

## **RESUMEN**

El objetivo del trabajo es divulgar el acceso a los servicios de información geográfica digital del Uruguay, facilitar su consulta con una descripción detallada de su contenido, e indicar la forma de cargar información tomada de estos servicios en gvSIG, potenciando las posibilidades de análisis, búsqueda, graficación de datos y otras utilidades. No está orientado a los profesionales especializados en las áreas de que tratan las aplicaciones que se presentan (geografía, economía, demografía, recursos naturales, infraestructura, estadística, servicios de salud, geología, turismo, climatología, catastro, energía, ecología, etc.) sino a quienes, sin una formación académica en tales ciencias, como ocurre a periodistas, investigadores, estudiantes, docentes de todos los niveles y otras especialidades, etc., necesitan investigar algo en su relación con nuestro territorio.

El correo para el autor, que se define como un amante de la ciencia geográfica, usuario de formación autodidáctica del gvSIG y rastreador muy curioso de la información geográfica digitalizada, en especial la de Uruguay, debe dirigirse a:  
<infogeocencio@gmail.com>

### **1. Información abarcada**

Toda la información geográfica de libre acceso que los ministerios, sus direcciones y servicios especializados, las empresas públicas, las intendencias, las entidades autónomas, en fin, el Estado uruguayo en todas sus expresiones, ponen a nuestra disposición en dos modalidades: los visualizadores de mapas y los geoservicios, a los que recientemente un trabajo del Servicio Geográfico Militar incorporó el libro electrónico. La nómina de entidades gestoras de los servicios presentados es esta:

AGESIC IDE

CANELONES - Intendencia del Departamento

CONEAT (Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra)

DINAMA - DINOT (Direcciones de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial)

DINAMIGE (Dirección Nacional de Minería y Geología del Ministerio de Industria, Dirección General de Catastro - Geoportal

DNE (Dirección Nacional de Energía del MIEM) - Mapas energéticos

INE (Instituto Nacional de Estadística)

MALDONADO Intendencia del departamento

MEC - (Ministerio de Educación y Cultura) - Mapa cultural

MIDES (Ministerio de Desarrollo Social)

Ministerio de Relaciones Exteriores - Mapa consular

MINTURD (Ministerio de Turismo y Deporte)

MONTEVIDEO (Intendencia del departamento)

MTOP - Portal del Ministerio de Transporte y Obras Públicas

RENARE (Dirección General de Recursos Naturales del MGAP)

RIVERA Intendencia del departamento

SGM (Servicio Geográfico Militar)

SICA (Servicio de Información del Censo Agropecuario - MGAP)

SIGRAS ( Unidad de Agroclima del INIA)

SINAE (Sistema Nacional de Emergencias)

SNIG (Servicio Nacional de Información Ganadera del MGAP)

SUELOS del MGAP (Compendio de Suelos, División Suelos y Aguas del MGAP)

Atlas Cartográfico del Uruguay (Servicio Geográfico Militar)

gvSIG Batoví PLAN CEIBAL

## 2. Organización del texto

El libro se presenta organizado en estas áreas temáticas:

- Antecedentes legislativos y técnicos de la creación de estos servicios, orientación general y coordinación de los que conforman la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del Uruguay. Referencias a los recursos de información geográfica que no están integrados a la IDE.
- Nómina de servicios estudiados en el texto, con análisis somero de su creación, dirección, propósitos, presentación en pantalla, contenido, evolución, soporte técnico y nivel de actualización de sus datos. Referencias a toda información que puede complementar y ayudar a interpretar la que brindan esos servicios, como por ejemplo estadísticas, archivos digitalizados de documentos gráficos tales como planos de mensura, registros históricos de datos climáticos, informes técnicos, relevamientos censales y otros. Siempre que los haya, citaremos especialmente e indicaremos cómo consultar los trabajos de investigación -y sus referencias metodológicas- de los creadores de la información contenida en las capas estudiadas o de entidades y técnicos especializados.
- Análisis de las materias que son objeto de tratamiento en las capas (*layers*) de información de los diversos servicios, con referencias a su origen, contenido, escalas de visualización, calidad, presentación y posibilidades de búsqueda, con indicación de los servicios que las ofrecen y sus niveles de calidad y actualización, y referencias a materiales accesibles en la web que describen la materia en cuestión
- Descripción de las diversas formas en que está disponible mucha de la información geográfica del Uruguay para descargarla y manejarla desde el gvSIG instalado en nuestro equipo, enumerando desde los *shapefiles* –la forma más cómoda y segura– hasta los diversos *geoservicios* normalizados, (WMS, WFS, CSW, WCS), indicando las características, ventajas y desventajas de cada una de estas técnicas.
- Una introducción al uso de aplicaciones SIG, con especial dedicación al sistema gvSIG, creado por la Conserjería de Infraestructuras y Transporte de la Generalitat de Valencia y sostenido por una Asociación de usuarios, describiendo su operación y la forma en que puede utilizarse en él la información de los servicios analizados.
- Algunas consideraciones sobre los sistemas de proyección y coordenadas de referencia (*Spatial Reference System* –SRS–o *Coordinate Reference System* –CRS–), e indicaciones sobre conversión de coordenadas, tabla de códigos EPSG y notas técnicas de ayuda en estas materias.
- Vocabulario y significado de acrónimos, un apartado muy necesario atendiendo a la abundancia de expresiones técnicas y formas siglares referidas a aplicaciones informáticas, entidades administrativas, organismos internacionales, etc.
- Materiales de lectura recomendables, una pequeña lista de los que más han aprovechado al autor en su necesidad de incursionar en áreas tan diversas del conocimiento como las comprendidas en los materiales y servicios que aquí se presentan.
- Demostración de las posibilidades de trabajo con el gvSIG, describiendo la construcción de diversas vistas de un proyecto con materiales de uso libre de los citados en este libro, y principalmente referidos al departamento de San José.

