

Geolocated Alert Services on E-Government based on Message Oriented Middleware

Miguel Merlino, Raquel Sosa
Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería
Universidad de la República
J. H. y Reissig 565, Montevideo, Uruguay
merlo.1200@gmail.com, raquels@fing.edu.uy

Abstract—Uruguay is one of the most advanced countries on E-Government of the region. Citizens can interact with a lot of public offices through web sites or email, among others. In the last years there have been advances on e-identity and realtime massive communications, for example by Twitter. In the business sector there are several offers on Location Based Services: such as meal deliveries or community mobile applications (for example as citycop). Some government agencies are already generating geolocalized alerts, but they communicate them through general channels like web sites. This work proposes an extention of the existing E-Government Platform, with a MOM-based component that allows any public office to send location-based notices and alerts. This permits that citizens subscribe to topics of interest, and receive only the notifications of their interest given that they are in the affected area.

Index Terms—Location Based Services, Message Oriented Middleware, Geolocated Alerts, e-government.

I. INTRODUCCIÓN

Uruguay es uno de los países más avanzados de la región en el desarrollo de Gobierno Electrónico[1]. Cuenta con una agencia gubernamental especializada desde el año 2005, la Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento (AGESIC¹). En estos años se ha apoyado la informatización de los trámites públicos en base al desarrollo y uso de la Plataforma de Gobierno Electrónico [2]. Dicha Plataforma cuenta con un componente llamado "Plataforma de Interoperabilidad" que se basa en tecnología de Middleware para realizar la integración y gestión de los servicios. A su vez, diferentes organismos están usando diferentes mecanismos para comunicarse con los ciudadanos. Empezaron por páginas web y con el avance de las redes sociales han llegado a dar avisos por Twitter². Algunos son avisos generales y otros refieren a una localidad o zona geográfica en particular.

Los Servicios Basados en la Localización (LBS por su sigla en inglés Location Based Services) [3] son servicios que se ofrecen a usuarios finales y se ajustan de acuerdo a la ubicación geográfica del usuario. Por ejemplo, servicios de entrega de comidas sugieren primero los locales más cercanos. También hay aplicaciones basadas en comunidades

como Citycop³ que avisa a sus usuarios de incidentes de seguridad reportados por otros usuarios en la cercanías.

En el área de Integración de Sistemas uno de los componentes de Middleware usado para la integración de aplicaciones y sistemas son los Message-Oriented Middleware (MOM)[4]. Dicho componente se enfoca en el uso de mensajería para que las aplicaciones intercambien información en forma de mensajes. Dicho Middleware tiene muchas formas de uso, pero uno de los patrones de uso más frecuente es Publish-Subscribe. En dicho patrón uno o varios interesados se suscriben a notificaciones que son enviadas por un proveedor. El MOM resuelve la recepción, almacenamiento intermedio y entrega segura de los mensajes a todos los destinatarios que corresponda.

Este trabajo parte del hecho que muchos comunicados de organismos públicos son de especial interés para ciudadanos de determinadas zonas geográficas. También se considera que actualmente los celulares y otros equipos con capacidades de GPS pueden ayudar a establecer la localización de los diferentes usuarios de las aplicaciones móviles. Por otra parte, el uso de dispositivos inteligentes se ha masificado en la población del Uruguay en los últimos años. De acuerdo al perfil del internauta uruguayo del año 2016 [5], se estima que 2,2 millones de personas utilizan algún tipo de dispositivo con acceso a Internet y GPS. Dado que la población del país es de aproximadamente 3,3 millones según el censo del año 2011 [6], entonces el porcentaje de uso de dispositivos móviles alcanza al 67%. Esta cifra podría ser superior ya que el perfil del internauta uruguayo del año 2017 (aún sin acceso público) debe arrojar un valor mayor de habitantes dado que la tendencia de uso de dispositivos inteligentes es creciente.

