

# **SIGAP: Sistema de Información Geográfica para el Análisis Prospectivo**

**Msc. Ing. Agrim. Rosario CASANOVA, Msc. Ing. Raquel SOSA, A/C. Sebastián RODRIGUEZ,  
Facultad de Ingeniería, Uruguay**

**Palabras clave:** Escenarios Prospectivos – prototipo- gvSIG.

## **RESUMEN**

Dada las dinámicas territoriales, modelar el territorio futuro no es una tarea fácil, pero es un componente fundamental para aplicar políticas y planes de ordenamiento territorial. Es en este sentido, que surge la necesidad de aplicar técnicas prospectivas a la planificación que permitan visualizar los posibles escenarios territoriales, así como identificar posibles zonas de conflicto o riesgo.

Dada la diversidad de características de los datos territoriales se hace necesario realizar su incorporación, comparación y validación en forma consistente. El ordenar y controlar insumos provenientes de diferentes orígenes no es una problemática sencilla de abordar, principalmente cuando se trabaja con el cruzamiento de diversos campos de información espacial a tiempo real. Hoy en día, existen medios tecnológicos como los Sistemas de Información Geográfica, SIG o GIS, que permiten incorporar y manipular datos de variadas fuentes de manera de posibilitar que el análisis, la comparación y la validación, se realicen en forma adecuada y sistémica.

En este sentido, en el marco de la tesis de doctorado de MSc.Ing.Agrim.Rosario Casanova, se ha incorporado al A/C Sebastián Rodríguez quien realizó su Proyecto de Grado de la carrera “Ingeniería en Computación” desarrollando una extensión en gvSIG, bajo la tutoría de MSc. Ing. Raquel Sosa.

Por tanto el objetivo propuesto fue lograr un prototipo de una herramienta SIG que permita: gestionar un modelo prospectivo (definir los factores claves y modificar variables y valores); y dado un conjunto de datos de entrada, ejecutando el modelo prospectivo generar como salida un mapa del territorio de estudio, donde se presentarán los escenarios elaborados.

Se genera una primera versión de una herramienta fundamental para el análisis de la incidencia de las actuales y futuras políticas territoriales sobre diversos componentes espaciales, apoyo fundamental para tomadores de decisión. En particular, podrá ser muy útil para instituciones como el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, entre otros.

# **SIGAP: Sistema de Información Geográfica para el Análisis Prospectivo**

**Msc. Ing. Agrim. Rosario CASANOVA,  
Msc. Ing. Raquel SOSA, A/C. Sebastián RODRIGUEZ,  
Uruguay**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Sobre Prospectiva Territorial**

Dado el crecimiento de nuestras ciudades así como la necesidad de gestionar su territorio se hace imprescindible contar con políticas y planes de ordenamiento territorial que organicen y brinden instrumentos para manejar adecuadamente las diversas realidades que se presentan y, principalmente, aquellas que pueden tomar cabida en un futuro. Por ello, se realza la importancia de contar con una planificación territorial tendiente a resolver y ordenar futuras realidades territoriales. Es en este sentido, que surge la necesidad de aplicar técnicas prospectivas al ordenamiento territorial, las que nos permitan visualizar los posibles escenarios territoriales, así como identificar posibles zonas de conflicto o riesgo.

La necesidad de una mirada futura de las tendencias robustas, que se vienen suscitando, así como de situaciones incipientes, que empiezan a tomar cabida en el hoy, despierta la importancia de la aplicación de herramientas que permitan analizar y diseñar el territorio futuro de forma ordenada.

¿Cómo modelar los diferentes escenarios territoriales posibles? ¿Cómo representar los modelos de desarrollo territorial? ¿Cómo analizar los indicios del futuro? ¿Cómo realizar un seguimiento territorial de dichos indicios? ¿Cómo medir las variables que reflejen las actuaciones futuras? Estas son algunas de las preguntas que deberemos dar respuesta para aplicar políticas que nos den un escenario deseable del territorio.

Dada la diversidad de características de los datos territoriales a considerar se hace necesario realizar su incorporación, comparación y validación en forma consistente. El ordenar y controlar insumos provenientes de diferentes orígenes no es una problemática sencilla de abordar, principalmente cuando se trabaja con el cruzamiento de diversos campos de información espacial a tiempo real. Hoy en día, existen medios tecnológicos como los Sistemas de Información Geográfica, SIG o GIS, que permiten incorporar y manipular datos de variadas fuentes de manera de posibilitar que el análisis, la comparación y la validación, se realicen en forma adecuada y sistémica.