## 3. El tratamiento de un servicio: gvSIG Batoví del Plan Ceibal

Accedemos a todo su material desde esta dirección:

<<http://www.ceibal.edu.uy/artículo/noticias/docentes/GVSIGBatov>>

Desde aquí podemos bajar, comprimidos, los archivos de las capas y los mapas temáticos que luego describimos.

Esta aplicación fue formalmente lanzada en agosto de 2012. Se creó para ser usada por los novísimos informáticos uruguayos -los escolares y liceales con su *ceibalita*, las *XO*, y los equipos posteriormente entregados que les suministra el *Plan Ceibal*- y puede no ser la de mayor contenido en información geográfica del país, pero sin duda es la que mejor está sembrando conocimiento y despertando interés en la materia.

El proyecto *gvSIG Batoví* surgió de un acuerdo celebrado en abril de 2011 entre el MTOP -interesado en desarrollar una aplicación educativa sobre temas vinculados a información geográfica- la Asociación *gvSIG* y el *Plan Ceibal*, y se ejecutó con apoyo de la Facultad de Ingeniería de la UDELAR.

En los hechos ya hay constituida una comunidad de usuarios, creadores, docentes y estudiantes interesados en su crecimiento y permanente mejora, y constituye sin duda el colectivo con más alta participación juvenil en el ámbito educacional del Uruguay. En él hemos visto el trabajo de especialistas de primer nivel profesional y académico para construir una herramienta pedagógica para ser usada por niños y jóvenes, una tarea que especialmente quienes estamos fuera del sistema educativo podemos evaluar en su inapreciable aportación a la sociedad y a la enseñanza. El sitio de la comunidad es: <http://gvsigbatovi.wordpress.com/>

Si la entrega de las computadoras al establecerse el *Plan Ceibal* fue un gran salto, muy uruguayo, el proveerlas de contenidos de la calidad del *gvSIG Batoví* representa una continuidad de esfuerzos y logros que humanizan la tecnología al tiempo que generan soberanía científica y cultural para ahora y hacia el futuro. Al conocer estos recursos, la magnífica *Biblioteca Digital* y cuantos otros elementos de estudio y pasatiempo ha creado la gente del *Plan Ceibal* y los buenos colaboradores que ha sabido hallar, entonces sí que quisiéramos tener 10 o 12 años, una *ceibalita* en la mochila y con ella, el mundo entero al alcance de nuestros dedos.

Un elemento de destaque de este software es que permite a los usuarios incorporar datos de información geográfica para su procesamiento, y por fortuna, como lo demuestran los servicios aquí analizados, hay mucha tela para cortar.

La información se presenta en capas que abarcan la infraestructura física del territorio uruguayo, su orografía e hidrografía, las áreas protegidas, los límites departamentales, la cobertura del suelo, etc.