Este trabajo propone una extensión de la Plataforma de Gobierno Electrónico de Uruguay que agrega un componente basado en tecnologías MOM para brindar avisos a los ciudadanos de acuerdo a su ubicación geográfica. Basados en el patrón de Publish-Subscribe se analizan tipos de mensajes de interés que podrían mandar diferentes Organismos Públicos a los ciudadanos suscritos por temáticas. Se presenta cómo el componente propuesto se inserta en la Plataforma de Gobierno Electrónico. También se detalla cómo sus partes

¹<https://www.agesic.gub.uy/>

²https://twitter.com/MI_UNICOM/status/984187987348123648

³<http://citycop.org>

se especializan en gestionar las temáticas que proponen los organismos públicos, las suscripciones de los ciudadanos a las temáticas y la resolución para cada alerta de la superposición espacial para detectar a qué suscriptores se tiene que enviar.

Existen alternativas de servicios geolocalizados que precinden del uso de GPS, pero requieren un trabajo adicional por parte del proveedor de la empresa de telefonía móvil. La compañía telefónica Movistar⁴ ha creado el sistema de iBus que permite conocer en forma precisa el tiempo en que llegarán los próximos dos ómnibus de la línea de interés [7]. La consulta se realiza enviando un SMS al servicio específico. La aplicación resulta de un convenio entre Movistar y la empresa de transporte colectivo CUTCSA⁵. Cuando el usuario realiza la consulta, se determina su posición de forma aproximada por el método de triangulación de antenas [8]. El método utiliza los tiempos de transmisión de la señal del dispositivo móvil a la antena más próxima, y de la transmisión de la antena receptora del mensaje a las otras antenas. La determinación de la localización se logra cuando la señal es enviada al menos a tres antenas y se calcula en función a los tiempos de transmisión y la ubicación de las antenas.

Este artículo se organiza de la siguiente forma: en la sección II se presenta el Marco Conceptual de este trabajo, en la sección III se detalla el análisis inicial realizado de los tipos de alertas y notificaciones de interés. En la sección IV se presenta la Arquitectura propuesta del componente GeoMOM, su inserción en la Plataforma de Gobierno Electrónico y su organización interna. En la sección V se presenta las pruebas de concepto realizadas y validación de la arquitectura propuesta. Finalmente en la sección VI se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

II. MARCO CONCEPTUAL

A. Gobierno Electrónico

Se define Gobierno Electrónico como el uso que hace un gobierno de las tecnologías de la información para brindar a los ciudadanos y empresas la oportunidad de concretar asuntos de gobierno utilizando diferentes medios electrónicos[9][10]. Uruguay, a través de la AGESIC, tiene más de 10 años de trabajo orientado a establecer un uso cada vez más extendido de las Tecnologías de la Información en la gestión de gobierno y servicios a los ciudadanos. Esto se refleja en el Texto Ordenado de Gobierno Electrónico de 2014 [11], que resumen tanto leyes como decretos relativos tanto a la propia AGESIC como a conceptos más generales como seguridad informática, comercio electrónico y notificaciones electrónicas.

En una publicación más reciente, la Agenda de Gobierno Digital 2020 [12] se presentan los objetivos en el tema para el año 2020 a nivel nacional. Algunas de las áreas

presentadas son Gobierno Cercano, Gobierno Abierto, Gobierno Inteligente, Gobierno Eficiente, Gobierno Integrado y Gobierno Digital Confiable. Dentro de esas áreas se destaca en varios objetivos el estímulo del uso de los nuevos avances tecnológicos, la mejora en la comunicación y participación de los ciudadanos por medios digitales, el avance en el uso de identificación electrónica y en particular la propuesta de contar con un servicio de identificación móvil que facilite a la ciudadanía el uso de los celulares como una forma de identificación segura.

