

PEDECIBA Informática
Instituto de Computación – Facultad de Ingeniería
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Reporte Técnico RT 11-04

**Web Services Geográficos y Gobierno
Electrónico**

Raquel Sosa

2011

Web services geográficos y gobierno electrónico
Sosa, Raquel
ISSN 0797-6410
Reporte Técnico RT 11-04
PEDECIBA
Instituto de Computación – Facultad de Ingeniería
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay, abril de 2011

Web Services Geográficos y Gobierno Electrónico

Raquel Sosa

Laboratorio de Integración de Sistemas, Instituto de Computación

Facultad de Ingeniería, UDELAR

raquels@fing.edu.uy

Abril 2011

Palabras Claves: Web Services, Web Services Geográficos, Plataforma de Gobierno Electrónico, Escenarios de Integración de Información Geográfica

Resumen

Cada vez más los Sistemas de Información Geográfica y la Información Geográfica tienen participación en los procesos de negocio de las organizaciones. También pueden apoyar la toma de decisiones y la planificación a diferentes niveles, desde operativos hasta estratégicos. Esto también se aplica a las organizaciones de gobierno y a su integración a través de Plataformas de Gobierno Electrónico. En este trabajo se estudia cómo integrar los Web Services Geográficos en una Plataforma de Gobierno Electrónico. Para esto, primero se presentan los conceptos sobre Web Services y Plataformas de Gobierno Electrónico. Luego se proponen escenarios de integración a nivel conceptual, para luego entrar en la descripción técnica de dichos escenarios. Finalmente analizando los escenarios desde el punto de vista técnico se presentan los principales desafíos técnicos a resolver para lograr la implementación exitosa de los escenarios propuestos.

1 Introducción

El uso de información geográfica en la administración del Estado, tanto para responder a funciones internas como para proveer servicios públicos, resulta una realidad, y tiende a incrementarse así como a aumentar su sofisticación. En este contexto, la información geográfica se presenta asociada a otros tipos de información según el área de aplicación, destacándose la información ambiental y de recursos naturales, así como la socio-económica, y de gestión de riesgos naturales.

Como forma de responder, en forma sistemática y escalable, a las necesidades de información geográfica integrada a las operaciones del Estado, las administraciones se plantean la integración de servicios geográficos en las plataformas de gobierno electrónico.

Si bien existen avances muy importantes en las tecnologías de gobierno electrónico así como de Sistemas de Información Geográficos (GIS), la integración entre los mismos presenta algunas dificultades, fundamentalmente derivadas del uso de diferentes formatos de información y de invocación de operaciones (o servicios remotos). En la actualidad, las plataformas de gobierno electrónico se basan fuertemente en Web Services (WS) y SOAP, con los que los GIS y sus servicios vía Internet no resultan totalmente compatibles.

Se plantea, por lo tanto, la problemática de integración entre plataformas de gobierno electrónico y servicios de información geográfica, cuya resolución resulta clave para responder a necesidades importantes de las administraciones del Estado, en particular en Uruguay.

Este reporte técnico aborda esta problemática, analizando estándares de Web Services como mecanismo de integración, tanto los usados en plataformas de gobierno electrónico como en servicios de información geográficos, centrándose en los Web Services geográficos y su integración a una plataforma de gobierno electrónico. A los efectos de caracterizar las diferentes necesidades de integración entre ambos, se presentan cinco escenarios de uso de información geográfica en servicios del Estado.

El reporte se estructura de la siguiente forma. En la Sección 2 se presenta el conocimiento existente en Gobierno Electrónico y Sistemas de Información Geográficos. La Sección 3 introduce los escenarios de uso de información geográfica en servicios del Estado a través de una plataforma de Gobierno Electrónico, tomando la de Uruguay como modelo de referencia. La Sección 4 presenta la descripción técnica para la implementación de los escenarios definidos en la sección anterior. En la Sección 5 se analizan los desafíos técnicos que presenta la implementación de los escenarios detallados previamente. Finalmente en la Sección 6 se presentan las conclusiones de este trabajo.

2 Conocimiento existente

Esta sección presenta una revisión de los conceptos fundamentales sobre gobierno electrónico, plataformas de middleware, web services y tecnologías de la información geográfica.

2.1 Gobierno Electrónico y Tecnologías Asociadas

En un contexto de Gobierno Electrónico los diferentes organismos del estado colaboran para brindar servicios a los ciudadanos de la forma más eficiente y efectiva posible. Esto se hace usando las tecnologías de la información y las comunicaciones para intercambiar información y agilizar los tiempos de los trámites, así como brindar más información a los ciudadanos.

2.1.1 Plataformas de Gobierno Electrónico

Una Plataforma de Gobierno Electrónico es la plataforma tecnológica que soporta los servicios de los diferentes organismos del estado. Cada organismo puede tener su propia infraestructura tecnológica y un gran grado de autonomía para la selección y el desarrollo de sus aplicaciones. Sin embargo, en muchas ocasiones los organismos públicos requieren intercambiar información o colaborar para brindar un servicio a los ciudadanos. En estos casos es más eficiente contar con una plataforma central de integración que realizar conexiones punto a punto entre los organismos [10].

2.1.2 Plataformas de Middleware

Una plataforma de middleware es un software que brinda herramientas para la integración de aplicaciones de forma flexible, ofreciendo diferentes mecanismos de integración. Se la considera un sistema de software complejo que combina las características de los sistemas de middleware más simples. Esto lo consigue brindando mecanismos de integración de alto nivel y con una gran variedad de formas de conexión. En este grupo de plataformas se encuentra como exponente más avanzado el Enterprise Service Bus [7].

2.1.3 Web Services

La comunicación entre sistemas y en una Arquitectura Orientada a Servicios se puede realizar a través de Web Services. Los Web Services SOAP que son un mecanismo estándar de comunicación que permite invocar funcionalidades de un sistema y se apoyan en los estándares de la web: XML [1]. El protocolo SOAP define que las comunicaciones a través de Web Services se realizan enviando mensajes de ida y vuelta entre un cliente y el proveedor del servicio. Los mensajes SOAP tienen formato XML y siguen una estructura básica de documento: cabeceras y cuerpo del mensaje.

2.1.4 Estándares WS-*

Los estándares de Web Services SOAP [2] resuelven el problema de la comunicación entre diferentes plataformas de desarrollo, logrando un primer nivel de interoperabilidad. Sin embargo, a la hora de integrar aplicaciones de negocio se requiere asegurar determinadas propiedades de las comunicaciones que no están comprendidas en los estándares básicos de Web Services. Por esto, diferentes organizaciones han generado propuestas de estándares que extienden las especificaciones de Web Services para asegurar dichas propiedades. A estas extensiones se las conoce como WS-* [4] y se enfocan en diferentes aspectos de la comunicación: la seguridad, confidencialidad, comunicaciones seguras, transaccionalidad. Estas especificaciones establecen como extender el protocolo SOAP (y sus mensajes) para intercambiar información adicional o asegurar la información que se envía (por ejemplo encriptando los datos sensibles).

2.2 Tecnologías de Datos Espaciales

Se dicen que los datos espaciales tienen tres dimensiones: espacial, temporal y temática. Lo que diferencia los datos espaciales de otros tipos de datos que usan las organizaciones es la dimensión espacial. Esto hace que los datos puedan ser ubicados en el espacio y que se puedan representar sus características espaciales (geométricas). Esto abre la puerta a nuevas aplicaciones y operaciones (medidas, distancias, superposición de diversos tipos de datos, operaciones geométricas, etc.). La dimensión espacial también agrega la complejidad del ciclo de vida de estos datos: su generación y actualización es mucho más costosa.

2.2.1 Estándares GIS

El Open Geospatial Consortium [4] es la organización que propone estándares de tecnología sobre datos espaciales. Hay estándares para la representación, almacenamiento e intercambio de información geográfica (modelos de datos), así como una Arquitectura de Referencia y múltiples estándares de diferentes tipos de servicios. Los servicios web que trabajan con datos espaciales son en su mayoría “Data Services”: tienen interfaces estandarizadas y bien conocidas y lo que cambia es el conjunto de datos que brindan.

Para ofrecer información geográfica se puede usar tanto el estándar **WMS - Web Map Service** [12] como el estándar **WFS - Web Feature Service**[13]. Para descubrir las características de un servicio de información geográfica (particularmente las características de la información que provee) se usa el protocolo **CSW - Catalog Service for the Web**[14].

El protocolo estándar **WMS** [12] está pensado para generar vistas de los datos geográficos para el usuario final y ofrece tres métodos para publicar datos geográficos:

- **getCapabilities** - devuelve la descripción de los datos disponibles en el servicio.
- **getMap** - devuelve una imagen resultado de superponer las capas solicitadas, para el área solicitada de acuerdo a los parámetros de entrada.

- `getFeatureInfo` - devuelve los datos de las capas elegidas asociados a un par de coordenadas (con cierta tolerancia, que puede ser un radio). De acuerdo a la especificación del estándar este método es opcional.

El protocolo estándar WFS [13] está pensado para ofrecer acceso a datos geográficos a otras aplicaciones, ya que toda la información que recibe y envía es en formato XML. Este estándar solamente aplica a información geográfica vectorial. Este estándar define los siguientes métodos que tienen diferentes niveles de obligatoriedad:

1. `getCapabilities` - devuelve las características del servicio.
2. `describeFeatureType` - describe un tipo de información vectorial (como un XML Schema).
3. `getFeature` - solicitud de datos geográficos de acuerdo a los parámetros. Tiene similitud a un `SELECT` de SQL, ya que se puede elegir las capas a solicitar, qué atributos de estas se desea obtener y se pueden aplicar filtros.
4. `getGmlObject` - permite obtener cualquier elemento GML a partir de un identificador. Usando dicho identificador, el servidor WFS puede reenviar la solicitud a otros servidores si él no posee la información solicitada.
5. `Transaction` - permite modificar los datos ya que tiene varias formas de funcionamiento: `Insert`, `Delete` y `Update` (se pasa por parámetro la función a usar).
6. `LockFeature` - bloquea una entidad para realizar transacciones. Es un método opcional.

Si un servicio WFS ofrece los primeros tres métodos se dice que es un servicio **WFS básico** (ya que solamente permite consulta de datos). Si además ofrece el método `getGmlObject` es un WFS con `XLink`, esto significa que el servidor puede solicitar datos adicionales a otros servidores. Cuando un WFS básico ofrece el método `Transaction` se vuelve un **WFS Transaccional** (sigue siendo opcional el método `LockFeature`) ya que permite modificar los datos. Finalmente se considera WFS-Transaccional con `XLink` al servidor que ofrece los métodos del 1 al 5, este servidor puede hacer actualizaciones de datos y además solicitarlas a otros servidores.

El estándar CSW [14] define un servicio base de catálogos de información geográfica. Este estándar es extendido para soportar diferentes estándares de metadatos de información geográfica e incluso se ofrecen diferentes métodos de consulta para distintos estándares de metadatos. El catálogo permite a los proveedores de servicios de datos publicar sus características para ser localizados y describe detalladamente los datos que ofrece. Estas descripciones pueden ser hechas siguiendo distintos estándares de metadatos geográficos: ISO 19115 o FGDC por ejemplo. El estándar de servicios de catálogos define métodos para publicar metadatos y para consultarlos. Además define una funcionalidad especial llamada "Harvesting" para recolectar metadatos alojados en otros servidores de catálogos, lo que permite que las consultas realizadas por usuarios puedan ser distribuidas.