Por otra parte, esta aplicación aprovecha un recurso elaborado por los mismos técnicos de *gvSIG Batoví* e incorporado desde la versión 2.0 en el *gvSIG*, los *Mapas Temáticos*, y ya tiene implementados estos:

- Mapa de distribución de la población
- Mapa físico
- Mapa político
- Mapa de transporte y comunicación
- Mapa de usos del suelo

El programa ha elaborado un breve y muy claro manual sobre cartografía y sistemas SIG, que se puede descargar desde:

<http://www.ceibal.edu.uy/art%C3%ADculo/noticias/docentes/GVSIGBatov>

En el texto, las explicaciones acerca de la forma de representar sobre una superficie plana, sea un papel o una pantalla, determinada área de la superficie terrestre, son muy precisas y ricamente ilustradas para facilitar su comprensión. Antes de consultar sobre estas materias otros trabajos de mayor nivel técnico, conviene empezar por esta lectura.

#### 4. Un capítulo del libro

Para mostrar con claridad algunas de las innumerables posibilidades de trabajo que ofrece una aplicación SIG, describiremos un trabajo elaborado en el gvSIG, para disponer, en un solo proyecto, la mayor información geográfica de todo el Uruguay, agrupada en dos sectores, uno de todo el territorio del país y otro con la misma información separada para cada departamento.

Para estructurar esas veinte áreas de datos, una nacional y diecinueve departamentales, y aplicando los geoprocursos de que disponemos en gvSIG, en unos casos se debió amalgamar los datos departamentales para tener la información correspondiente a nivel nacional (geoprocuro *dissolver*), y en otros, desglosar, de los datos nacionales, los referidos a cada departamento (geoprocuro *intersección*).

Finalmente, demostraremos las posibilidades del trabajo en gvSIG presentando al lector varias vistas del material elaborado para el departamento de San José y en algún caso con extensión a departamentos limítrofes, con información tomada, en unos casos, tal como la brindan los servicios requeridos, y en otros, mediante el citado procedimiento de desglosar los datos nacionales en los correspondientes a cada división territorial subnacional de primer nivel, nuestros diecinueve departamentos.

Primero se bajó de AGESIC la información básica del país en su conjunto desde sus *shapefiles* (los departamentos, los cursos y los espejos de agua, la caminería y las vías férreas, las localidades, la orografía), en fin, lo básico de la geografía física y la infraestructura.

Se incorporaron las distintas divisiones territoriales, como secciones policiales, censales y catastrales. Las primeras, desde el *shape* de AGESIC, las segundas de los del INE y las últimas, juntando las tablas de los diecinueve servicios WFS, uno de cada departamento, del geoportal de la Dirección General de Catastro.

En las tablas del Instituto Nacional de Estadística, en todos los niveles (departamentos, secciones, segmentos y zonas censales) se agregaron los campos y registros con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2011, tomados del Marco de resultados del mismo INE. Fue un proceso lento pero necesario para tener la información censal en base geográfica. En el párrafo 2.1.6 explicamos el procedimiento, en parte con el recurso de *unir tablas* de gvSIG y en parte "a manopla".

De paso, no se entiende por qué el INE no lo hace, para uso público, por cuanto dispone de la base cartográfica de las áreas geográficas, y por supuesto, de los resultados censales, o sea, los mismos elementos con los que hicimos el trabajo.

Se agregó la información del catastro rural de todo el país, juntando la de cada uno de los 19 departamentos, por tres vías: 1º- los *shapes* de la capa *Parcelas* de la carpeta RURAL de AGESIC de cada departamento, 2º- lo mismo de los datos de Catastro 2013, también de AGESIC, y 3º- los obtenidos, vía WFS, del servidor de la Dirección General de Catastro. Estos últimos se destacan porque son los únicos que contienen el Índice de Productividad, el Índice de Valor Real, y el propio Valor Real de cada uno de los padrones de todo el catastro rural del país.

De los *shapes* de la RENARE se bajó e incorporó en el trabajo toda la información de los grupos CONEAT, y, para mayor amplitud de la información referida a este punto, se hizo lo mismo con los datos de grupos y horizontes de suelos desde el SIGRAS del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) referidos a cada grupo, y que agregan una amplísima información agronómica de los suelos, como espesor, pendiente, rocosidad, riesgo de erosión, etc. Luego, ya en gvSIG, se separaron usando el geoprocuro Intersección, los polígonos de los grupos de suelo de cada departamento y por cada parcela rural. Con el primero pudimos trasladar toda la información sobre

grupos CONEAT a la cartografía de cada departamento, y con el segundo, graficar los grupos CONEAT sobre las parcelas que conforman todo el catastro rural del país, calculando, por aplicación de recursos de *gvSIG*, el área de cada polígono de suelo dentro de un padrón, obteniendo una información similar a la que brinda RENARE y mostramos en la figura 25.

Para contar con la información de curvas de nivel de todo el país, consolidamos la información contenida en los 19 archivos de información rural de todos los departamentos.