A su vez la AGESIC es la responsable de la Plataforma de Gobierno Electrónico que es mencionada en gran parte de los objetivos de Gobierno Integrado. "*Agesic facilita y promueve la implementación de servicios de Gobierno Electrónico en Uruguay; brindando mecanismos que apuntan a simplificar la integración entre los organismos del Estado y posibilitando un mejor aprovechamiento de sus activos.*"

La Plataforma de Gobierno Electrónico cuenta con una Plataforma de Interoperabilidad y un Sistema de Seguridad que resuelve la autenticación y autorización de cualquier pedido a cualquier servicio disponible en la Plataforma. Desde el punto de vista técnico es interesante que la plataforma basa sus comunicaciones en Web Services SOAP y sus extensiones WS-*: WS-Trust[13] y WS-SecurityPolicy[14] entre otros.

B. Datos Espaciales y Localización

Se consideran Datos Espaciales [15] a cualquier conjunto de datos que contenga información de referencia geoespacial. Conceptualmente se categorizan estos datos en vectoriales y datos raster que tienen forma de grilla o matriz. Los datos vectoriales corresponden a objetos geométricos (p. ej. puntos, líneas, polígonos) que tienen asociados datos alfanuméricos. El Open Geospatial Consortium (OGC)⁶, define el estándar Simple Feature Access (SFA) [16] para describir un modelo geométrico de datos vectoriales y sus operaciones. Dado cada tipo de geometría hay operaciones que se pueden aplicar y otras que no. Por ejemplo la intersección tiene sentido entre dos polígonos pero no entre dos puntos.

Para georreferenciar los Datos Espaciales se usan Sistemas de Referencias Espaciales (SRS) o Sistemas de Referencias de Coordenadas (CRS) [15]. Estos permiten asociar coordenadas a una ubicación en la tierra siendo el más conocido Latitud-Longitud. Hay otros sistemas que se basan en proyecciones planas locales a ciertas zonas de la tierra para lograr mayor exactitud en las medidas de distancias.

Los datos espaciales se pueden almacenar e intercambiar en diferentes formatos: Archivos Shape (formato para información vectorial definido por ESRI), codificaciones XML (GML[17] o KML[18]), entre otros. [19].

Actualmente es muy extendido el uso de diferentes mecanismos de posicionamiento global (GNSS por su sigla en inglés Global Navigation Satellite Systems) [20] que permiten geolocalizar cualquier dispositivo que tenga un receptor compatible con una red GNSS. En los celulares actuales

⁴<https://www.movistar.com/es/>

⁵<http://www.cutcsa.com.uy/>

⁶<http://www.opengeospatial.org>

es común encontrar la posibilidad de geolocalización usando el sistema GPS⁷, al que se puede tener acceso desde las aplicaciones móviles que se instalan en los mismos.

C. Servicios Basados en la Localización

Los servicios basados en localización (Location-Based Services o LBS) se definen como servicios de información accesibles desde dispositivos móviles a través de la red y que hacen uso de la localización del dispositivo para otorgar cierta funcionalidad[21]. El OGC define LBS como un servicio wireless que utiliza información geográfica para brindar información a usuarios móviles, en base a la posición del terminal. A la hora de implementar estos servicios hay dos versiones:

- 1)- que el usuario busque información y ésta sea brindada basada en su ubicación
- 2)- que el usuario reciba automáticamente avisos y notificaciones en base a su ubicación y temas previamente definidos como de interés.

D. Message Oriented Middleware

Los Message Oriented Middleware (MOM) son componentes orientados a la comunicación asincrónica confiable entre sistemas, permitiendo diversas formas de integración. [22]. Su funcionamiento se basa en que los sistemas generan mensajes con su información, dichos mensajes son enviados al MOM con un identificador de una cola de mensajes y el MOM se encarga luego de que el mensaje llegue al destinatario. El concepto de cola de mensajes permite que los generadores de mensajes los envíen y puedan seguir su ejecución delegando en el MOM todo el proceso de asegurarse que el mensaje no se pierda y llegue a su destinatario. Para este uso el generador de mensajes y el destinatario solo tienen que acordar previamente qué cola de mensaje usarán para la comunicación. El destinatario tiene la posibilidad de pedir al MOM que le avise cuando tiene nuevos mensajes o de consultarlo periódicamente. Los diseñadores de sistemas tienen diversas formas de usar el MOM siguiendo diferentes Patrones de Uso.