Es de destacar que los estándares WMS y WFS prevén un conjunto de parámetros obligatorios y algunos opcionales, pero todos son funcionales. Es decir, estos protocolos no tienen incorporado ningún tipo de seguridad.

El OGC ha propuesto el estándar **GeoXACML** [16] como un estándar de seguridad para brindar Control de Acceso a los Servicios WMS y WFS. Este estándar define en detalle cómo describir y luego aplicar políticas de control de acceso extendiendo el estándar **XACML** [17]

2.2.2 Tecnologías de Web Services GIS y productos asociados

A nivel de tecnologías, los Web Services GIS, más conocidos como OGC Web Services [6], están especificados en función de los estándares más simples de la web: el protocolo HTTP y el formato XML. Usando los métodos del protocolo HTTP (GET y POST) se realizan invocaciones a métodos fijos para enviar y recibir datos. Las descripciones de estos servicios describen principalmente la estructura de los datos que el WS ofrece, ya que los métodos son conocidos.

El software que provee los OGC web Services es conocido genéricamente como Servidor de Mapas [15] y puede correr tanto sobre un servidor Web como sobre un Servidor de Aplicaciones (dependiendo del producto).

Hay distintos productos de software que pueden ser clientes de un Servidor de Mapas. Si el cliente es web se lo llama Visualizador de Mapas (o simplemente Visualizador Web [15]) ya que las funciones que ofrecen son generalmente de consulta (al estilo Google Maps [18]). Los sistemas GIS desktop [15] tradicionales (centrados en producción y análisis de información geográfica) también han incorporado funcionalidades para conectarse con Servidores de Mapas usando los protocolos estándares.

2.3 Infraestructuras de Datos Espaciales

Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) son la plataforma tecnológica en conjunto con las políticas y los acuerdos organizacionales que permiten la disponibilidad y el acceso a los datos espaciales (o Información Geográfica) [7]. Además del software y los propios datos espaciales, son de gran importancia las políticas de uso de los datos espaciales y la forma de acceso a los mismos.

Las Infraestructuras de Datos Espaciales surgen a nivel estatal como una forma de no duplicar esfuerzos y lograr mayor eficiencia en la gestión de los datos espaciales. Dentro del Estado, si un organismo genera un juego de datos espaciales, puede ponerlos a disposición de otros organismos para que no tengan que volver a generarse.

Como casos destacados de IDE podemos citar los de la Unión Europea (INSPIRE) [19] y la IDE de España (IDEE) [20]. En Uruguay, la AGESIC ha tomado la coordinación de la iniciativa de creación de una IDE, existiendo el Grupo de Trabajo IDEUy [21]. Los servicios de la IDE uruguaya apuntan a integrarse con la Plataforma de Gobierno Electrónico del Uruguay, también coordinada por AGESIC.

3 Escenarios de uso de Servicios GIS en Plataformas de Gobierno Electrónico

En esta sección se presenta la motivación de escenarios relevantes de integración de servicios de información geográfica en una plataforma de gobierno electrónico. Si bien este es un análisis general se toma como plataforma de referencia la PGE de AGESIC Uruguay [10], tanto por interés en avanzar hacia la aplicación práctica de estas técnicas a nivel nacional, así como debido a las características avanzadas de la PGE que la convierten también en una plataforma modelo.

3.1 Escenario I - Consulta de información pública

Muchos organismos generan información de interés público, que puede ser utilizada tanto por otros organismos como por los ciudadanos o público en general. Este tipo de información es la básica sobre el territorio y debe tenerse publicada la última versión oficial. Como ejemplo podemos considerar el mapa político con los límites oficiales, la orografía, mapas topográficos, etc. En Uruguay el organismo que genera la cartografía oficial es el Servicio Geográfico Militar del Ministerio de Defensa [11]. Esta información es considerada básica y puede tener cambios en largos períodos de tiempo, sobre todo cuando hay avances tecnológicos que permiten generar una nueva versión del conjunto de datos con mayor exactitud.

En este escenario se prevé que la información publicada sea solamente de consulta ya que es de interés general. Por esto no se requieren controles estrictos de seguridad en el acceso a la información; sin embargo, es posible que se necesiten mecanismos de control para asegurar la disponibilidad. A nivel de protocolos esta información se puede brindar a través de servicios OGC [4] tanto WMS como WFS de sólo lectura.

Este escenario está pensado para ofrecer información básica general al público. Esta información estará disponible para el público en general, pero también puede ser de utilidad para funcionarios de diferentes organismos del estado. La información puede ser accedida desde visualizadores web o desde aplicaciones SIG de escritorio para realizar cruzamiento con información propia del usuario. Esto nos permite tener una única fuente referencia de información básica oficial, confiable y catalogada con sus metadatos.

Este escenario requiere el uso de mecanismos de auditoría para monitorear el uso del servicio y asegurar la disponibilidad del servicio. A medida que vaya creciendo la demanda sobre el servicio se deberá prever que la plataforma pueda soportarlo.

3.2 Escenario II - Servicios para públicos específicos

Algunos organismos pueden generar información de particular interés para otros organismos. Esto evitaría que el cliente tenga que asumir la tarea de generarlos, cuando ya hay un organismo experto en la generación de dicha información. Este caso puede ser el de la información meteorológica, que la genera la Dirección Nacional de Meteorología del Ministerio de Defensa [22]. La información meteorológica (tanto histórica como los pronósticos) es de especial utilidad para estudios medioambientales y para establecer acciones ante emergencias climáticas. Aunque la información meteorológica se publica a los ciudadanos por diferentes medios, allí se brinda resumida y para cortos períodos de tiempo.

En este escenario un organismo especializado en determinado tipo de información geográfica brinda servicios específicos para otro organismo de acuerdo a los requerimientos del organismo cliente. Dicha información se puede publicar tanto por WMS como WFS de sólo lectura ya que será accedida solamente para consulta. Se deberán proveer mecanismos de seguridad para control de acceso para asegurar que quienes acceden a estos servicios sean de los organismos para quienes fueron desarrollados. Esto es particularmente importante con datos que deben ser protegidos.

Este escenario permite que un organismo cliente pueda tener un acceso seguro a la información geográfica que necesita según los acuerdos que realice con el organismo proveedor de dicha información. Esto permite optimizar la generación de la información y que no se tengan que duplicar tareas generando la información en la organización cliente.

La limitación principal de este escenario es que el organismo cliente puede no cumplir sus funciones si no tiene acceso a la información provista por el organismo proveedor. Se debe asegurar la disponibilidad del servicio para que el organismo cliente pueda usar la información en sus tareas.

3.3 Escenario III – Colaboración para la generación de información geográfica

En muchas ocasiones un organismo es responsable de un conjunto de datos pero no tiene la posibilidad de mantener ese conjunto de datos muy actualizado. Esto puede pasar con organismos que tienen jurisdicción sobre grandes áreas del territorio. En algunos casos se tiene la posibilidad de trabajar en conjunto con organismos locales que conocen el territorio más de cerca. Esto permite que con la colaboración de organismos locales, se pueda actualizar el conjunto de datos global con mayor frecuencia y a menor costo.

Este escenario se basa en que el organismo central tiene acuerdos con los organismos locales para colaborar en la actualización de determinada información. Para esto el organismo central brinda un servicio que permita a los organismos colaboradores actualizar la información. Esto se puede hacer a través de un servicio WFS transaccional y requiere

seguridad adicional para validar que quiénes actualizan la información son los habilitados para hacerlo. A nivel del organismo central se deberá ir validando la actualización de la información y consolidándola en nuevas versiones del conjunto de datos.

Como ejemplo podemos considerar que el Ministerio de Transporte y Obras Públicas [MTO] es responsable de las rutas nacionales, pero podría contar con la colaboración de las Intendencias para mantener la información sobre su estado actualizada.

Este escenario tiene como limitación el requerir un fuerte control de seguridad para asegurar que quién actualiza la información es realmente un funcionario de un organismo colaborador. A su vez, es recomendable que el organismo central tenga un conjunto de datos oficial y otro conjunto de datos “en edición” hasta validar la información que recibe de sus colaboradores.

3.4 Escenario IV - Colaboración para la realización de procesos administrativos

En ocasiones uno o varios organismos que tienen participación en un trámite público, deben compartir datos para lograr brindar un servicio a los ciudadanos. Tradicionalmente el ciudadano consultaba información (en un formulario) en un organismo y lo llevaba a otro para realizar un trámite. Esto se puede hacer más eficientemente si el segundo organismo consulta online dicha información, ahorrándole tiempo y costos al ciudadano. Esto ocurre por ejemplo con la información catastral al realizar modificaciones sobre los padrones o la propiedad.

Este escenario requiere que ambos organismos hagan un acuerdo de datos a intercambiar, teniendo presente el proceso (o los procesos) en que está involucrado el intercambio. Para fijar ideas, podemos decir que el segundo organismo es cliente del primero. Entonces ambos organismos deben acordar qué consulta tiene que permitir el proveedor que el cliente realice (parámetros de entrada y datos de retorno) y en qué condiciones se puede usar dicha consulta. Puede ocurrir que la misma consulta pueda ser usada por diferentes clientes en diferentes condiciones (para diferentes procesos). Por esto los organismos que intervienen en el proceso deben acordar cómo se comunican el contexto del proceso en el que están trabajando.

En un caso más general, puede ocurrir que un proceso requiera la intervención de varios organismos en determinado orden, por lo que se deberá resolver nuevamente el problema del contexto del trámite y la coordinación del orden de intervención de los organismos. Otro problema que surge es que puede darse intercambio de información sensible, por lo que se requieren mecanismos de seguridad específicos, tanto para el acceso a las consultas, como para la transmisión de la información.

Dado que los procesos administrativos generalmente son gestionados desde sistemas de expediente, este escenario requerirá la integración del intercambio de información geográfica en dichos sistemas. Los usuarios destinatarios de este escenario son los funcionarios de los organismos involucrados en el proceso administrativo.

Este escenario ofrece la ventaja de incrementar la interacción online de los organismos, permitiendo agilizar los procesos administrativos y brindar mejores servicios a los funcionarios. Los principales problemas para implementar este escenario son: la buena coordinación institucional (para lograr coordinar los sistemas de diferentes organismos) y el crecimiento de la complejidad cuando participan más de dos organizaciones. Aquí aparece una oportunidad de usar los servicios de coordinación de procesos de la Plataforma de Gobierno Electrónico.

De acuerdo al tipo de proceso puede ser necesario tanto brindar servicios de consulta de información, como servicios de actualización de información.