### **1.2 Proceso prospectivo**

Durante el proceso prospectivo aspiramos a dar respuesta a dos preguntas: ¿qué puede suceder? y ¿qué podemos hacer para que ello suceda?

Es en este sentido que se inicia el análisis prospectivo realizando tres instancias fundamentales:

- definición del foco prospectivo
- definición del horizonte temporal
- reconocimiento el sistema en estudio y sus componentes.

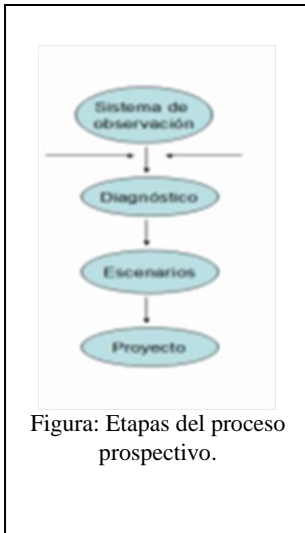
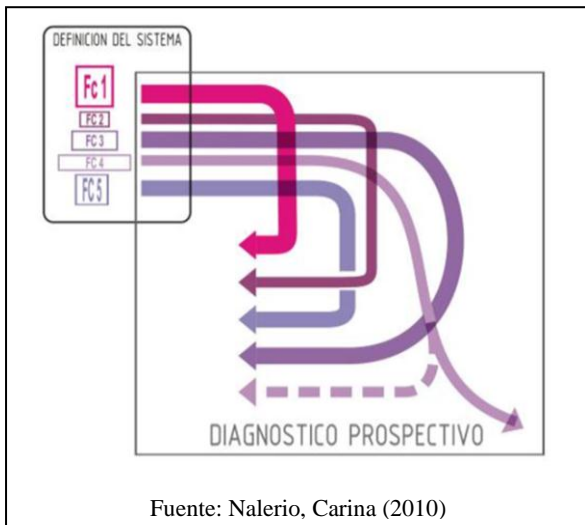


Figura: Etapas del proceso prospectivo.

La definición del foco o “target” prospectivo permite determinar para qué se está haciendo prospectiva y desde que mirada se analiza la problemática (por ejemplo: desde la órbita privada o como institución del gobierno). Complementariamente, en esta etapa debe definirse el horizonte temporal para el que se realizará el análisis. Se debe fijar una fecha que será el momento para el que se elaborarán los escenarios prospectivos.

Al trabajar con el territorio, sea cual sea la extensión del abordaje, se trabaja sobre un sistema abierto donde inciden muchos factores entre ellos los factores sociales, por lo tanto el modelado no es una tarea sencilla. Planteándose así un primer desafío que es el de identificar los componentes clave que permitirán modelar adecuadamente esa realidad. Modelo que será el resultado del cierre artificial del sistema en estudio. Por lo tanto, la adecuada identificación de los componentes o factores clave es vital para asegurar la calidad del modelo resultante y así trabajar sobre una abstracción que efectivamente represente a todo el universo en estudio.

Por este motivo es imprescindible estar atento a las señales portadoras de futuro que son indicios en el presente de pequeños cambios incipientes portadores de posibles transformaciones futuras. Estos pequeños movimientos en el hoy pueden determinar fuertes líneas en el futuro. Líneas futuras que podrán ser favorables (se deberán proteger e incubar para que acontezcan) o desfavorables (se deberán redireccionar, minimizar o controlar su expansión, lo que en el presente requiere poco esfuerzo).



Fuente: Nalerio, Carina (2010)

Como se mencionaba, los factores clave son elementos determinantes de la evolución del sistema. Ellos son los elementos y los procesos cuya interacción explican la evolución del sistema en el horizonte temporal elegido. Estos factores podrán asumir diferentes valores según sea su desarrollo en el tiempo. Para cada factor clave se deberá identificar los diferentes estados posibles que podrá asumir así como sus interacciones, elaborándose así el diagnóstico prospectivo.

En este sentido, es que se deben identificar cada uno de los factores clave y las posibles variaciones que podrán tener según los escenarios prospectivos que se consideren.