Una de las formas más usadas de los MOMs es aplicando el patrón "Publish-Subscribe"[23], en el que un sistema publica un mensaje en una cola de mensajes(o topic) y uno o varios suscriptores lo reciben. De esta forma puede variar la cantidad de suscriptores sin afectar al sistema que publica los mensajes. En este uso el MOM es el que registra las suscripciones de los diferentes destinatarios y cuando viene un mensaje, además de persistirlo, se encarga de que llegue a todos los destinatarios suscritos. Esto tiene la ventaja que si los destinatarios no están disponibles el MOM se encarga de los reintentos hasta que se logre entregar el mensaje (o por lo menos se tiene registro de que no fue entregado). Una particularidad de los MOMs es que pueden procesar los mensajes considerando atributos como prioridad, tiempo de vida (por ejemplo, una alerta meteorológica caduca a las 6hs de emitida como máximo).

⁷<https://www.gps.gov/>

E. Trabajos relacionados

En un trabajo de 2011 [24] se presenta un algoritmo que analiza los contenidos de mensajes en un esquema Publish/Subscribe para realizar el cruzamiento considerando objetos espaciales 2d. En dicho trabajo los autores detallan varias funciones para la superposición de las geometrías y el desarrollo de índices espaciales para la optimización del algoritmo.

El trabajo de Liang del 2010 [25] presenta un caso de uso de Publish/Subscribe para notificaciones en tiempo real ante casos de emergencias por incendios.

El trabajo de Antonic presenta un caso de uso de MOMs con patrón Publish-Subscribe para la captura de información geolocalizada desde dispositivos móviles [26].

La aplicación comunitaria citycop antes mencionada permite a los usuarios reportar incidentes de seguridad con su geolocalización. Los reportes son avisados a otros usuarios basados en la cercanía al lugar (en ese momento) o en su preferencia definida como zona de interés. Por ejemplo para un usuario puede ser interesante saber todos los incidentes reportados cerca de su casa aunque no esté allí.

III. ANÁLISIS DE TIPOS DE EVENTOS

En este trabajo se realizó un análisis de los diferentes organismos y las comunicaciones con información de geolocalización que realizan para definir los tipos de eventos a considerar.

A. Temáticas de Avisos y proveedores

Los mensajes que generan los organismos con información de localización pueden agruparse en diversas categorías:

- Incendios. Los incendios de diversa magnitud (forestales, vivienda, vehículos, etc.) pueden ser reportados por el SINAE (Sistema Nacional de Emergencias⁸), que es el organismo cuya responsabilidad es la gestión integral de riesgo de desastres en el Uruguay. Se encarga de monitorear, informar y adoptar medidas para la reducción de riesgos y manejo de situaciones de emergencia. Se puede informar de la localización del incendio, las previsiones de evolución e incluso dar avisos de evacuación o desvíos.
- Alertas meteorológicas. Pueden ser brindadas por el INUMET (Instituto Nacional de Meteorología⁹) y SINAE. La misión de INUMET es prestar servicios públicos meteorológicos y climatológicos, con el objeto de contribuir a la seguridad de las personas y sus bienes, actuando como autoridad meteorológica en el territorio nacional. Las alertas meteorológicas pueden comprender tormentas y vientos fuertes, granizo o heladas. Vemos un ejemplo en la Figura 1. El SINAE interviene en casos de inundaciones que ocurran por altas precipitaciones en un período largo de tiempo.

