@minproduccion.gov.ar - gnarin@geosatar.gov.ar  
Tel. 54-11- 4349356/3158

#### **Carlos Gabriel Asato**

Unidad Sensores Remotos y SIG  
gasat@secind.mecon.gov.ar  
Tel. 54-11-43493158/3126

#### **Katsumi Yokokawa**

Jefe Proyecto GEOSAT-AR JICA  
yokokawa@geosatar.gov.ar  
Tel. 54-11-43493284

### **SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE**

San Martín 475 – Buenos Aires [www.medioambiente.gov.ar/sian](http://www.medioambiente.gov.ar/sian)

#### **V. Goldmidt - Jorge Fabricant**

sian@medioambiente.gov.ar  
jfabri@medioambiente.gov.ar

### **INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR**

Av. Cabildo 381- 1426 Buenos aires - Argentina  
public@mapas.igm.gov.ar  
Tel. 54-11- 4576 5576/ 79  
Fax. 54-11- 4576 5595

### **INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA**

#### **Adrián Vargas Aranibar**

Geólogo - Centro Regional Andino  
avargas@ina.gov.ar  
Tel. 54-261-4288005

#### **Carlos Paoli**

Director Centro Regional Litoral  
cpaoli@ciudad.com.ar  
Tel. 54-342-4605910

### **INSTITUTO DE HIDROLOGÍA DE LLANURAS**

Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Buenos Aires

República Argentina 780 – 7300 Azul – Argentina

**Luis Vives**

lvives@faa.unicen.edu.ar

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas

Ciudad Universitaria - Ruta Nac. 168 - 3000 Santa Fe

fich@fich.unl.edu.ar

**Cristóbal Lozeco**

Decano

**Ofelia Tujchneider y Marta Paris**

Grupo de Investigaciones Hidrogeológicas

**Horacio Loyarte, Pablo Roa y Graciela Pusineri**

Departamento de Informática

**Héctor Picatto**

Departamento Cartografía

Tel. 54-342-4575233/34/39

**DIRECCIÓN DE HIDRÁULICA DE LA PROV. DE ENTRE RÍOS**

Córdoba 461 – 3100 Paraná – Entre Ríos

**Sergio Fleshler**

Director de Hidráulica

der@ciudad.com.ar

**María Santi**

Geología y Aguas Subterráneas

**Oscar Duarte**

Sector Hidrología

**María Teresita Van Strate de Dominguez**

Municipalidad de Concordia

Tel.54-345-4212137

**DIRECCIÓN PROVINCIAL DE OBRAS HIDRÁULICAS - SANTA FE**

Almirante Brown 4750 – 3000 Santa Fe

**Roberto Gioria**

Interventor Dirección Pcial de Obras Hidráulicas

Tel. 54-342-4573709/32/33

**COMITÉ INTERGUBERNAMENTAL COORDINADOR CUENCA DEL PLATA**

Paraguay 755 – 2º Piso – 1057 Buenos Aires

**Silvia Rafaelli**

Coordinadora Técnica Internacional

Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata

pmarco.cicplata@fibertel.com.ar

Tel. 54-11-43122506

- **Instituciones y Personas Contactadas en Brasil**

**AGENCIA NACIONAL DE AGUAS**

Sector Policial Sur Área 5 Qd. 3 Bl. L, 70610-200 Brasilia DF

**Ana Luiza Saboia de Freitas**

Coordinadora Nacional Proyecto Acuífero Guaraní

Superintendencia de Suelos y Aguas ANA

anafreitas@ana.gov.br

Tel. 55-65-4455332/4455369

**Augusto Franco Malo da Silva Bragança**

Gerente Superintendencia de Informaciones Hidrológicas ANA

abraganca@ana.gov.br

Tel. 55-61- 445 5323

**Raymundo Borges**

Coordinador del Banco de Datos SIH ANA

rborges@ana.gov.br

Tel. 55-61-445 5235

**Isaque dy la Fuente Costa**

Consultor Sistema de Información ANA

isaque@ana.gov.br

Tel. 55-61-4455386

**Alcebiades Cavalcanti**

Consultor Geoprocesamiento ANA

alcebiades@ana.gov.br

Te. 55-61 – 445 5377

**Javier Fernández**

Grupo de Geoprocesamiento

javier@ana.gov.br

Tel. 55-61-4455377

**Geralda Pará**

Sistema de Monitoreo Hidrológico ANA

geraldapara@ana.gov.br

**SERVICIO GEOLÓGICO DE BRASIL**

**COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS – CPRM**

[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)