FACTOR CLAVE:					
alternativas de la dimensión	a	b	c	d	e
Dimensiones del Fc					
D1 _____					
D2 _____					
D3 _____					
D4 _____					
D5 _____					
D6 _____					

Fuente: Nalerio, Carina (2010).

Ahora se avanza hacia la formulación de los escenarios prospectivos. Un escenario es una imagen final de un sistema a un determinado tiempo, pero también incluye el camino para llegar a ese estadio.

Existen cuatro tipos distintos de escenarios prospectivos:

- escenarios tendenciales: son aquellos que surgen de identificar tendencias del pasado y mantenerlas hacia el horizonte. Se mantiene la tendencia que se viene dando para cada uno de esos factores claves.
- escenarios contrastados: son aquellos donde se visualiza una modificación radical de la evolución pasada. Se contrasta la imagen tendencial con una imagen producto de un cambio radical, de una ruptura importante, que demarca un escenario muy diferente.
- escenarios normativos estratégicos: son aquellos en los que se visualiza una decisión a tomar mañana para alcanzar una imagen deseable. Se identifican los pasos a seguir para lograr la imagen deseable.
- escenarios de lo imposible: son aquellos que no se pueden dar.
- escenarios inadmisibles: son aquellos que se opone a la imagen deseable, ya sea por la línea política de la institución, por razones de ética.



Precedentemente, se resaltó el concepto de que si bien el futuro es incierto el porvenir no sucede de forma aleatoria o fortuita. Existen tendencias, con menor o mayor peso, que tienden a orientar el porvenir.

Se pueden identificar diferentes elementos determinantes del futuro:

- tendencias robustas: son fenómenos o procesos en movimiento que mantiene una importante inercia desde el pasado y se proyecta hasta el término, al menos, del horizonte de estudio. Tendencias que se fortalecen, mantienen o debilitan en el tiempo de forma relativamente

estable y predecible. De todas formas, al ser tendencias y no hechos consumados pueden revertirse con la intervención de una importante energía.

- tendencias emergentes: son aquellos fenómenos o procesos nacientes, que están surgiendo y que se pueden consolidar durante el período de tiempo hasta el horizonte en estudio. Tendencia que si se consolida, durante el período de tiempo hasta el horizonte definido, puede transformarse en una tendencia robusta. Pero si se debilita durante este período seguramente pueda desaparecer antes del horizonte.
- rupturas: Constituye un evento, un hecho, una decisión o un conjunto de estos elementos cuya concurrencia determina un quiebre. Si acontece este hecho ocurrirá un cambio, un porvenir drásticamente diferente al tendencial.

Luego, de tener asignados los diversos valores para cada factor clave se construirán una gama de escenarios. Escenarios que serán producto de la selección de un estado o valor para cada factor clave.

## 2. SOBRE EL SIGAP

### 2.2 Objetivo del estudio

Lograr un prototipo de una herramienta SIG que permita: gestionar un modelo prospectivo (definir los factores claves y modificar variables y valores); y dado un conjunto de datos de entrada, ejecutando el modelo prospectivo generar como salida un mapa del territorio de estudio, donde se presentarán los escenarios elaborados.

### 2.3 Metodología

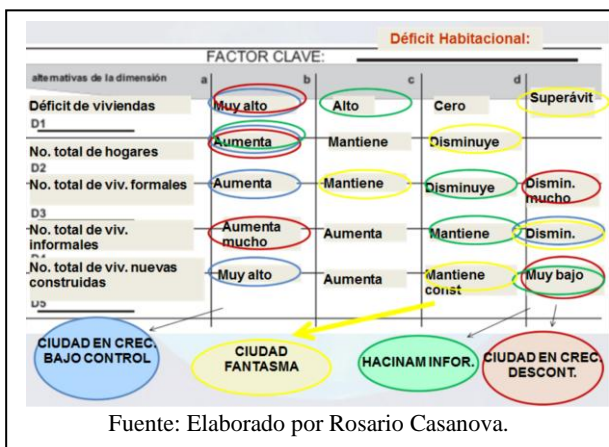
La formulación de escenarios prospectivos permite visualizar los diferentes futuros posibles de nuestro territorio. La prospectiva permite identificar escenarios que servirán a la toma de decisiones para la gestión de políticas territoriales en Uruguay. La generación de dichos futuribles con herramientas informáticas que permitan un modelado territorial, brindarán la posibilidad de análisis territorial más allá de las variables incluidas inicialmente. Para lo cual se desarrolla una extensión a gvSIG.