⁸<http://sinae.gub.uy/>

⁹<https://www.inumet.gub.uy/>

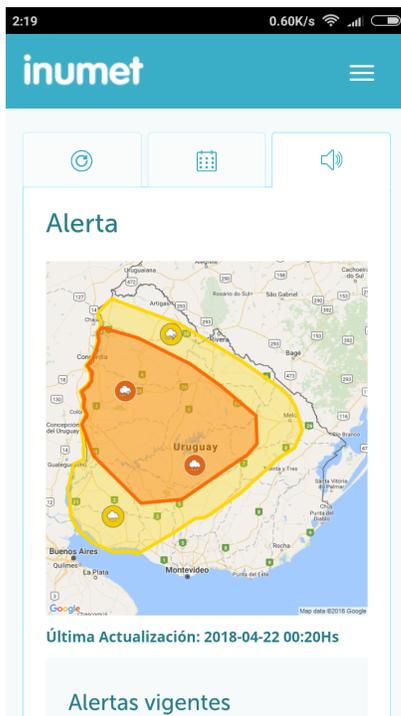


Fig. 1. Alerta real en el sitio web de INUMET

- Tránsito y siniestros viales. Los eventos que responden a accidentes viales se deberían desencadenar por siniestros de tránsito en calles, rutas o caminos de vialidad nacional. Pueden contener información de las características de los vehículos que participan en el siniestro, con avisos en caso de que se generen desvíos. Esta información puede ser otorgada por la Dirección Nacional de Policía Caminera dependiente del Ministerio del Interior, ya que su cometido es controlar el cumplimiento de las normas de tránsito en todas las rutas y caminos de jurisdicción nacional y prestar auxilio a las víctimas de los accidentes de tránsito.
- Nueva sucursal comercial. Estos eventos se disparan en función de novedades relacionadas a ciertos tipos de comercios, o en base a brindar la ubicación más próxima a un local comercial en particular. El primer caso resultaría en avisar, por ejemplo, ante la apertura o cierre de cierto local comercial, donde se indicaría en el mensaje la dirección exacta del local y a que firma y rubro pertenece. El responsable de brindar esta información es la Cámara de Comercio y Servicios, organización formada por empresarios o dueños de pequeños, medianos o grandes comercios y cuyo cometido es velar por el interés general del comercio, los servicios y del sector privado del Uruguay. Depende del Ministerio de Economía.
- Notificaciones al público general. Los eventos al público refiere a aquellos eventos donde se realiza alguna actividad de participación multitudinaria, como ser: marchas de protesta, partidos de fútbol, carreras a pie (ejemplo: running 5K) o de bicicletas, exposiciones

artísticas, cursos temáticos, obras de teatro, conciertos musicales, etc., que se organicen en instituciones o espacios públicos. Los eventos que se encasillan en esta categoría pueden ser suministrados por las intendencias departamentales, encargadas de promover, organizar, gestionar y autorizar gran parte de ellos.

- Medio ambiente. Los eventos orientados a impacto medio ambiental están dirigidos a usuarios del ámbito rural. El OAN (Observatorio Ambiental Nacional)¹⁰ de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), brinda una plataforma de información ambiental y brinda indicadores ambientales que permiten visualizar la evolución y tendencias del estado del ambiente, ecosistemas, emisiones contaminantes, residuos, afectaciones a la calidad del agua, aire, suelo, etc. El OAN podría brindarle a los usuarios propietarios de tierras rurales, a través de sus estaciones de control, información de variables medioambientales, como ser calidad del aire, balance hídrico del suelo, fauna rural y emisiones de contaminantes sobre los suelos, circunscripta a cierto/s padrón/es rural/es.

En base a este análisis de tipos de avisos se define una estructura extensible que debe respetar un evento a ser publicado en la plataforma. Dicha estructura posee campos atributo-valor con diferente semántica, tal como se describe en la tabla I.