<http://siagas.cprm.gov.br>

Escritorio RJ: Av. Pasteur 404 – Urca, Río de Janeiro – RJ CEP 22290 040

**José Emilio Carvalho de Oliveira**

Coordinador Ejecutivo Dpto. Hidrología – DEHD

División de Hidrogeología y Exploración – DIHEXP

[jotaemilio@ri.cprm.gov.br](mailto:jotaemilio@ri.cprm.gov.br)

Tel. 55-21-22956097/25460266/22956847

**SUDERHSA - GOBIERNO DE PARANÁ**

[www.pr.gov.br/suderhsa](http://www.pr.gov.br/suderhsa)

Rua Santo Antonio, 239 – Rebouças, 80230-120 Curitiba, Paraná

**Jacqueline Dorneles de Souza**

Analista de Sistemas

Coordinadora Técnica de Inf. Geoprocesamiento

[jdsouza@pr.gov.br](mailto:jdsouza@pr.gov.br)

Te : 41 213 4768

**COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB (SP)**

<http://www.cetesb.sp.gov.br>

Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 – 05459-900 Sao Paulo – SP – Brasil

**Tang Hai Ling Chieh**

Analista de Sistemas

División de Desarrollo de Sistemas y Administración de Datos

[tangh@cetesb.sp.gov.br](mailto:tangh@cetesb.sp.gov.br)

Tel. 5511 – 3030-6898

**DEPARTAMENTO DE AGUAS Y ENERGÍA ELÉCTRICA – DAEE (SP)**

Rua Butantá, 285, 4º andar – Pinheiros – Sao Paulo 05424-120

**Geroncio Rocha**

[drh@daee.sp.gov.br](mailto:drh@daee.sp.gov.br)

Tel. 3814-9011 r.2184

**DAEE/USP (SP)**

www.sigest.fcth.br

Av. Prof. Lucio Martins Rodrigues n° 120 – CEP 055808-000 Sao Paulo SP

Sistema Integrado de Gestión del Uso Múltiple de las Aguas – Sistema Tieté-Paraná

**Antonio Camargo Junior**

Coordinador

[Camargo.jr@terra.com.br](mailto:Camargo.jr@terra.com.br)

Tel. 55-11- 92629460 61210753 2237088

**José Rodolfo Martins Scarati**

[scarati@usp.br](mailto:scarati@usp.br)

Tel. 55-11- 30393165

**FACULDADES COC - RIBERA0 PRETO (SP)**

www.faculdadescoc.com.br

RUA Abraao Issa Halack, 980 – Ribeirao Preto – SP

**Osmar Sinelli Prof. Dr.**

[osmarsinelli@coc.com.br](mailto:osmarsinelli@coc.com.br)

Tel. 16 – 603 9875

• **Instituciones y Personas Contactadas en Paraguay:**

**SECRETARÍA DEL AMBIENTE**

Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos (DGPCRH)

Madame Lynch 3500 – Asunción

**Elena Benitez**

Coordinadora Nacional del Proyecto

Tel. 595-21-613600

**Sara Vasoro**

Hidrogeóloga Proyecto Uso Sustentable del SAG-PY BGR/SEAM

[sagpy@telesurf.com.py](mailto:sagpy@telesurf.com.py)

Tel. 595-21-601572

**Sandra Fariña**

Hidrogeóloga Proyecto SAG-PY BGR/SEAM

[sandraf@telesurf.com.py](mailto:sandraf@telesurf.com.py)

Tel. 595-21-601572

**Oscar Cuevas - Ronald Pasig**

Proyecto ORDAZUR BGR/SEAM

Dirección General de Gestión Ambiental

Tel. 595-21-613600

**SERVICIO DE SANEAMIENTO AMBIENTAL - SENASA**

Dirección de Obras, Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario

Departamento de Recursos Hídricos

Gral. Garay y Virgen del Rosario - Ruta San Lorenzo - Luque

**Félix Villar**

Jefe Departamento de Recursos Hídricos

[geovillar@hotmail.com](mailto:geovillar@hotmail.com)

Tel. 595-21 -582507 / 583504

**Félix Carballo**

[fcarvallo@fonoagua.org.py](mailto:fcarvallo@fonoagua.org.py)