**gvSIG** es un aplicación desktop de libre distribución, uso y modificación. Está implementado en Java y su arquitectura permite crear extensiones utilizando clases nativas.

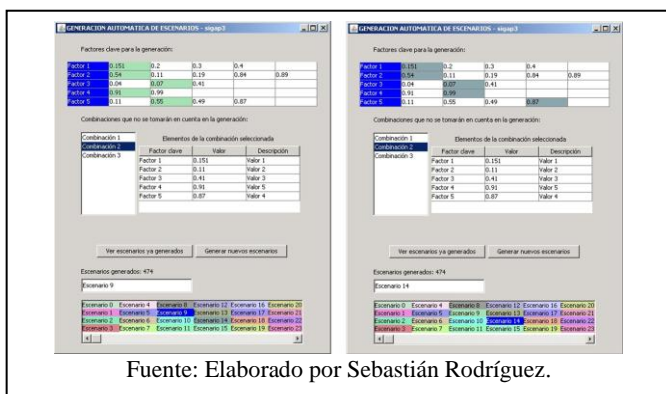
**SIGAP** se implementa como una extensión (plugin) de gvSIG 1.11, lo cual permite al usuario aprovechar todas las funcionalidades nativas de gvSIG como crear vistas, cargar y editar capas, además de las funcionalidades de análisis prospectivos incluidas en la extensión SIGAP.

Por tanto, el SIGAP es una herramienta basada en gvSIG de apoyo al Analista Prospectivo que le permite:

- Definir el Modelo Prospectivo
- Generar automáticamente posibles Escenarios Prospectivos
- Cargar datos y correr el Modelo Prospectivo para un territorio dado

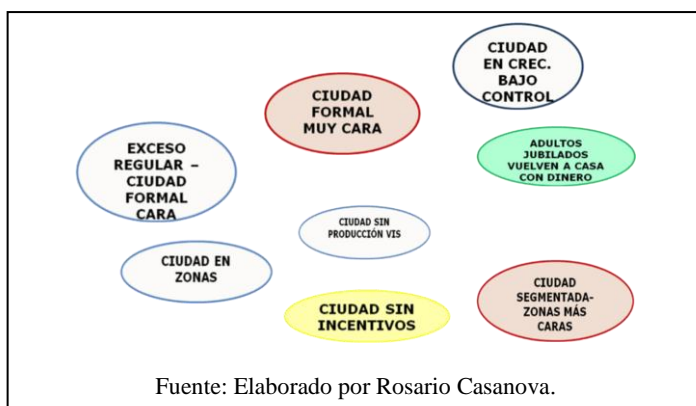


El modelo prospectivo es un modelo combinatorio que cruza un conjunto de variables. Se deben definir los factores claves, sus dimensiones, diferentes estados y los valores que definen el estado.



Para la generación automática de escenarios prospectivos, dados los factores clave de interés y sus posibles estados se generan todas las combinaciones posibles entre los mismos.

El Analista Prospectivo puede luego eliminar o unificar combinaciones, nombrar las combinaciones generadas.