De los *shapes* de DINAMIGE se descargó la información del catastro minero, con lo que es posible buscar o seleccionar por empresas titulares de derechos -otorgados o en trámite- de prospección, exploración o concesionarias de explotación minera, y se desglosó por departamento. Lo mismo con las áreas de reservas mineras, las servidumbres y demás capas del Catastro Minero de DINAMIGE.

Del Mapa Energético del MIEM se proyectaron en este trabajo los datos de las líneas de transmisión eléctrica de UTE, desglosándolos por departamento. Luego, tomando información de ADME, la Administración del Mercado Eléctrico, señalamos la posición de las usinas hidroeléctricas y térmicas, las generadoras de energía a partir de biomasa, las plantas solares fotovoltaicas y los asientos de los molinos de los parques eólicos.

Para esta última incorporación de datos, debimos transformar las coordenadas geodésicas de cada usina, como la presenta la ADME, en grados, minutos y segundos, primero a grados decimales y luego éstos a coordenadas UTM en el huso 21 Sur, lo que significó un interesantísimo trabajo en Excel con uso de fórmulas que manejan radianes, grados, senos y otras yerbas. Una tarea muy recomendable por lo divertida que resulta... si todo sale bien.

Posteriormente, controlando con la información de ADME (Normativa/Autorización de Generación) vemos que en algunos casos el número de padrón que refiere la norma no es exactamente el que resulta del proceso que describimos sino uno en la vecindad, hecho imputable a mínimas imprecisiones en las coordenadas indicadas por ADME o en los valores geodésicos manejados en la transformación a UTM 21 S. También se hizo el desglose de las usinas por departamento.

De las carpetas NO CDP de AGESIC bajamos las capas de puntos de referencia en la caminería y vías ferroviarias, puentes viales y puentes ferroviarios. Con estos datos se pudo graficar las estaciones ferroviarias, los postes kilométricos de las rutas con marcas cada 10 km y algunos otros datos de interés.

En todos los casos en que creamos información nacional juntando la de cada departamento, se agregó un campo para señalar, con una letra, el departamento correspondiente, usando siempre la de estilo en la información catastral, que es la misma que distingue la matrícula de los vehículos, desde la A para Canalones hasta la S para Montevideo. Esto me permite acotar cualquier búsqueda, en las vistas de nivel nacional, a uno o varios departamentos.

¿Qué se ha logrado con todo eso? Además de ejecutar una tarea muy interesante, disponemos en un solo archivo, formalmente “un proyecto de *gvSIG*”, de la mayor cantidad de información geográfica de nuestro país y de cada uno de los diecinueve departamentos, la que podemos visualizar, consultar y presentar de mil formas.

Podemos, por ejemplo, proyectar el catastro minero de DINAMIGE sobre el catastro de parcelas rurales de la DGC, podemos ver los materiales geológicos del territorio sobre las curvas de nivel y todos los cursos de agua, podemos buscar las zonas, segmentos o secciones censales con mayor población o con determinada relación de habitantes por vivienda, podemos destacar en el mapa de la República los inmuebles con índice CONEAT entre determinados valores y con superficie comprendida entre los límites

que interesan. Podemos seleccionar los padrones comprendidos en los permisos otorgados a Minera Aratiri y comprobar que abarcan 32681 hectáreas, un dato que el Presidente Mujica reclamaba conocer a principios de Marzo del 2014 y que en este trabajo que describimos, desde varios meses antes, lo podíamos obtener al instante. Podemos observar los caminos transitables hasta un tramo navegable del río Cuareim y comprobar la cobertura del suelo que hallaremos mientras navegamos. Con una consulta muy simple sabemos cuántos kilómetros de caminería departamental existen en cualquier sección policial o catastral de cualquier departamento.

Para la elaboración de este trabajo fue necesario utilizar muy pocos de los muchos geoprocetos que nos provee el *gvSIG*, como el *Juntar*, *Disolver*, *Intersección*, etc. Con esas herramientas y la poderosa *Calculadora de Campos* de la misma aplicación, podemos ponernos el mundo en el bolsillo... o en el disco de nuestra PC.

En otro trabajo también elaborado en *gvSIG*, se presenta mucha información sobre la forestación del país. Los datos se extrajeron de las certificaciones emitidas por el Forest Stewardship Council (FSC), algo así como Consejo de Administración Forestal, y tal información resulta relevantemente más amplia que ninguna disponible en el país, hasta donde hemos investigado. En principio trabajamos sobre los datos de Eufores S.A.(Montes del Plata) y Forestal Oriental S.A.(UPM).