3.5 Escenario V - Generación Comunitaria de Datos (VGI¹)

En varias áreas de aplicación es interesante contar con información provista por los usuarios y permitir la participación ciudadana. Esta modalidad se conoce en la literatura de GIS como Volunteered Geographic Information [24]. La modalidad VGI se puede aplicar al reporte de información del territorio sobre diferentes temas: estado de pavimento, tránsito, ocurrencia de fenómenos climáticos puntuales, etc. Para esto son necesarios mecanismos para que los ciudadanos puedan ingresar información y poder controlar el ciclo de vida de dicha información. Por un lado hay que brindar mecanismos amigables para que los ciudadanos puedan ingresar información fácilmente; pero por otro lado hay que auditar el proceso de ingreso de datos para lograr buena confianza en esos datos. Sin olvidar que para estimular la participación es necesario que la información ingresada quede accesible inmediatamente para la comunidad. Ejemplo: monitoreo medioambiental, reporte estadístico.

Este escenario requiere que el organismo interesado en generar una comunidad para la generación colaborativa de datos geográficos brinde un sitio completo para esta comunidad. El usuario registrado en la comunidad podrá ingresar información, generalmente de granularidad muy fina (una ocurrencia de algún fenómeno en un punto), y consultar la información ingresada por otros miembros de la comunidad.

Este escenario nos permite tener información voluntaria de los ciudadanos que de otra forma sería muy difícil o costosa de obtener siguiendo los procedimientos tradicionales de generación de información geográfica. Aunque esta información no sea exhaustiva, puede ser usada como un insumo extra para análisis espaciales en organismos públicos y a su vez servir de referencia para los integrantes de la comunidad.

¹ VGI: Volunteered Geographic Information

4 Descripción Técnica de los escenarios de integración

4.1 Escenario I – Información Pública

Este escenario se caracteriza por incluir servicios de información geográfica pública destinados al público en general así como a funcionarios del estado. La información se publica por servicios web que pueden ser accedidos tanto desde Visualizadores en la Web como desde un software GIS de escritorio.

La IDE estatal tendrá su propio geoportal alojado en la Plataforma de Gobierno Electrónico, siendo este uno de los sitios a los que el público en general podrá acceder.

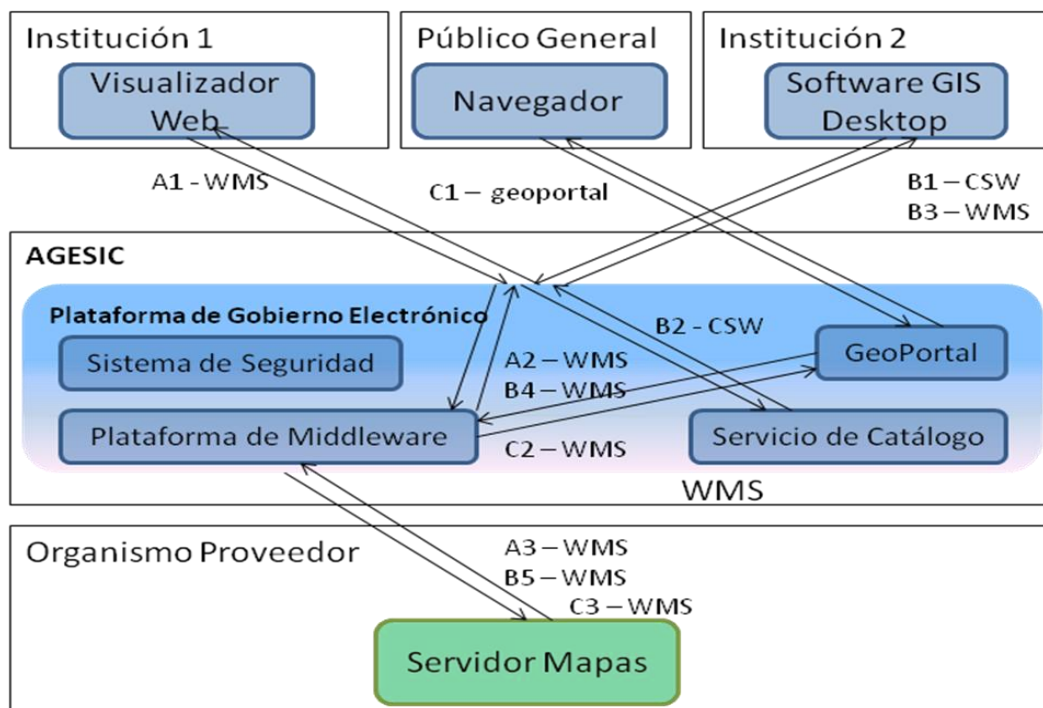


Figura 1 - Escenario de Información Pública

En la Figura 1 se muestra la arquitectura y el funcionamiento general de este escenario. Se consideran diferentes organismos: un Organismo Proveedor de la Información, la Plataforma de AGESIC como mediadora y varios clientes que pueden ser tanto instituciones como público en general. También se aprecia que al ofrecer la información geográfica a través de servicios estándar, se puede usar una variedad de clientes. En el dominio de AGESIC se muestra la Plataforma de Gobierno Electrónico y los servicios necesarios para este escenario.

En la Figura 1 se muestran los flujos de invocaciones que generan distintos tipos de usuarios al acceder a la información geográfica. El Flujo A (pasos A1, A2, A3) muestra cómo un usuario de una institución accede desde un Visualizador Web. El Flujo B (pasos B1, B2, B3, B4 y B5)

muestra cómo un usuario avanzado consulta el catálogo de servicios y luego de conocer los datos del servicio realiza invocaciones usando el protocolo WMS. El Flujo C (pasos C1, C2, C3) representa las invocaciones que se hacen cuando un usuario del público general accede al geoportal de la PGE.

Finalmente se muestra que el Organismo Proveedor solamente tiene que ofrecer servicios de mapas simples, dejando la complejidad de las comunicaciones en la Plataforma de Gobierno Electrónico. En las siguientes secciones entraremos en detalle sobre las interacciones que se muestran en la Figura 1.

Desde el punto de vista de seguridad y robustez lo que se prevé es balanceo de carga para asegurar la Calidad de Servicio (QoS) y permitir la protección ante posibles ataques de Denegación de Servicio (DoS).

4.1.1 Forma de Uso de la Plataforma

En este escenario la PGE tiene un rol de mediador ofreciendo además el Servicio de Catálogo, que sirve a los usuarios para localizar la información que necesitan. Como los Servicios de Mapas son Data Services, los metadatos almacenados en el Servicio de Catálogo contienen la descripción de la información que brinda el Organismo Proveedor.

En el caso A, el Servicio de Catálogo lo usa un desarrollador para programar en el visualizador web el acceso directo al servicio de mapas del Organismo Proveedor. En el caso B un usuario avanzado usa el Servicio de Catálogo para descubrir online la información disponible. Luego que elige el servicio que necesita configura su cliente desktop para que realice los pedidos al Servicio de Mapas. En el caso C el usuario (Público General) accede al geoportal para consultar la información publicada. En este caso el geoportal ya conoce el servicio que necesita.

En todos los casos los pedidos al Servicio de Mapas del Organismo Proveedor pasar por el mediador de la Plataforma de Gobierno Electrónico. De este modo la Plataforma puede proteger al servicio proveedor regulando la cantidad de pedidos que le envía y pudiendo aplicar estrategias de defensa ante ataques de DoS (Denial Of Service).

En resumen, en este escenario la plataforma brinda el acceso al servicio proveedor para los distintos tipos de clientes realizando una virtualización de servicios (siendo mediador de localización). Esto le permite realizar balanceo de carga y aplicar protección ante ataques.

4.1.2 Protocolos

En el esquema de la Figura 1 se muestra que los datos son accedidos mediante protocolo WMS. Como se describe en la sección 2.2.1, este protocolo es el más simple y eficiente para el acceso a información geográfica por parte de usuarios finales. El Organismo Proveedor puede ofrecer además servicios WFS básicos para los usuarios más avanzados que quieran obtener una versión procesable de los datos geográficos.

Para documentar qué información se está proveyendo se usan metadatos de información geográfica que se publican a través del protocolo CSW que es implementado por el Servicio de Catálogo. En este servicio se publica la estructura de la información geográfica, la temática, sus condiciones de uso (entre otros metadatos estándar de IG) y también la dirección del servicio de mapas que los brinda.

La restricción que plantea este escenario es que para acceder a los datos el cliente debe usar el mismo protocolo que el proveedor. El protocolo WMS es el más extendido en su uso y a no ser por problemas de versiones, no debería haber grandes incompatibilidades que impidan el acceso a la información. En el caso del protocolo WFS puede haber mayor variación ya que el protocolo define un conjunto de operaciones obligatorias y otras opcionales. Si el usuario requiere alguna de las operaciones opcionales puede no tenerlas disponibles.

4.1.3 Tipos de Operaciones

Considerando el protocolo WMS los usuarios usarán (a través de los distintos clientes) las siguientes operaciones:

- **WMS - getMap** - esta operación recibe un conjunto de parámetros (lista de capas, área solicitada, tamaño de la imagen resultado, etc.) y devuelve una imagen que es la representación gráfica de la información solicitada (generalmente recibirá la información geométrica o espacial, pero no la información temática detallada). Esto es un mapa pensado para un usuario final que no es procesable automáticamente (solamente sirve para visualización). Si el usuario final desea obtener detalle de la información temática usará la siguiente operación.

- **WMS - getFeatureInfo** - esta operación recibe un conjunto de parámetros (lista de capas, punto de referencia, área de trabajo, etc.) y devuelve la información temática de las geometrías presentes en el punto de referencia (o cercanas con cierto radio de tolerancia). Entre los parámetros opcionales se puede considerar un límite máximo de “registros” a devolver.

El protocolo WFS tiene operaciones equivalentes de consulta de datos pero siempre devuelven la información en GML, permitiendo que el usuario reciba una “copia” digital completa de los datos. De esta forma el usuario podría realizar procesamientos posteriores con la información consultada.

En relación a los tipos de datos que se manejan y a su granularidad, como WMS devuelve una imagen de acuerdo al tamaño pedido, no surge un problema de sobrecarga en la información transferida ante una solicitud de una gran cantidad de entidades. Otra característica importante es que el WMS puede manejar tanto información vectorial como información raster para generar la imagen resultado. El protocolo WFS solamente maneja información vectorial y usa formatos XML para representar todas las variedades de datos: puntos, líneas, polígonos, etc.

4.1.4 Actores Involucrados

En este escenario el actor principal es el usuario final que accede a la información geográfica a través de distintos sistemas cliente: geoportal, visualizador web o cliente GIS desktop.

El mediador en las comunicaciones de acceso a la información geográfica es la PGE.

Finalmente quién juega el rol de proveedor es el Organismo que publica la Información Geográfica.

4.1.5 Mecanismos de Seguridad

Este escenario solamente requiere servicios de auditoría como mecanismo de seguridad (con baja prioridad), ya que la información publicada y accedida es pública y el usuario puede ser anónimo. Además de esto, se requiere que la Plataforma de Gobierno Electrónico brinde servicios de seguridad para asegurar el nivel del servicio proveedor; esto es, mecanismos de defensa ante posibles ataques y mecanismos de optimización en el uso de las comunicaciones.