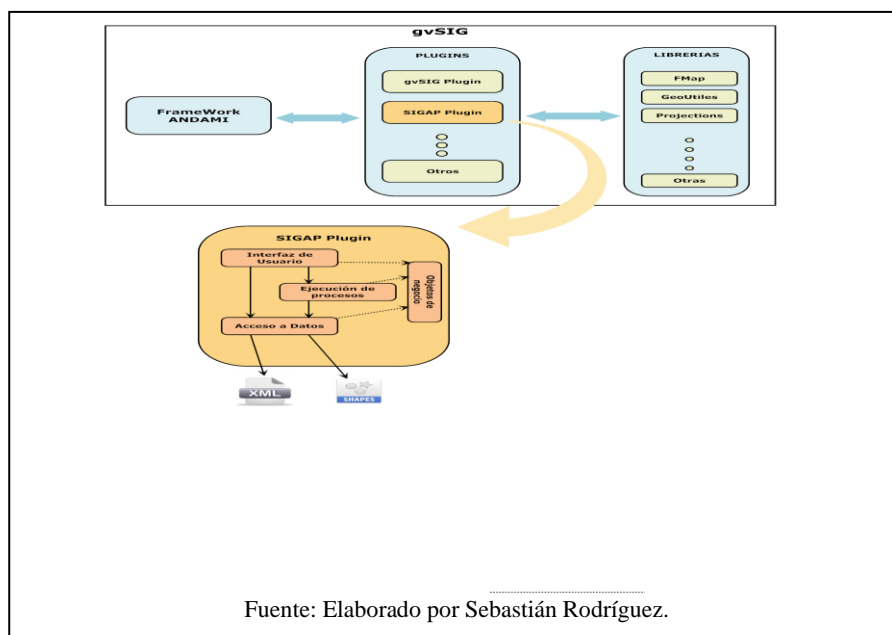


La herramienta permite asignar a cada factor clave territorializable un campo de una capa geográfica previamente cargada. Son estas asignaciones las que permiten generar las capas resultantes de los escenarios finales obtenidos del cruzamiento de la información geográfica asociada a cada valor de cada factor clave.

## 2.4 Tecnologías empleadas

En tecnologías empleadas se incluyen:

- gvSIG Desktop 1.11 como plataforma base.
- Eclipse Galileo para montar el ambiente de desarrollo y extender gvSIG con las funcionalidades necesaria que el prototipo requiera.
- Subclipse como cliente para conectarse al repositorio SVN de gvSIG.
- Java SDK como lenguaje de desarrollo.
- XML como formato de persistencia para los datos que el prototipo requiera.
- ShapeFiles como formato de capas geográficas.

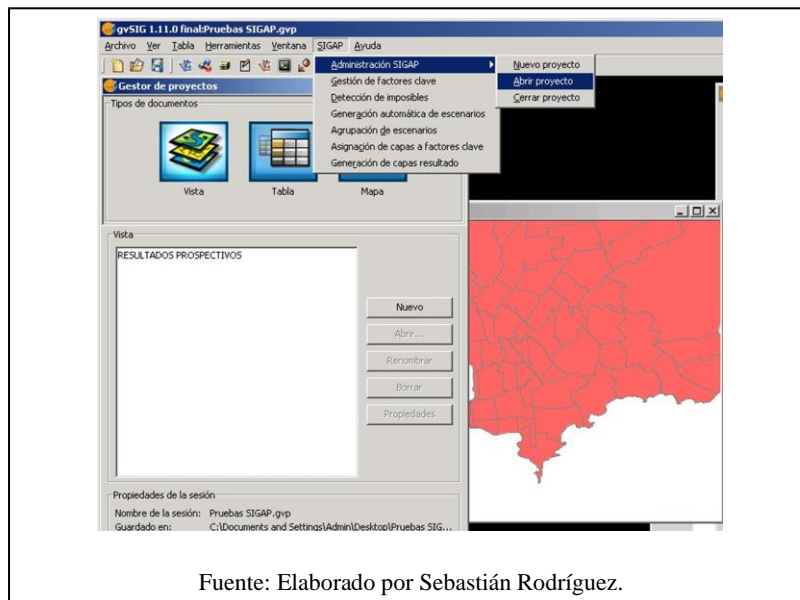


Entrada: conjunto de capas geográficas con los valores de los factores

Procesamiento: se aplica el modelo prospectivo definido para todo el territorio, usando los datos de entrada.

Salida: mapa de escenarios futuros por zonas del territorio.