Las certificaciones, todos cuyos textos sobre Uruguay están en inglés y español, enumeran las Unidades de Manejo Forestal (UMF) de las empresas, el nombre de cada establecimiento, el área de éste y las coordenadas UTM, elemento este último que es el que nos permite proyectar estos datos sobre cartografía de otro origen (AGESIC, Catastro, etc.).

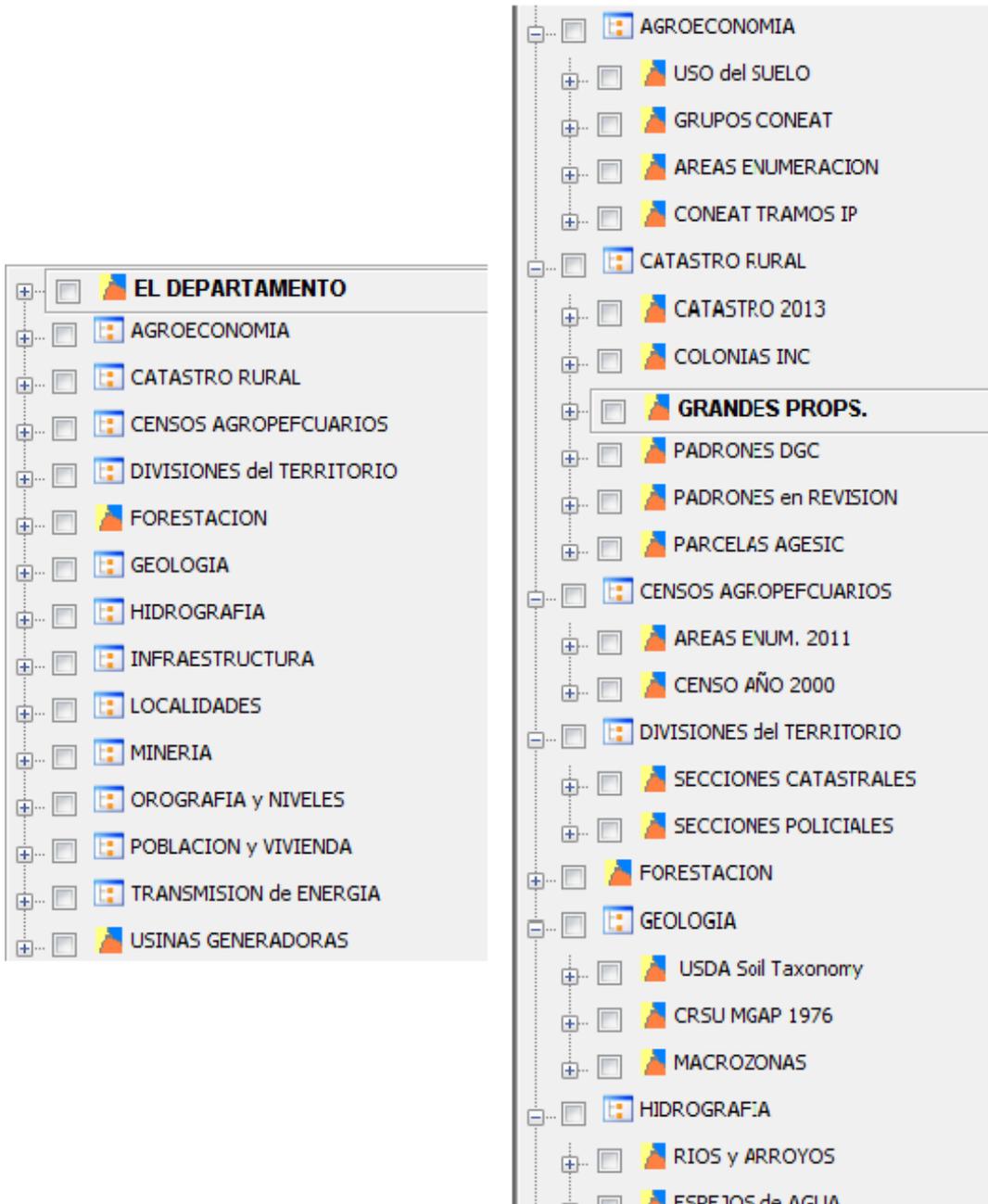
También se ejecutó el geoproceto de *intersección* de los polígonos de forestación con los departamentos del país, de forma de poder bajarla para cada uno de ellos, y con las parcelas del catastro rural, para identificar el padrón asiento del establecimiento, aunque este puede comprender otras parcelas que no se identifican. O sea, las coordenadas que establece el certificado son las de la parcela que conforma el núcleo de la UMF, pero esta puede abarcar sólo parte de tal parcela y/o de otras adyacentes, que no identifica. Aprovechando los planos de sus colonias que ofrece el INC y citamos en **2.2.1.2**, seleccionamos las parcelas del catastro rural del departamento de San José comprendidas en cada una de ellas, de forma de crear luego una capa para identificar cada una de esas colonias, que luego distinguimos con símbolos de color, lo que mostramos en la figura 27.