4.1.6 Productos de Software

En este escenario se requiere el uso de los siguientes productos de software:

- Servidor de Mapas - servicios base en el Organismo Proveedor.
- Servidor Web - tanto para el geoportal como para el visualizador web.
- Servidor de Aplicaciones - para brindar el Catálogo de Servicios.
- ESB - cumple tareas de ruteo como Plataforma de Middleware para la mediación en la invocación de los servicios del organismo proveedor.
- Clientes - geoportal, visualizador web, software GIS

4.1.7 Coordinación Institucional

La implementación de este escenario requiere que el Organismo Proveedor coordine con AGESIC como organismo gestor de la Plataforma de Gobierno Electrónico. Esta coordinación se realiza en varios niveles.

A nivel técnico se requieren los acuerdos para establecer la mediación. El Organismo Proveedor debe establecer los Términos de Uso de la información geográfica que publica (aunque sean datos públicos se pueden establecer restricciones en su uso).

A más alto nivel, de la negociación entre el Organismo Proveedor y AGESIC surgirá la política de Nivel de Servicio que tendrá el servicio de mapas que se ofrece a través de la Plataforma de Gobierno Electrónico.

4.2 Escenario II – Servicios para públicos específicos

Este escenario está pensado para públicos específicos, que necesitan acceder a información detallada de un organismo proveedor. La información se publica a través de servicios web estándar para que pueda ser accedida por los clientes que la necesitan. El público serán funcionarios especializados que usan un Software GIS Desktop. Además del rol de mediador, la Plataforma de Gobierno Electrónico (PGE) realiza controles de Seguridad (autenticación y autorización).

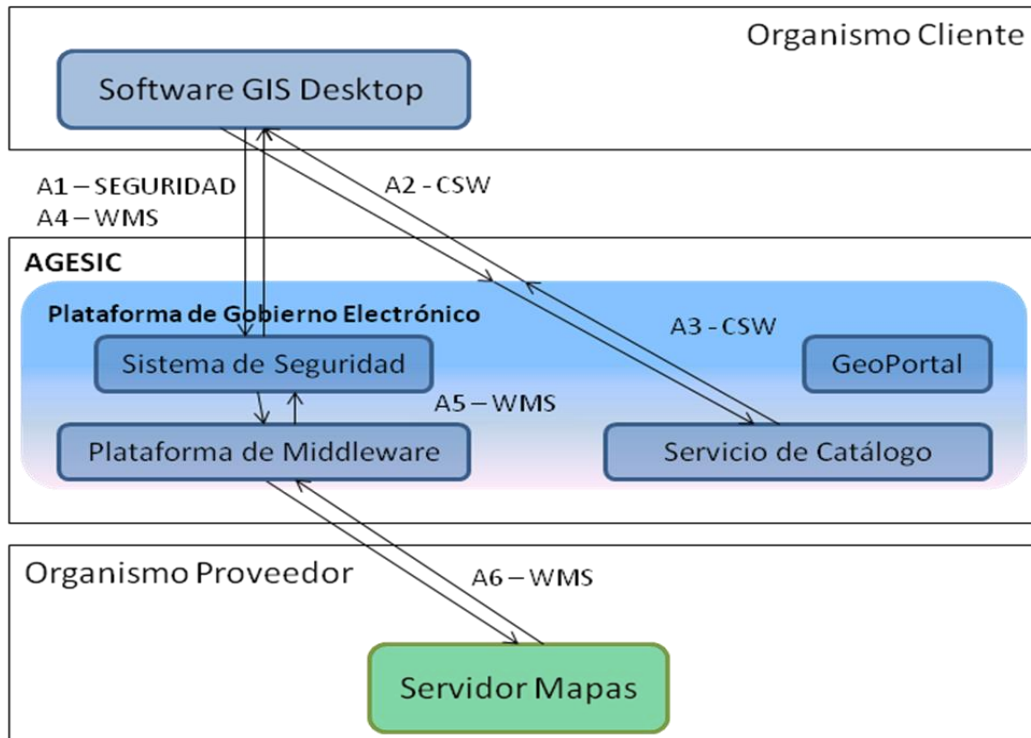


Figura 2 - Escenario de Información para público específico

En la Figura 2; Error! No se encuentra el origen de la referencia. se muestra la arquitectura y el funcionamiento general de este escenario. Se consideran diferentes organismos: un Organismo Proveedor de la Información, la PGE como mediadora y un Organismo Cliente que es el que requiere la información específica. Como esta información específica está pensada para los funcionarios de un Organismo Cliente, se usará el Sistema de Seguridad de la PGE para controlar accesos no autorizados a la información.

En este escenario se presenta un flujo de uso (A) en el que el usuario debe autenticarse ante los mecanismos de seguridad. Luego de esto puede consultar el servicio de catálogo para localizar la información que necesita. Con la información de localización de la información podrá realizar pedidos al Organismo Proveedor que pasarán siempre por el Sistema de Seguridad de la PGE. Los pedidos también pasan por la Plataforma de Middleware que brinda los mecanismos de localización del proveedor del servicio.

4.2.1 Forma de Uso de la Plataforma:

En este escenario la PGE tiene un rol de mediador ofreciendo Servicios de Seguridad y el Servicio de Catálogo, que sirve a los usuarios para localizar la información que necesitan. Como los Servicios de Mapas son Data Services, los metadatos almacenados en el Servicio de Catálogo contienen la descripción de la información que brinda el Organismo Proveedor.

Los usuarios deberán autenticarse para poder consultar la información específica y pasar controles de acceso de la PGE para asegurar que tiene los permisos para acceder a dicha información.

Luego de autenticado, el usuario avanzado usa el Servicio de Catálogo para descubrir online la información disponible. Hecho esto, elige el servicio que necesita y configura su cliente desktop para que realice los pedidos al Servicio de Mapas.

En todos los casos los pedidos al Servicio de Mapas del Organismo Proveedor pasar por el Sistema de Seguridad para que la PGE pueda aplicar las políticas de control de acceso a los datos. De allí el pedido pasará por el mediador de la PGE. De este modo la PGE puede proteger al servicio proveedor regulando la cantidad de pedidos que le envía y pudiendo aplicar estrategias de defensa ante ataques de DoS (Denial Of Service).

En resumen, en este escenario la plataforma brinda el acceso al servicio proveedor aplicando políticas de seguridad y realizando una virtualización de servicios (siendo mediador de localización). Esto le permite aplicar controles para asegurar la información, realizar balanceo de carga y aplicar protección ante ataques.

4.2.2 Protocolos:

En el esquema de la Figura 2 se muestra que los datos son accedidos mediante protocolo WMS. Como se describe en la sección 2.2.1, este protocolo es el más simple y eficiente para el acceso a información geográfica por parte de usuarios finales. El Organismo Proveedor puede ofrecer además servicios WFS básicos para los usuarios que quieran obtener una versión procesable de los datos geográficos.

Para documentar qué información se está proveyendo se usan metadatos de información geográfica que se publican a través del protocolo CSW que es implementado por el Servicio de Catálogo. En este servicio se publica la estructura de la información geográfica, la temática, sus condiciones de uso (entre otros metadatos estándar de IG) y también la forma de acceder al servicio de mapas que los brinda. Esto no quita que el acceso se realiza a través de la PGE para usar la seguridad que la misma brinda.

La restricción que plantea este escenario es que para acceder a los datos el cliente debe usar el mismo protocolo que el proveedor. El protocolo WMS es el más extendido en su uso y tiene amplio soporte en los clientes desktop. En el caso del protocolo WFS se considera que para consultar información solamente se usarán los métodos del WFS Básico. Pudiendo el usuario usar cualquiera de los dos si el proveedor los soporta.

En lo que respecta a la PGE, los servicios de Seguridad se basan en los protocolos WS-Security que extienden la especificación de WS SOAP para permitir agregar credenciales de la identidad del usuario (y su pertenencia al organismo cliente). Los protocolos WMS y WFS no permiten el agregado de nuevos parámetros para mantener la sesión. Por esto, la responsabilidad de autenticar al usuario y aplicar los controles de acceso a lo largo de la sesión es una tarea compleja que debe realizar la PGE.

4.2.3 Tipos de Operaciones:

Considerando el protocolo WMS los usuarios usarán las siguientes operaciones:

- **WMS - getMap** - esta operación recibe un conjunto de parámetros (lista de capas, área solicitada, tamaño de la imagen resultado, etc.) y devuelve una imagen que es la representación gráfica de la información solicitada (generalmente recibirá la información geométrica o espacial, pero no la información temática detallada). Esto es un mapa pensado para un usuario final que no es procesable automáticamente (solamente sirve para visualización). Si el usuario final desea obtener detalle de la información temática usará la siguiente operación.

- **WMS - getFeatureInfo** - esta operación recibe un conjunto de parámetros (lista de capas, punto de referencia, área de trabajo, etc.) y devuelve la información temática de las geometrías presentes en el punto de referencia (o cercanas con cierto radio de tolerancia). Entre los parámetros opcionales se puede considerar un límite máximo de “registros” a devolver.

El protocolo WFS provee operaciones equivalentes de consulta de datos pero siempre devuelven la información en GML, permitiendo que el usuario reciba una “copia” digital completa de los datos. De esta forma el usuario podría realizar consultas más complejas y procesamientos posteriores con la información consultada.

- **WFS - getFeature** - esta operación permite realizar consultas complejas pudiendo seleccionar qué capas se consultan, qué atributos se desean obtener y aplicar filtros (incluso condiciones espaciales) para obtener resultados en GML. De esta forma el software cliente puede obtener datos para hacer procesamientos posteriores.

En relación a los tipos de datos que se manejan y a su granularidad, como WMS devuelve una imagen de acuerdo al tamaño pedido, no surge un problema de sobrecarga en la información transferida ante una solicitud de una gran cantidad de entidades. Otra característica importante es que el WMS puede manejar tanto información vectorial como información raster para generar la imagen resultado. El protocolo WFS solamente maneja información vectorial y usa formatos XML para representar todas las variedades de datos: puntos, líneas, polígonos, etc.

En lo referente a las operaciones sobre la PGE, se requiere que brinde algún tipo de servicio de Autenticación y que luego aplique controles de acceso para asegurar que es el mismo usuario que autenticó el que está accediendo a la información. En la PGE de AGESIC la

autenticación se realiza usando WS-Security y WS-Trust manejando identidad federada entre los diferentes organismos del estado.

4.2.4 Actores Involucrados:

En este escenario el actor principal es un funcionario del Organismo Cliente que accede a la información geográfica a través de un cliente GIS desktop.

El mediador en las comunicaciones de acceso a la información geográfica es la PGE. La PGE también es la que brinda los servicios de seguridad y control de acceso.

Finalmente quién juega el rol de proveedor es el Organismo que publica la Información Geográfica.

4.2.5 Mecanismos de Seguridad:

Este escenario requiere un fuerte uso de mecanismos de seguridad: Autenticación y Autorización, para asegurar que solamente los funcionarios del Organismo Cliente acceden a la información publicada por el Organismo Proveedor. También se usarán servicios de auditoría como mecanismo secundario de seguridad (con baja prioridad).

Además de esto, se requiere que la Plataforma de Gobierno Electrónico brinde servicios de seguridad para asegurar el nivel del servicio proveedor; esto es, mecanismos de defensa ante posibles ataques y mecanismos de optimización en el uso de las comunicaciones.