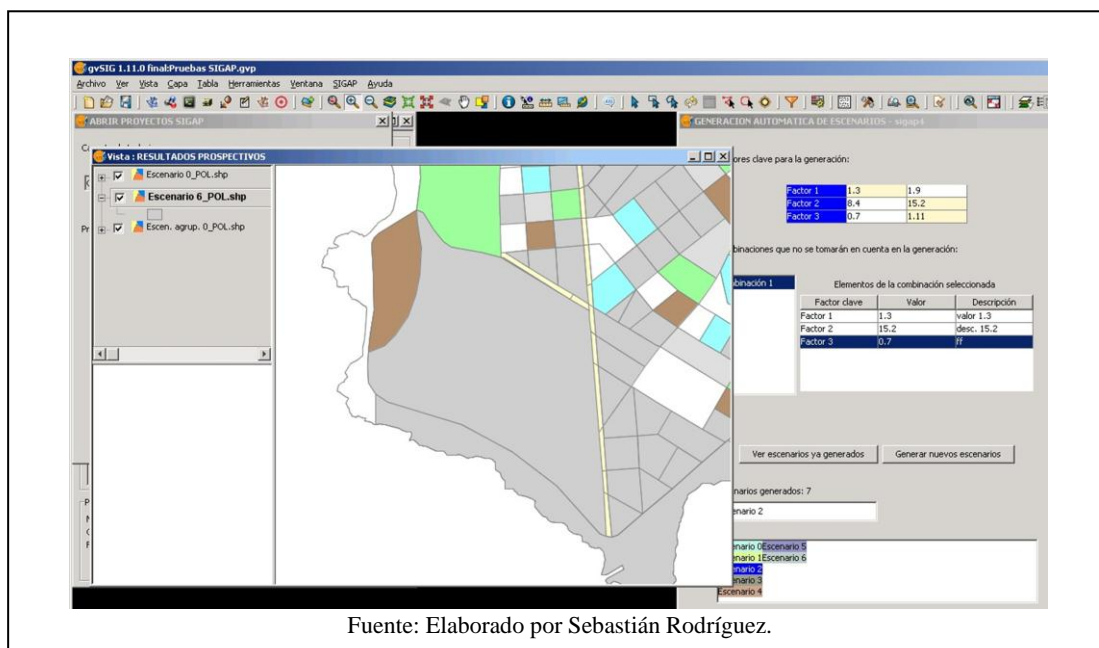


Fuente: Elaborado por Sebastián Rodríguez.

### 3. PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS

Se presenta el diseño de una herramienta de análisis prospectivo desarrollado sobre gvSIG. Se genera un prototipo que permite definir un modelo de análisis prospectivo y correrlo automáticamente sobre datos espaciales.

Se genera una primera versión de una herramienta fundamental para el análisis de la incidencia de las actuales y futuras políticas territoriales sobre diversos componentes espaciales, apoyo fundamental para tomadores de decisión. En particular, podrá ser muy útil para instituciones como el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, entre otros.



Fuente: Elaborado por Sebastián Rodríguez.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CLAEH (2009-2010), Material de clase Curso de Prospectiva del CLAEH, Uruguay.

DINOT/MVOTMA (2004), “Informes del Foro Temático Gran Montevideo” - Ciclo Nacional de Reflexión.

DE COURSON, J. (2001) “Prospectiva territorial y decisión política”.

DE JOUVENEL, H. (2004) “Invitación a la prospectiva ”.

GODET, M., DURANCE, P. (2008) “La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios” - Cuaderno del Lipsor.

NALERIO, C. (2004) “El Gran Montevideo en el horizonte 2025”, informe previo tesis de doctorado.

NALERIO, C. (2007), “La ville au futur. Montevideo: prospective et enjeux stratégiques” - Tesis de doctorado.

## NOTAS BIOGRAFICAS

MSc. Ing. Agrim. Rosario Casanova – Ingeniera Agrimensora y Magíster en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de la Universidad de la República.

Docente del Instituto de Agrimensura desde el año 1994. Profesora Adjunta desde el año 2005.

Jefa del Departamento de Geomática del Instituto de Agrimensura desde junio de 2012.

Integrante del Grupo en Tecnologías de la Información Geoespacial desde el 2008.

MSc. Ing. Raquel Sosa - Ingeniera en Computación y Magíster en Informática de la Universidad de la República.

Tesis de Maestría "Servicios Geográficos en Plataformas de Gobierno Electrónico".

Docente del Instituto de Computación desde el año 2005. Profesora Adjunta desde comienzos del 2012.

Integrante del Grupo en Tecnologías de la Información Geoespacial desde el 2008.

Integrante del Laboratorio de Integración de Sistemas desde el año 2005.

Sitio: [www.fing.edu.uy/~raquels](http://www.fing.edu.uy/~raquels)

A/C Sebastián Rodríguez – Analista en Computación.

Estudiante de la carrera Ingeniero en Computación.

## CONTACTOS

MSc. Ing. Agrim. Rosario Casanova  
GTIG- Instituto de Agrimensura  
Facultad de Ingeniería- UdelaR  
Montevideo  
URUGUAY  
Email: casanova@fing.edu.uy

MSc. Ing. Raquel Sosa  
GTIG- Instituto de Computación  
Facultad de Ingeniería- UdelaR  
Montevideo  
URUGUAY  
Email: raquels@fing.edu.uy

A/C Sebastián Rodríguez  
Instituto de Computación  
Facultad de Ingeniería- UdelaR  
Montevideo  
URUGUAY  
Email: s.rodriguez.laporta@adinet.com.uy