Una última observación para quienes recién van a introducirse en el uso del *gvSIG*. Las ilustraciones que presentamos corresponden a lo que el programa llama *vistas* de un determinado *proyecto*. En sus términos, un *proyecto* puede disponer de diferentes *vistas*. A partir de estos documentos, las *vistas*, podemos crear *mapas* cuando le incorporamos leyendas, una barra de escala, la indicación del Norte, la explicación de los símbolos, alguna anotación sobre el sistema de proyección utilizado, etc. No hemos querido distraernos en la preparación de *mapas* porque es un proceso que todos aprenderán enseguida a ejecutar en cuanto se familiaricen con la aplicación, y lo que nos interesa mostrar está contenido en las *vistas* que reproducimos.

## **5. Algunas ilustraciones del libro**

Para que se calibre el valor los elementos gráficos que se integran en el texto, reproducimos en este artículo algunas de las veintiocho ilustraciones con que se quiere demostrar, por un lado, la riqueza y heterogeneidad de la información disponible a través de los servicios presentados, y por otro, el potencial de *gvSIG* para amalgamar

datos de diverso origen y enriquecer notoriamente las capacidades de búsqueda, análisis, selección y presentación gráfica de las geografías así estructuradas. La primera es una copia de la tabla de contenidos del proyecto creado en gvSIG con información del departamento de San José. La dos restantes demuestran las posibilidades de crear vistas a partir de determinada información geográfica, en este caso las capas de infraestructura, parcelas rurales, hidrografía, etc., y seleccionar sobre ella los polígonos que conforman superficies determinadas, como colonias agrícolas o predios de valor histórico.