4.2.6 Productos de Software Involucrados:

En este escenario se requiere el uso de los siguientes productos de software:

- Servidor de Mapas - servicios base en el Organismo Proveedor.
- Servidor de Aplicaciones - para brindar el Catálogo de Servicios.
- ESB - cumple tareas de ruteo como Plataforma de Middleware para la mediación en la invocación de los servicios del organismo proveedor.
- Clientes - software GIS desktop

Es de destacar que el cliente GIS desktop puede necesitar ser adaptado para poder cumplir los mecanismos de seguridad (autenticación y autorización).

4.2.7 Coordinación Institucional:

La implementación de este escenario requiere que los Organismos (Proveedor y Cliente) coordinen entre ellos la especificación de la información a proveer/consultar. Además, ambos organismos deber coordinar con AGESIC como organismo gestor de la PGE, la forma de implementar la comunicación a través de la PGE y de definir las políticas de seguridad.

A nivel técnico se requieren los acuerdos para establecer los controles de seguridad y la mediación. Esto abarca desde las credenciales que presentarán los clientes hasta la dinámica de definición de las políticas de seguridad.

En otro nivel, el cliente y el proveedor deberán acordar la estructura de los datos a publicar, el nivel de detalle, la cobertura y la frecuencia de actualización, entre otros ítems.

A más alto nivel, de la negociación entre el Organismo Proveedor y AGESIC surgirá la política de Nivel de Servicio que tendrá el servicio de mapas que se ofrece a través de la PGE, de acuerdo al uso que se haga de las prestaciones de mediación.

4.3 Escenario III – Colaboración inter-institucional para la generación de Información Geográfica

Este escenario está pensado para la colaboración entre organismos en la generación de Información Geográfica. Los usuarios serán funcionarios de las Instituciones que colaboren con el Organismo Proveedor. Dicho organismo ofrecerá a sus colaboradores un servicio WFS-Transaccional a través del cual podrán ingresar y actualizar información. El Organismo Proveedor a su vez ofrece la información a otras instituciones para su consulta. La Plataforma de Gobierno Electrónico (PGE) cumple el rol de mediador y brinda los servicios de seguridad.

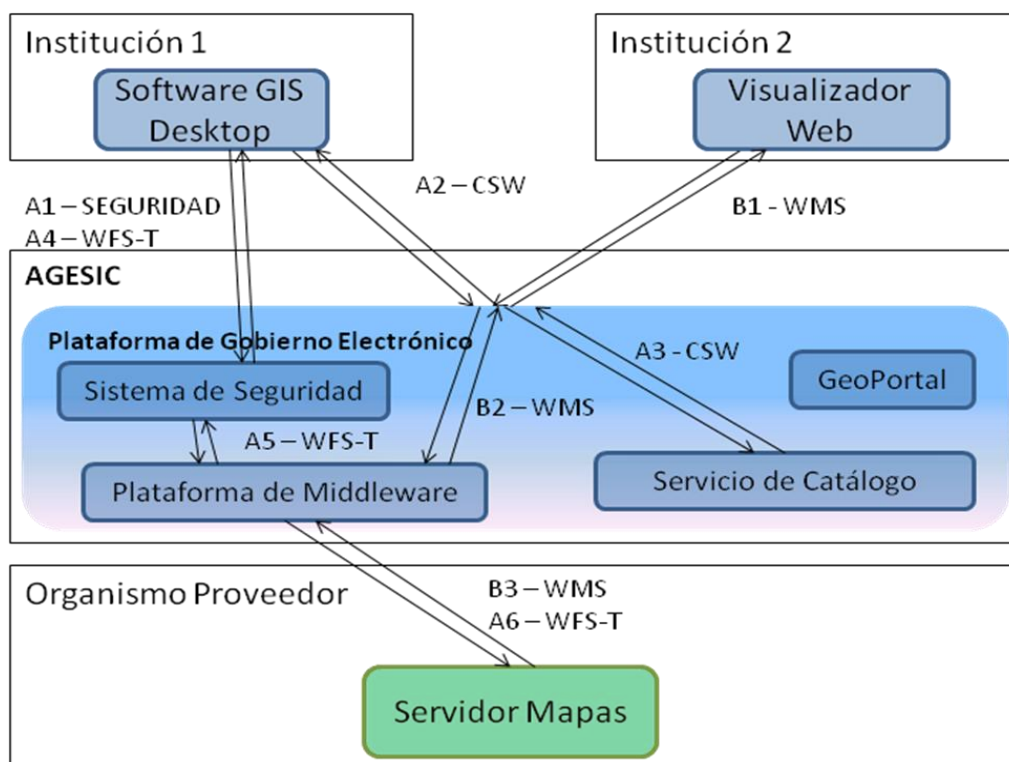


Figura 3 - Escenario de Colaboración para la Generación de Información Geográfica

En la Figura 3 se ve que la Institución 1 es una institución colaboradora, cuyos funcionarios, con los debidos controles de seguridad, pueden acceder al servicio WFS-T para ingresar información (Flujo A). Es posible que dichos funcionarios tengan que localizar el servicio a través de servicio de catálogo (pasos A2, A3).

En el Flujo B se muestra como otras instituciones consultan la información generada por las instituciones colaboradoras, accediendo a los servicios del Organismo Proveedor. Este acceso podría darse en las condiciones del Escenario I o del Escenario II. Además, el Organismo Proveedor puede realizar internamente la validación de la información que recibe de sus

colaboradores. Esto le permite, por ejemplo, tener una versión de los datos recién recibidos y otra versión de los datos validados.

4.3.1 Forma de Uso de la Plataforma:

En este escenario la PGE tiene un rol de mediador ofreciendo Servicios de Seguridad y el Servicio de Catálogo, que sirve a los usuarios para localizar la información que necesitan. Como los Servicios de Mapas son Data Services, los metadatos almacenados en el Servicio de Catálogo contienen la descripción de la información que brinda el Organismo Proveedor.

Los usuarios de las instituciones colaboradoras deberán autenticarse para poder ingresar y actualizar la información del Organismo Proveedor.

Luego de autenticado, el usuario avanzado puede usar el Servicio de Catálogo para descubrir la localización de los servicios WFS-T. Luego que elige el servicio que necesita, configura su cliente desktop para que se conecte al Servicio de Mapas.

En todos los casos los pedidos al Servicio de Mapas del Organismo Proveedor pasar por el Sistema de Seguridad para que la PGE pueda aplicar las políticas de control de acceso, permitiendo solamente el acceso a los funcionarios de las instituciones colaboradoras. De allí los pedidos pasarán por el mediador de la PGE. De este modo la PGE puede proteger al servicio proveedor regulando la cantidad de pedidos que le envía y pudiendo aplicar estrategias de defensa ante ataques de DoS (Denial Of Service).

En resumen, en este escenario la plataforma brinda el acceso al servicio proveedor aplicando políticas de seguridad y realizando una virtualización de servicios (siendo mediador de localización). Esto le permite aplicar controles para asegurar el acceso de escritura, realizar balanceo de carga y aplicar protección ante ataques.

4.3.2 Protocolos:

El centro de este escenario es el protocolo WFS-Transaccional ofrecido por el Organismo Proveedor para que los funcionarios de las Instituciones Colaboradoras puedan acceder y modificar la información geográfica que les corresponde.

Además se puede requerir emplear el protocolo CSW para localizar los servicios deseados (o conocer su especificación detallada). También se usará el protocolo WMS para publicar la información generada colaborativamente.

Este escenario requiere que el Organismo Proveedor y las Instituciones Colaboradoras acuerden el formato de los datos a ingresar y su representación. Por ejemplo, las carreteras pueden representarse con líneas continuas o con secuencias de segmentos de líneas, e incluso se podrían emplear polígonos si queremos representar su superficie.

Por su parte, la PGE para brindar la seguridad emplea protocolos WS-Security para permitir la autenticación de los usuarios y el control de la autorización.

4.3.3 Tipos de Operaciones:

Considerando el protocolo WFS-T los usuarios necesitarán las siguientes operaciones:

- **WFS - getFeature** - se usará para obtener la información actual. Dicha información puede ser editada o solamente usada como referencia.
- **WFS - Transaction** - se usará para editar la información correspondiente. Generalmente se editará un tipo de datos por vez (una capa) y se trabajará en una entidad geográfica a la vez. Esta operación recibe como uno de sus parámetros la función que se desea que se ejecute con los datos transferidos: Insert, Update, Delete.
- **WFS - LockFeature** - esta es una operación opcional que se podrá usar para evitar que dos usuarios editen la misma entidad a la vez, si el software cliente y el servidor de mapas la soportan.

Para conocer la estructura de los datos a la hora de editarlos, el cliente puede usar el método WFS - DescribeFeatureType. Esto le da la estructura en la que deberá ingresar los datos pero no la lógica de la representación. Como el protocolo WFS trabaja con estructuras XML se pueden intercambiar datos de cualquier granularidad: desde un solo objeto geográfico hasta un conjunto completo.

Este escenario también presenta la posibilidad de que luego se consulte la información actualizada mediante el protocolo WMS. Su uso y las operaciones que provee ya fueron presentados en el Escenario I.

4.3.4 Actores Involucrados:

En este escenario los actores principales son los funcionarios de las Instituciones Colaboradoras que acceden a través de un cliente GIS desktop a los servicios del Organismo Proveedor para actualizar la información geográfica.

El mediador en las comunicaciones de acceso a la información geográfica es la PGE. La PGE también es la que brinda los servicios de seguridad y control de acceso.

Finalmente quién juega el rol de proveedor es el Organismo Proveedor que permite que actualicen su información. Luego el Organismo Proveedor puede publicar la información actualizada, pudiendo realizar controles de calidad de la misma en el proceso.

4.3.5 Mecanismos de Seguridad:

Este escenario requiere un fuerte uso de mecanismos de seguridad: Autenticación y Autorización, para asegurar que solamente los funcionarios de las Instituciones Colaboradoras puedan acceder a actualizar la información del Organismo Proveedor. También se usarán servicios de auditoría como mecanismo secundario de seguridad (con baja prioridad).

Además de esto, se requiere que la Plataforma de Gobierno Electrónico brinde servicios de seguridad para asegurar el nivel del servicio proveedor; esto es, mecanismos de defensa ante posibles ataques y mecanismos de optimización en el uso de las comunicaciones.

4.3.6 Productos de Software Involucrados:

En este escenario se requiere el uso de los siguientes productos de software:

- Servidor de Mapas - servicios base en el Organismo Proveedor.
- Servidor de Aplicaciones - para brindar el Catálogo de Servicios.
- ESB - cumple tareas de ruteo como Plataforma de Middleware para la mediación en la invocación de los servicios del organismo proveedor.
- Clientes - software GIS desktop (para edición), visualizador Web (para consulta)

Es de destacar que el cliente GIS desktop puede necesitar ser adaptado para poder cumplir los mecanismos de seguridad (autenticación y autorización).