**Roberto Fleitas - Francisco Bernal**

Banco de datos hidrogeológicos

[rfleitaszarate@hotmail.com](mailto:rfleitaszarate@hotmail.com)

**VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA - MOPC**

www.mopc.gov.py

**Ana Castillo**

Dirección de Recursos Hídricos

acler\_54@yahoo.com.ar

**Daniel Paniagua**

Jefe División

info\_ssmc@telesurf.com.py

**Juan Carlos Gómez**

Técnico Informático

info\_ssmc@telesurf.com.py

**José Duarte**

Encargado de Bases de Datos

info\_ssmc@telesurf.com.py

**Loreto Escalada**

Centro Multiuso de Monitoreo Hidrológico Ambiental

Coordinación Técnica

geolore@hotmail.com

geolore@rieder.net.py

Tel. 595-21-670924/1256

Consultora Mapa Base SAG

**Lilian Techeira**

[liliantecheira@yahoo.com](mailto:liliantecheira@yahoo.com)

Tel. 595-21-904668

- **Instituciones y Personas Contactadas en Uruguay:**

**MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS**

**DIRECCIÓN NACIONAL DE HIDROGRAFÍA**

Rincón 575 – 2 Piso - 11000 Montevideo

**Alejandro Arcelus**

Coordinador Nacional del Proyecto

Asesoría Técnica

dnh@adinet.com.uy, arcelus@nbcnet.com.uy

Tel. 5982-9164666 int. 3328

**Carlos Giordano**

Sistema de Información de Recursos Hídricos

carlos@dnh.gub.uy

Tel. 5982-9164666 int. 3339

**Juan Ledesma Profumo**

División Recursos Hídricos

Unidad Técnica de Aguas Subterráneas

juanj\_1@hotmail.com

Tel. 5982-9164664/66

**DIRECCIÓN NACIONAL DE TOPOGRAFÍA**

Rincón 575 – 6 Piso - 11000 Montevideo

**Ricardo Bértola**

Director Nacional de Topografía

**Edison Rosas**

Unidad de Información Geográfica DNT

Clearinghouse Nacional de Información Geográfica - SIGNAC

**DIRECCIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE - DINAMA**

**MINISTERIO VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE**

Rincón 422 Piso 6 – Montevideo

**Fernando Pacheco**

fpacheco@dinama.com.uy

Tel. 5982 - 9170090 / 9170203

**OBRAS SANITARIAS DEL ESTADO**

**Lourdes Rocha**

lrocha@adinet.com.uy

Tel. 5982 - 19522525 /2522/2523

**Ignacio Fernández**

lito@adinet.com.uy

**PROGRAMA RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO DEL RIEGO**

Dirección Gral. Recursos Naturales Renovables - Ministerio Ganadería, Agricultura y Pesca

Cerrito 318 – 11000 Montevideo

**María Cecilia Petraglia**

Sistemas de información Geográfica

mcpet00@adinet.com.uy

Tel. 5982-9156453

**DIRECCIÓN NACIONAL DE MINERÍA Y GEOLOGÍA - DINAMIGE**

Hervidero 2801 – Montevideo

**Enrique Mazza**

**Roberto Carrión**

Tel. 5982-2093473/74 int. 130

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**Gerardo Agresto**

Coordinación Académica

**PROYECTO PNUD/OEA “FREPLATA” - Montevideo**

**Patricia Himschoot**

Esp. Sistema de Información Ambiental

patricia.himschoot@freplata.org

• **SECRETARÍA GENERAL DEL PROYECTO ACUÍFERO GUARANÍ**

Edificio Mercosur – Luis Piera 1992 Montevideo (Uruguay)

sag@sg-guaraní.org

Tel. 5982-4100337

**Luiz Amore** Secretario General del Proyecto

**Daniel García** Coordinador Técnico Componentes 2 y 5

**Jorge Santa Cruz** Coordinador Técnico Componente 1

**Gabriel Mennini** Responsable Página Web del Proyecto

**Albert Mente** Consultor Hidrogeología

**Lilian Techeira** Consultora Cartografía Básica

**José Moscoso** Consultor en Licitaciones

**Eduardo Prado** Consultor en Comunicación Inicial

**Augustinho Rigoti** Consultor Geología

• **OEA**

**Jorge Rucks** Jefe de UDSMA/OEA oea@oea.com.ar

**Roberto Kirchheim** UDSMA/OEA rkirchheim@oas.org