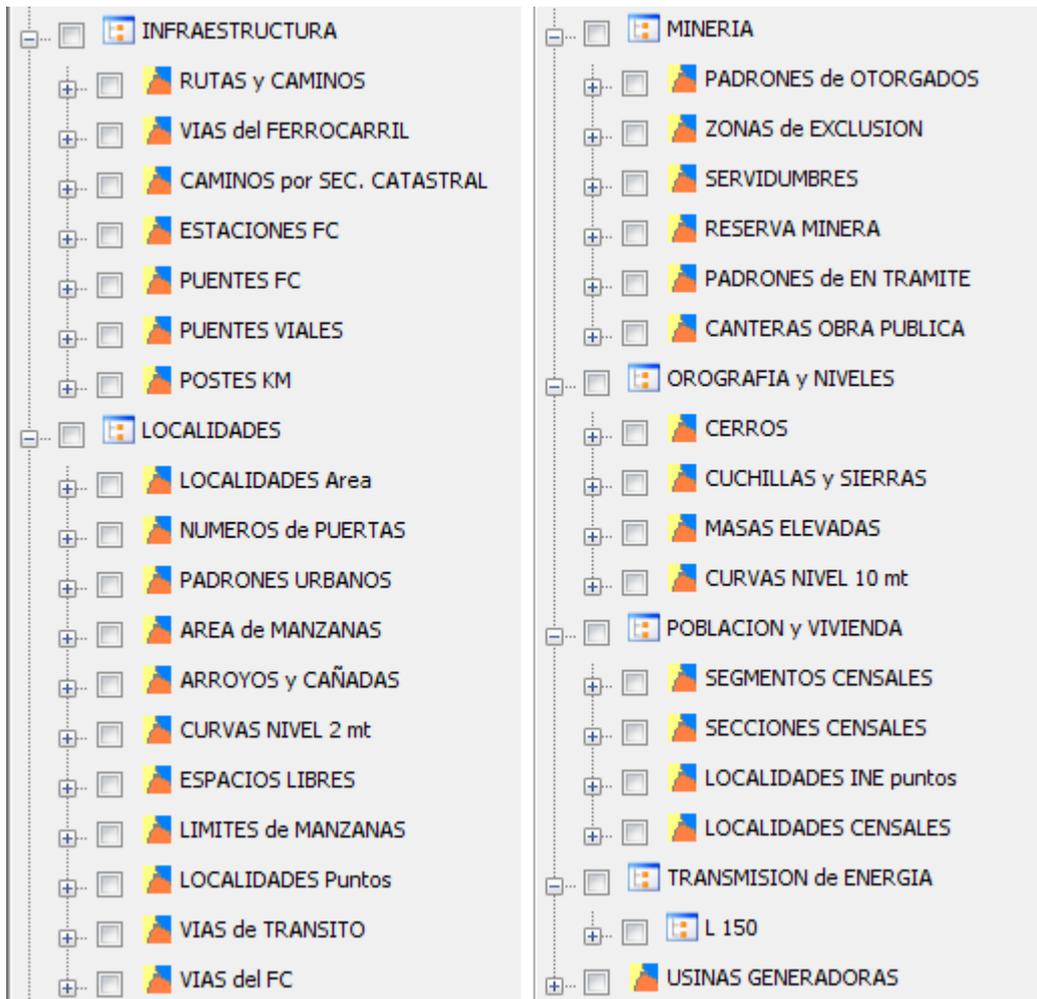


Fig. 13

Capas de proyecto elaborado en gvSIG con información geográfica del departamento de San José, tomada de varios de los servicios analizados. El proceso de elaboración se describe en el párrafo 9.1. Se abre el listado solamente hasta el segundo nivel.