4.3.7 Coordinación Institucional:

La implementación de este escenario requiere que los Organismos (Proveedor e Instituciones Colaboradoras) coordinen entre ellos la especificación de la información sobre la cual trabajarán. Además, ambos organismos deber coordinar con AGESIC como organismo gestor de la PGE, la forma de implementar la comunicación a través de la PGE y de definir las políticas de seguridad.

A nivel técnico se requieren los acuerdos para establecer los controles de seguridad y la mediación. Esto abarca desde las credenciales que presentarán los clientes hasta la dinámica de definición de las políticas de seguridad.

En otro nivel, el cliente y el proveedor deberán acordar la estructura de los datos a trabajar: la estructura, la forma de representación, el área de trabajo de cada Institución Colaboradora (podría ser una Institución Departamental colaborando con un Organismo Nacional), la frecuencia de actualización, entre otros detalles del proceso de colaboración.

A más alto nivel, de la negociación entre el Organismo Proveedor y AGESIC surgirá la política de Nivel de Servicio que tendrá el servicio de mapas que se ofrece a través de la PGE, de acuerdo al uso que se haga de las prestaciones de mediación.

4.4 Escenario IV – Colaboración para la realización de procesos

Este escenario está pensado para la colaboración entre organismos para la realización de procesos administrativos. Los usuarios serán funcionarios de las Instituciones que colaboren para la realización de los procesos. Un organismo puede ofrecer servicios de consulta o de actualización de la información que él gestiona. De acuerdo a las necesidades del proceso distintos organismos colaboradores pueden jugar diferentes papeles y necesitar distintas formas de comunicación.

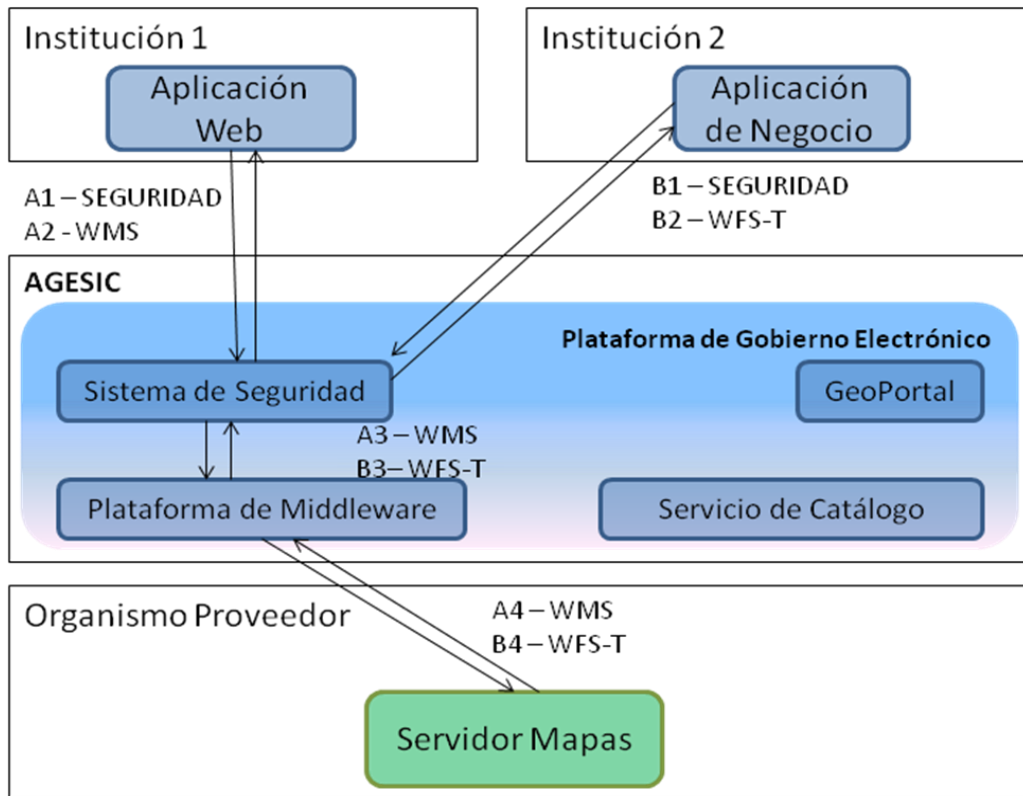


Figura 4 - Escenario IV Colaboración para la realización de procesos

En la Figura 4 se muestran dos posibles vinculaciones para la realización de procesos. En este caso el Organismo Proveedor brinda a la Institución 1 la posibilidad de consultar Información Geográfica (quizás restringida). En el Flujo A vemos que la Institución 1 posee una Aplicación Web responsable del proceso que realiza (podría ser un sistema de expediente o una aplicación hacia el público). Dicha aplicación puede solamente necesitar información de referencia del Organismo Proveedor, pero dicho Organismo necesita saber que es la Institución 1 quién la está solicitando. Por esto se necesitan controles de seguridad.

En el Flujo B se muestra otra posible interacción en la realización de procesos, la Institución 2 tiene que comunicarle información al Organismo Proveedor. Para esto el Organismo Proveedor, contando con los mecanismos de seguridad apropiados, ofrece un servicio WFS-T.

4.4.1 Forma de Uso de la Plataforma:

En este escenario la PGE tiene roles de coordinación y mediación, ofreciendo los Servicios de Seguridad y de Catálogo como servicios básicos. También puede brindar mecanismos de coordinación de procesos de negocio si el proceso a implementar es muy complejo o se realiza entre más de dos organismos.

Los usuarios de las instituciones colaboradoras deberán autenticarse para poder ingresar y consultar o actualizar la información del Organismo Proveedor.

Luego de autenticado el usuario, desde el software en el que realiza el proceso, accederá a los servicios que necesite del Organismo Proveedor. Esto puede ser tanto una consulta como una actualización de información.

En todos los casos los pedidos al Servicio de Mapas del Organismo Proveedor pasar por el Sistema de Seguridad para que la PGE pueda aplicar las políticas de control de acceso, permitiendo solamente el acceso a los funcionarios de las instituciones participantes en el proceso. De allí los pedidos pasarán por el mediador de la PGE. De este modo la PGE puede proteger al servicio proveedor regulando la cantidad de pedidos que le envía y pudiendo aplicar estrategias de defensa ante ataques de DoS (Denial Of Service).

En resumen, en este escenario la plataforma brinda el acceso al servicio proveedor aplicando políticas de seguridad y realizando una virtualización de servicios (siendo mediador de localización). Esto le permite aplicar controles para asegurar el acceso de escritura, realizar balanceo de carga y aplicar protección ante ataques. La PGE también puede realizar funciones de coordinación central del proceso si esto es necesario.

4.4.2 Protocolos:

De acuerdo a las necesidades del proceso a realizar pueden usarse tanto protocolos de consulta (WMS y WFS básico) como un protocolo que permita la actualización de la información: WFS-Transaccional.

A nivel de la PGE pueden usarse otros protocolos para la gestión del proceso administrativo, como por ejemplo funcionalidades de Orquestación de Servicios o coordinación.

4.4.3 Tipos de Operaciones:

Para el caso en que el proceso solamente requiera consulta de información, estamos en el caso del Escenario II - Información para público específico. Aquí se pueden usar tanto los métodos de WMS como de WFS básico.

En el caso en que el proceso requiera actualizar (o ingresar) información, estaremos en la situación del Escenario III - Colaboración para la generación de Información. Aquí se necesitarán los métodos de WFS Transaccional. Dado que el proceso puede tener varios pasos puede ser necesario contar con la operación WFS - LockFeature (opcional según el estándar). En esa situación se tendrá que validar que el producto usado como Servidor de Mapas y el cliente soporten dicho método.

4.4.4 Actores Involucrados:

En este escenario los actores principales son los funcionarios de las Instituciones que participan en el proceso. Dichos funcionarios usan tanto sistemas web como aplicaciones empresariales para llevar adelante los procesos administrativos.

El mediador en las comunicaciones de acceso a la información geográfica es la PGE. La PGE también es la que brinda los servicios de seguridad y control de acceso. Una función muy importante que cumple la PGE en este escenario es la coordinación de las invocaciones a lo largo del proceso.

Finalmente quién juega el rol de proveedor es el Organismo Proveedor que permite que otras instituciones consulten su información o hagan actualizaciones. Este Organismo puede a su vez tener rol de cliente frente a otras instituciones si él mismo necesita consultar información.

4.4.5 Mecanismos de Seguridad:

Este escenario requiere un fuerte uso de mecanismos de seguridad: Autenticación y Autorización, para asegurar que solamente los funcionarios de las Instituciones participantes en el proceso puedan acceder a las funciones que brinda el Organismo Proveedor. También se usarán servicios de auditoría como mecanismo secundario de seguridad (con baja prioridad).

Además de esto, se requiere que la Plataforma de Gobierno Electrónico brinde servicios de seguridad para asegurar el nivel del servicio proveedor; esto es, mecanismos de defensa ante posibles ataques y mecanismos de optimización en el uso de las comunicaciones.

4.4.6 Productos de Software Involucrados:

En este escenario se requiere el uso de los siguientes productos de software:

- Servidor de Mapas - servicios base en el Organismo Proveedor.
- ESB - cumple tareas de ruteo como Plataforma de Middleware para la mediación en la invocación de los servicios del organismo proveedor.
- Clientes - sistema Web, aplicación empresarial.

Es de destacar que tanto el sistema web como la Aplicación Empresarial deben poder cumplir con los mecanismos de seguridad (autenticación y autorización) y ser clientes del protocolo elegido para la comunicación.

4.4.7 Coordinación Institucional:

La implementación de este escenario requiere que los Organismos participantes del proceso coordinen entre ellos la especificación de la información que intercambiarán. Además, los organismos deben coordinar con AGESIC como organismo gestor de la PGE, la forma de implementar la comunicación a través de la PGE y de definir las políticas de seguridad.

A nivel técnico se requieren los acuerdos para establecer los controles de seguridad y la mediación. Esto abarca desde las credenciales que presentarán los clientes hasta la dinámica de definición de las políticas de seguridad.

En otro nivel, los organismos deberán coordinar la secuencia del proceso a realizar y la información a intercambiar, teniendo en cuenta aspectos legales. Algunos de estos procesos pueden ser trámites legales que siguen reglamentos formales o incluso determinada legislación.

A más alto nivel, de la negociación entre el Organismo Proveedor y AGESIC surgirá la política de Nivel de Servicio que tendrá el servicio de mapas que se ofrece a través de la PGE, de acuerdo al uso que se haga de las prestaciones de mediación. También se tendrá que negociar la forma de coordinación del proceso, si es necesario que está se implemente a través de la PGE.

4.5 Escenario V – Generación Comunitaria de Datos (VGI)

Este escenario está pensado para que un organismo ponga a disposición del público en general mecanismos para la generación comunitaria de información geográfica (VGI²) [24]. Un organismo puede ofrecer los recursos técnicos para apoyar a una comunidad con interés en un tema, de forma que esta pueda generar y compartir información. Por ejemplo: el Ministerio de Medio Ambiente puede tener un sitio donde el público en general ingrese para reportar avistamiento de especies.

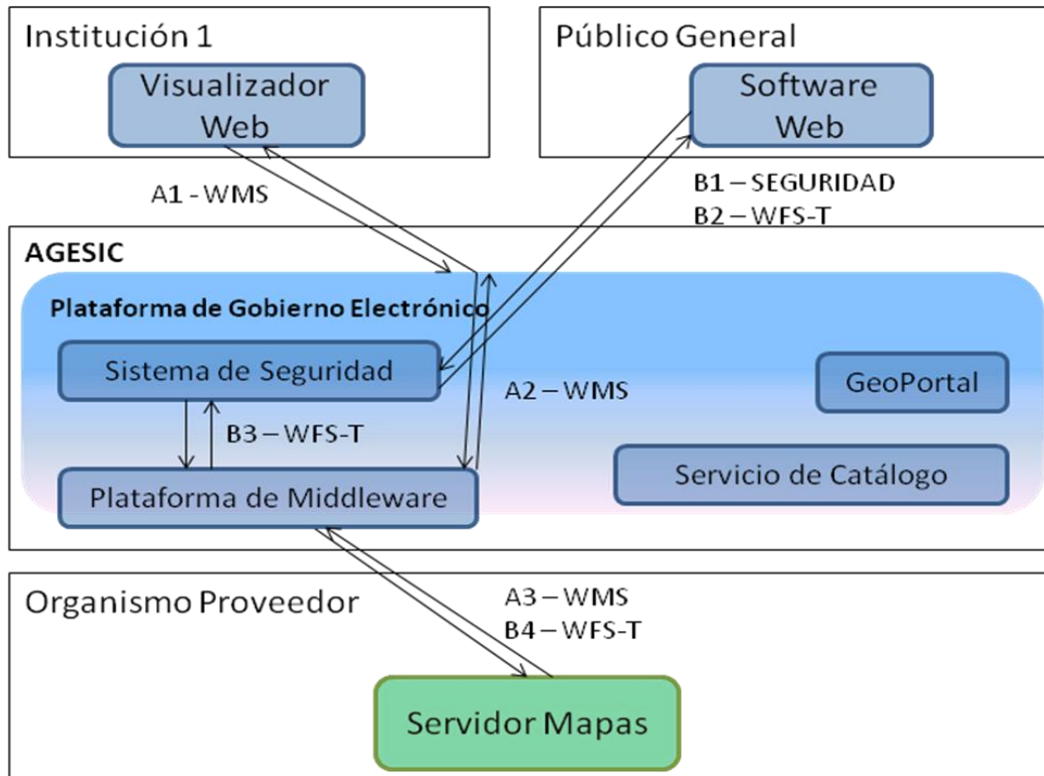


Figura 5 - Escenario de obtención de VGI

En la Figura 5 se ve que el público en general (o los integrantes de la comunidad de interés) usan un software web a través del cual se gestiona la comunidad y que permite el ingreso de información geográfica. Este sistema se apoya en los servicios de seguridad de la PGE y usa el protocolo WFS-T para enviar la información (Flujo B).

En el Flujo A se muestra como otras instituciones consultan la información generada por la comunidad de usuarios, accediendo a los servicios del Organismo Proveedor. Para esto se usarán los mismos mecanismos que para acceder a información pública. En este escenario los

² VGI: Volunteered Geographic Information

mecanismos de auditoría y validación de la información suelen estar incorporados en la gestión de la comunidad y lo hacen los mismos usuarios.

4.5.1 Forma de Uso de la Plataforma:

En este escenario la PGE tiene el rol de mediación, ofreciendo los Servicios de Seguridad y de ruteo.

Los usuarios de la comunidad deberán autenticarse para poder ingresar información, pero la información y consultar o actualizar la información del Organismo Proveedor.

En todos los casos los pedidos al Servicio de Mapas del Organismo Proveedor pasar por el Sistema de Seguridad para que la PGE pueda aplicar los mecanismos de seguridad. De allí los pedidos pasarán por el mediador de la PGE. De este modo la PGE puede proteger al servicio proveedor regulando la cantidad de pedidos que le envía y pudiendo aplicar estrategias de defensa ante ataques de DoS (Denial Of Service).

En resumen, en este escenario la plataforma brinda el acceso al servicio proveedor aplicando políticas de seguridad y realizando una virtualización de servicios (siendo mediador de localización). Esto le permite aplicar controles para asegurar el acceso de escritura, realizar balanceo de carga y aplicar protección ante ataques.

4.5.2 Protocolos:

En este escenario se usará el protocolo WFS-Transaccional ofrecido por el Organismo Proveedor para recibir la información ingresada por los usuarios.

También se usará el protocolo WMS para publicar la información generada colaborativamente, de forma que otras instituciones puedan consultarlos.

Este escenario requiere que el Organismo Proveedor brinde un software web sencillo para el ingreso de la información. Dicha información puede ser tanto geométrica como temática.

Por su parte, la PGE tiene que brindar el soporte de infraestructura para permitir gestionar la comunidad de usuarios de acuerdo a cómo esta se defina. Por ejemplo, puede haber usuarios ingresando información y otros usuarios que actúen como validadores (o moderadores) de la información ingresada, además de usuarios administradores de la comunidad. Esto implica un sistema de registro de usuarios, asignación de roles y control de acceso bastante complejo y que a su vez pueda ser administrado por miembros de la comunidad (o un funcionario del organismo que apoya a la comunidad).

4.5.3 Tipos de Operaciones:

Para la obtención de la información generada por los usuarios el Organismo Proveedor brindará servicios WFS-Transaccionales. Aquí se necesitará que provea los métodos de un servicio WFS básico y el método WFS-Transaction.

4.5.4 Actores Involucrados:

En este escenario los actores principales son los usuarios finales, es decir el público en general o una comunidad. Dichos usuarios generan colaborativamente la información geográfica y a su vez son los que la consultan. Para el ingreso de la información deberán usar un software específico provisto por la Institución que apoya a dicha comunidad. La información generada puede ser consultada desde

El mediador en las comunicaciones de acceso a la información geográfica es la PGE. La PGE también es la que brinda los servicios de seguridad, tanto de autenticación como de protección del servicio.

Finalmente quién juega el rol de proveedor es el Organismo Proveedor que brinda la infraestructura para almacenar la información generada por los usuarios.

4.5.5 Mecanismos de Seguridad:

Este escenario requiere un uso de mecanismos de seguridad, más específicamente de autenticación y auditoría. Dado que los usuarios estarán ingresando información, es bueno que se identifiquen para poder disponer de estadísticas de participación en la comunidad. También se usarán servicios de auditoría como mecanismo secundario de seguridad (con baja prioridad).

Además de esto, se requiere que la Plataforma de Gobierno Electrónico brinde servicios de seguridad para asegurar el nivel del servicio proveedor; esto es, mecanismos de defensa ante posibles ataques y mecanismos de optimización en el uso de las comunicaciones.

4.5.6 Productos de Software Involucrados:

En este escenario se requiere el uso de los siguientes productos de software:

- Servidor de Mapas - servicios base en el Organismo Proveedor.
- ESB - cumple tareas de ruteo como Plataforma de Middleware para la mediación en la invocación de los servicios del organismo proveedor.
- Clientes - sistema Web específico.

Es de destacar que el sistema web debe poder cumplir con los mecanismos de seguridad (autenticación y autorización) y ser clientes del protocolo elegido para la comunicación.

4.5.7 Coordinación Institucional:

La implementación de este escenario requiere que el Organismo Proveedor coordine con AGESIC como organismo gestor de la Plataforma de Gobierno Electrónico. Esta coordinación se realiza en varios niveles.

A nivel técnico se requieren los acuerdos para establecer la mediación. El Organismo Proveedor debe establecer los Términos de Uso de la información geográfica que recibe y publica (aunque sean datos públicos se pueden establecer restricciones en su uso).

A más alto nivel, de la negociación entre el Organismo Proveedor y AGESIC surgirá la política de Nivel de Servicio que tendrá el servicio de mapas que se ofrece a través de la Plataforma de Gobierno Electrónico.

5 Resumen y Análisis

El siguiente cuadro resume las características técnicas de cada escenario.

Item	Escenario I	Escenario II	Escenario III	Escenario IV	Escenario V
Plataforma	Localización	Localización, seguridad	Localización, seguridad	Localización, seguridad, orquestación	seguridad
Protocolos	GIS: WMS, WFS, CSW PGE: ninguno	GIS: WMS, WFS, CSW PGE: WS-Security, WS-Trust	GIS: WMS, WFS-T, CSW PGE: WS-Security, WS-Trust	GIS: WMS, WFS-T, CSW PGE: WS-Security, WS-Trust, WS-Coordination	GIS: WMS, WFS-T, CSW PGE: WS-Security, WS-Trust
Operaciones	Solo Lectura	Solo Lectura	Lectura, escritura	Lectura, escritura	Lectura, escritura
Actores	Público en General, Funcionarios	Funcionarios de organismo cliente	Funcionarios de organismos	Funcionarios de organismos	Public en general
Seguridad	No requiere	Control de Acceso	Control de Acceso	Control de Acceso	Control de Acceso
Software	Cliente web y cliente GIS desktop	cliente GIS desktop adaptado	Cliente GIS desktop adaptado	Aplicaciones de negocio	Software Comunidad Web
Coordinación Institucional	Solo acuerdo de uso de la PGE	Acuerdo cliente-proveedor	Acuerdos con organismos proveedores	Acuerdos entre organismos	Herramientas de la comunidad

Las principales diferencias entre los protocolos de Web Services utilizados por plataformas de middleware para gobierno electrónico (WS-SOAP, WS*) y los utilizados por Sistemas de Información Geográficos consisten en:

- **La forma de invocación.** En los Web Services de tipo geográficos la invocación es directa componiendo los parámetros de la llamada en la misma invocación. Los estándares están definidos en base al protocolo HTTP usando solamente los métodos GET y POST. En cambio, los Web Services de uso general están especificados sobre el protocolo SOAP que está orientado a mensajes. Tanto el método elegido como los parámetros son parte del cuerpo del mensaje, mientras que en el cabezal del mensaje se pone la información necesaria para el direccionamiento del mensaje (que puede recorrer un camino complejo y pasar por intermediarios).
- **La existencia de WSDL.** En los Web Services de tipo geográfico no hay un documento que describa al servicio y pueda ser consultado en registros. El estándar establece que el servicio tiene un método para consultar las características del mismo. Este método devuelve un conjunto operativo de metadatos sobre los datos, que aseguran que el cliente pueda realizar invocaciones. Los Web Services de uso general son descritos con un documento WSDL, que describe los métodos que brinda el servicio, las estructuras de datos necesarias para el uso del servicio y puede ser extendido para agregar más información. El WSDL suele ser publicado en Servicios de Registro de Web Services, que además de brindar la descripción del servicio, especifican la forma de comunicarse con el servicio.
- **Las políticas de uso.** En los Web Services geográficos la política de uso viene dada por la política de uso del conjunto de datos que el servicio provee. Estas políticas suelen documentarse en los metadatos del conjunto de datos, los que pueden ser almacenados en servicios de catálogos. Dichos metadatos describen el conjunto de datos y aunque pueden incluir algún dato del servicio, estos no son obligatorios, ya que el conjunto de datos existe por sí mismo independiente del servicio que lo provea. En los Web Services de uso general, se han definido extensiones del documento WSDL para describir las políticas de uso del servicio, políticas de seguridad, etc.
- **La seguridad.** En los Web Services geográficos, las especificaciones de los estándares son funcionales y se propone un estándar aparte para políticas de control de acceso (GeoXACML). En este estándar se propone una arquitectura donde el servidor de mapas brinda los servicios siguiendo los estándares y el control de acceso lo realiza otro servidor. En esta arquitectura el servidor de mapas no recibe ni envía ningún tipo de información en seguridad. En los Web Services de uso general se puede especificar la seguridad de diferente forma para cada servicio (e incluso para cada método). Aunque se prevee la presencia de servidores con funciones específicas de control de la seguridad, en la descripción del servicio se pueden poner requisitos de seguridad y en los mensajes de invocación (y respuesta) al servicio se puede agregar información de seguridad.