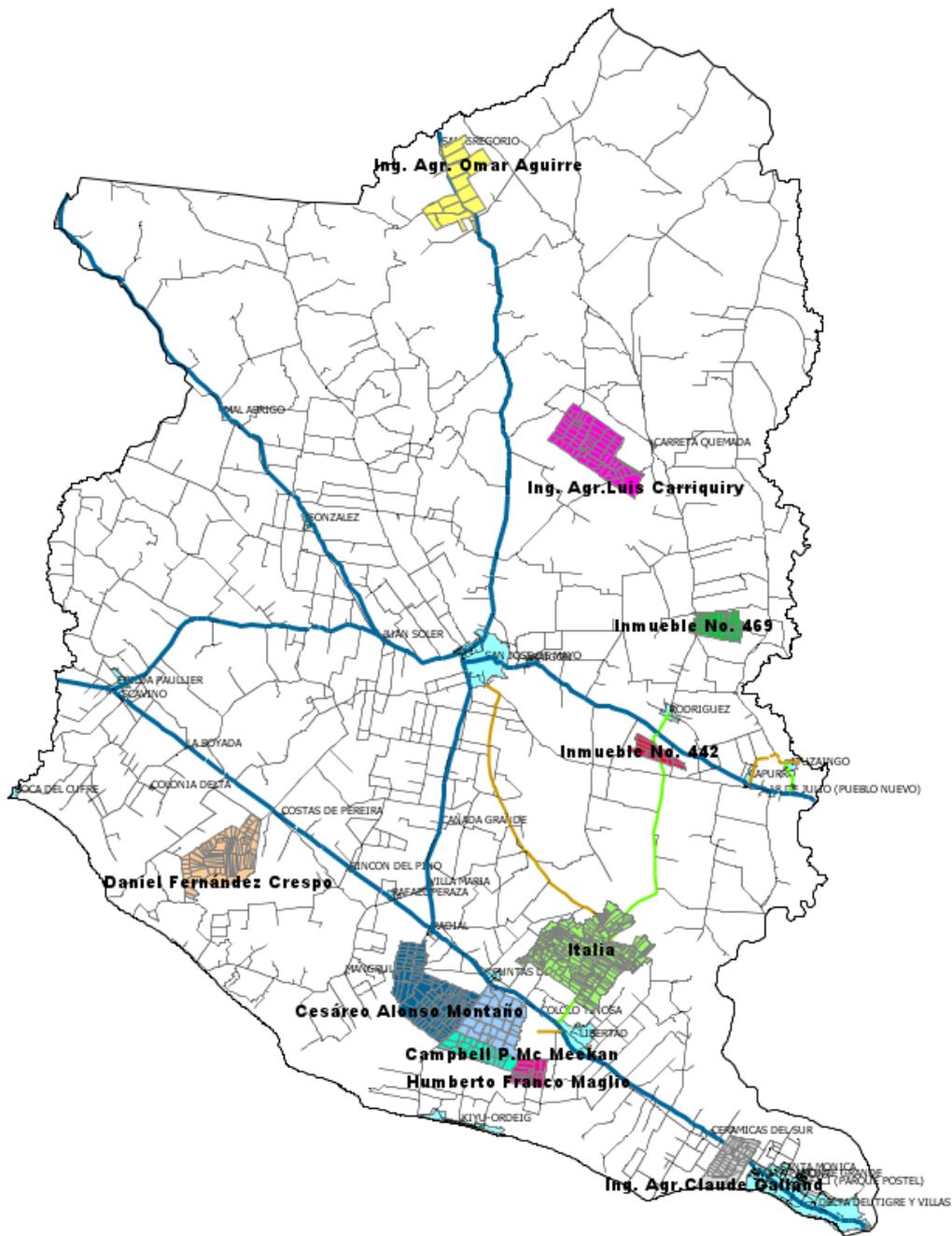


Fig. 27 - Colonias del Instituto Nacional de Colonización en el departamento de San José

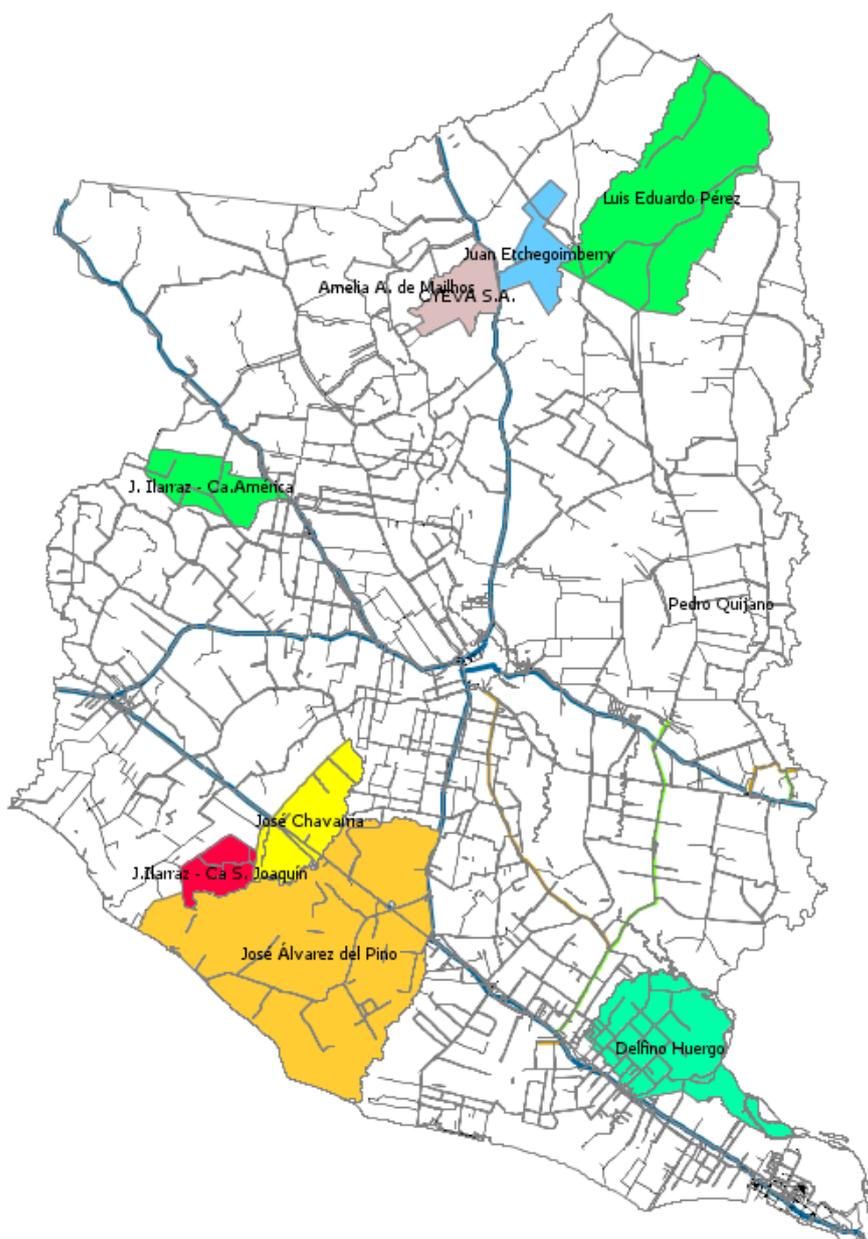


Fig. 28 - Selección de predios de gran extensión en San José, según planos archivados en la Dirección Nacional de Topografía del MTOP, para demostrar las posibilidades de estudios históricos sobre adjudicación y posterior división de las tierras, como explicamos en el párrafo 2.2.1.1