Estas diferencias obligan a implementar diferenciadamente las invocaciones correspondientes, lo cual genera problemas en el contexto de plataformas de

interoperabilidad, tales como la de gobierno electrónico, principalmente debido a la pérdida de independencia con respecto a la implementación. Tales problemas se presentan principalmente en funciones de:

- **Descubrimiento de servicios** - Los Web Services geográficos (WS GIS) no proveen mecanismos para el descubrimiento automático de servicios. Por lo que el cliente debe conocer la URL del servicio que desea invocar. Por otro lado, es importante señalar que los WSGIS tienen métodos fijos estandarizados y en particular el método getCapabilities brinda los metadatos de los datos provistos por el servicio. En los Web Services de uso general se proveen mecanismos bien estructurados para el descubrimiento automático de servicios, ya que la información de invocación se publica en forma estructurada a través del WSDL y existen directorios de dichas descripciones.
- **Aplicación de Seguridad** - los estándares de seguridad que aplica la plataforma de gobierno electrónico se basan en extensiones del protocolo SOAP (WS-Security, WS-Trust), agregando información a los mensajes y a la descripción de los servicios. De este modo se puede controlar la seguridad tanto en servidores intermedios como en el servidor final que provee el servicio. En los protocolos WS-GIS no hay mecanismos de seguridad incorporados, sino que tiene que implementarlo un servidor aparte del servidor de mapas.
- **Invocación** - La invocación de los servicios WS GIS se hace directamente a una URL de acuerdo al protocolo HTTP. La invocación de WS-SOAP se realiza a un punto de entrada del servicio, enviando un mensaje SOAP. En este caso el protocolo de transporte puede ser HTTP o no. Esto hace que para poder mediar en la invocación de un WS-GIS haya que realizar análisis de la invocación a bajo nivel (HTTP) en lugar de hacer análisis del mensaje SOAP, mucho más estructurado.
- **Virtualización de Servicios** - esta es una funcionalidad fundamental en las plataformas de gobierno electrónico, porque permite gestionar mejor el acceso a los servicios que proveen los organismos. Para esto las aplicaciones clientes envían las invocaciones a la plataforma de gobierno electrónico usando un alias del servicio que desean invocar y ella los redirige al servicio real del organismo proveedor.
- **Retorno de Información** - en los protocolos WS-GIS los datos se retornan sincrónicamente en la misma conexión HTTP. En los WS-SOAP la información de retorno puede enviarse por otros canales ya que es otro mensaje SOAP (y puede ser asincrónicamente). Esto hace que al pasar un pedido WS-GIS por una plataforma de middleware se tenga que guardar información de la conexión para devolver la respuesta, ya que la respuesta puede ser en algunos casos solamente una imagen, sin mucho contexto de la solicitud que la originó.

En resumen, los protocolos de WS para GIS no son compatibles con los protocolos WS-*, como por ejemplo los de seguridad (WS-Security, WS-Trust, WS-Policy). Esto genera problemas

importantes para la integración de servicios de información geográficos en plataformas con mecanismos de seguridad porque los protocolos WS-* extienden el protocolo SOAP y los Web Services geográficos no usan protocolo SOAP.

A continuación se detallan los principales problemas de compatibilidad detectados para el uso Web Services geográficos (WS-GIS) en una Plataforma de Gobierno Electrónico (PGE):

- 1 Ruteo - el ruteo en la PGE se basa en la extensibilidad del protocolo SOAP, pudiendo agregarse información extra en los mensajes SOAP (destinatario, ruta, prioridad, etc.). Como los WS-GIS no usan SOAP, hay que desarrollar mecanismos propietarios de ruteo inspeccionando elementos de bajo nivel como las conexiones HTTP. Esta problemática afecta a todos los escenarios planteados en las secciones 3 y 4.
- 2 Asincronismo - los WS-GIS están definidos en forma Request-Response sincrónica, mientras que las comunicaciones en la PGE son en forma de mensajes que pueden ser asíncronos. Esto genera que un cliente WS-GIS al hacer un pedido se quedará esperando respuesta manteniendo la conexión. Esta es una limitante que afecta especialmente al Escenario IV.
- 3 Control de Acceso - en la PGE el control de acceso se implementa en base a los estándares WS-Security y WS-Trust porque se tiene identidad federada de los usuarios. Estos estándares se apoyan en el protocolo SOAP. A excepción del Escenario I, todos los demás requieren control de acceso, por lo que se verán afectados por este problema.
- 4 Sesión - los WS-GIS son funcionales pero no tienen identificación de los usuarios. En los escenarios de escritura de datos es necesario que la PGE brinde los mecanismos para mantener la sesión de los usuarios. Esto es como complemento a los mecanismos de control de acceso.
- 5 Seguridad - los WS-GIS tienen los mismos problemas básicos que el protocolo HTTP en el que se basan, para lograr características avanzadas de seguridad como confidencialidad por ejemplo.
- 6 Directorio de Servicios - la PGE basa su gestión en un directorio de servicios (basado en UDDI). Como los WS-GIS no tienen descripción en WSDL no se pueden registrar en el directorio de la PGE en forma directa.
- 7 Servicio de Catálogos - los estándares GIS proponen un servicio de catálogos que es un servicio para la localización de datos a través de sus metadatos. Estos conjuntos de datos pueden o no estar accesibles a través de un WS-GIS.

6 Conclusiones

Este reporte presentó tecnologías y estándares de Web Services utilizados en Sistemas de Información Geográficos y en plataformas de Gobierno Electrónico, con el objetivo de analizar compatibilidades e incompatibilidades en su interoperabilidad.

Asimismo, se presentaron escenarios de uso de servicios de información Geográfica en el contexto de Gobierno Electrónico, los cuales plantean situaciones particulares en la interoperabilidad entre los servicios, y que resultan relevantes para el análisis de la interacción entre Web Services Geográficos y Web Services de uso general.

El análisis realizado permite concluir que:

- Si bien ambos tipos de Web Services tienen una base común (HTTP), presentan diferencias que afectan seriamente su uso combinado en el contexto de plataformas de middleware que apuntan encapsular la implementación.
- Los casos de mayores diferencias entre los protocolos se dan en: (i) los mecanismos de Seguridad, ya que los WS Geográficos no cuentan con variantes de protocolo comparables a los de los WS de uso general; (ii) asincronismo, ya que los WS Geográficos solo permiten invocaciones sincrónicas; (iii) la diferencia de concepción entre los servicios de catálogo: el UDDI es un catálogo de servicios y el CSW es un catálogo de datos que puede contener información de servicios.
- Las diferencias en los mecanismos de ruteo y manejo de sesión generan problemas nuevos de gestión en la PGE y requieren agregar información para el ruteo en las invocaciones de WS-GIS. Esto debe implementarse a medida ya los WS-GIS no lo incluyen en los protocolos.
- Los problemas se plantean con diferentes grados de gravedad según el escenario y las operaciones a implementar.

A partir de estos resultados, estamos avanzando en la identificación de soluciones a los problemas descritos, especialmente basadas en funcionalidades de las plataformas de middleware utilizadas por las plataformas de Gobierno Electrónico.

7 Referencias

1. W3C - Web Services - <http://www.w3.org/standards/webofservices/> (visitado marzo 2011)
2. W3C - SOAP - <http://www.w3.org/TR/soap12-part0/> (visitado marzo 2011)
3. OASIS Estandards - <http://www.oasis-open.org/standards> (visitado marzo 2011)
4. M. Papazoglou, Web Services: Principles and Technology, 1st ed. Prentice Hall, September 2007, ISBN: 0321155556
5. OGC Standards - <http://www.opengeospatial.org/standards/> (visitado marzo 2011)
6. OGC Web Services - <http://www.opengeospatial.org/standards/common> (visitado marzo 2011)
7. David Chappell, "Enterprise Service Bus", O'Reilly: Junio 2004, ISBN: 0596006756
8. SDI Cookbook - GSDI - http://www.gsdi docs.org/GSDIWiki/index.php/Main_Page (visitado marzo 2011)
9. "United Nations E-Government Survey 2010" - http://www2.unpan.org/egovkb/documents/2010/E_Gov_2010_Complete.pdf (visitado marzo 2011)
10. PGEUy - Plataforma de Gobierno Electrónico AGESIC http://www.agesic.gub.uy/innovaportal/v/452/1/agesic/plataforma_de_gobierno_electronico.html (visitado marzo 2011)
11. SGM - Servicio Geográfico Militar - Ministerio de Defensa <http://www.ejercito.mil.uy/cal/sgm/principal1024.html> (visitado marzo 2011)
12. WMS - Web Map Service - <http://www.opengeospatial.org/standards/wms> (visitado marzo 2011)
13. WFS - Web Feature Service - <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs> (visitado marzo 2011)
14. CSW - Catalog Web Service - <http://www.opengeospatial.org/standards/cat> (visitado marzo 2011)
15. "Web GIS: Technologies and Its Applications", AA. Alesheikh, H. Helali, HA. Behroz, IAPRS, Vol. XXXIV, part 4, ISSN 1682-1750 <http://www.isprs.org/proceedings/XXXIV/part4/pdfpapers/422.pdf> (visitado marzo 2011)
16. GeoXACML - <http://www.opengeospatial.org/standards/geoxacml> (visitado marzo 2011)
17. XACML - <http://www.oasis-open.org/standards#xacmlv2.0> (visitado marzo 2011)
18. Google Maps - <http://maps.google.com> (visitado marzo 2011)
19. INSPIRE - <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/> (visitado marzo 2011)
20. IDEE - <http://www.idee.es> (visitado marzo 2011)
21. IDEUy - <http://www.agesic.gub.uy/innovaportal/v/665/1/agesic/IDE.html> (visitado marzo 2011)
22. DNM - Dirección Nacional de Meteorología - Ministerio de Defensa <http://www.meteorologia.gub.uy/> (visitado marzo 2011)

23. W3C Web Services Activity <http://www.w3.org/2002/ws/Activity> (visitado marzo 2011)
24. Goodchild, M.F. (2007). "Citizens as sensors: the world of volunteered geography". *GeoJournal* **69** (4): 211-221. [doi:10.1007/s10708-007-9111-y](https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y) (visitado marzo 2011)