Tabla I
ESTRUCTURA DE LOS EVENTOS

Campo	Tipo	Requerido?	Descripción
Tipo	String	Si	Indica el tipo del evento. Los tipos de eventos sugeridos son Incendio, Accidente Vial, Estacionamiento, Local Comercial, Rutas, Meteorología, etc.
Fecha	Date	Si	Fecha que ocurre el evento
Loc.Punto	String	No*	Representa las coordenadas de un punto en el espacio geográfico
Loc. Poligono	List of String	No*	Representa una lista de coordenadas de un polígono en el espacio geográfico
Loc. Polilínea	List of String	No*	Representa una lista de coordenadas de una polilínea en el espacio geográfico
Prioridad	String	Si	Define los tipos posibles de prioridad de un evento. Pueden ser: Dato Informativo, Advertencia, Alerta y Alerta Urgente
Título	String	Si	Define título o nombre del evento.
Descripción	String	Si	Descripción o cuerpo del evento
Timeout	Number	No	Indica un tiempo en segundos en el cual tendrá validez el evento desde su creación

* Uno y sólo uno de estos tres campos debe estar definido mandatoriamente

¹⁰<https://www.dinama.gub.uy/oan/>

B. Clientes Finales y Suscripciones

Los clientes finales son los ciudadanos como público general. La propuesta de este trabajo apunta a que habrá un usuario desarrollador de la aplicación o aplicaciones que usarán los usuarios finales. En el contexto de este trabajo se considera que los usuarios finales podrán definir una suscripción y un conjunto de preferencias personales.

Se desea que los usuarios puedan suscribirse a ciertos eventos asociados a cierta temática, en base a su localización actual o sobre cierta área geográfica de interés. En el primer caso, dicha área puede comprender un buffer de distancia a la ubicación del usuario (ejemplo: recibir incidentes de seguridad que ocurran en un rango de 300 metros de la posición actual) o un área con límites fijos y donde su posición pertenezca al interior del área (ejemplo: departamento actual o mi barrio actual). En el segundo caso, dicha área es arbitraria, permitiéndole al usuario definir un polígono sobre un mapa y recibir eventos que ocurran en esa zona independientemente de si se encuentra en ella al momento de generarse el aviso. El usuario puede dar de alta estas restricciones utilizando una aplicación a medida para cualquier dispositivo móvil corriente y se lleva a cabo a través de un servicio diseñado para tal propósito, el cual recibe las restricciones y la localización del usuario de forma periódica. En función a estas restricciones, el usuario recibe las notificaciones ya sea a pedido o en tiempo real. Además, los usuarios pueden indicar el nivel de prioridad de los eventos a recibir, discriminando entre varios posibles tipos de alertas.

Como respuesta a las suscripciones, los usuarios reciben avisos que se pueden realizar bajo un pedido explícito o implícito. En el primer caso, el usuario ingresa a la aplicación y requiere actualizar su bandeja de entrada con los últimos avisos. En el segunda caso, cuando el usuario está conectado, se fuerza el envío de mensajes hacia su bandeja de entrada, refrescándosele su listado de forma automática. En este contexto, el usuario podría indicar la modalidad de avisos o canales que desee tener para una suscripción particular.

IV. ARQUITECTURA

A. Visión General

El modelo arquitectónico de la solución propuesta se ilustra en la Figura 2. La PGE brinda el ambiente de ejecución para los componentes propuestos, incluyendo los servicios de seguridad (autenticación y autorización) para la validación de los pedidos recibidos. La PGE recibe los pedidos tanto de los organismos como de los clientes finales. A la izquierda, los proveedores de datos publican eventos sobre la PGE.

Los componentes principales de la arquitectura son: PGE, GeoMOM y Broker. Los proveedores de datos publican eventos sobre el GeoMOM a través de la PGE de AGESIC. El GeoMOM recibe los eventos de los proveedores de datos y los pedidos de los clientes móviles a través del Broker. Por

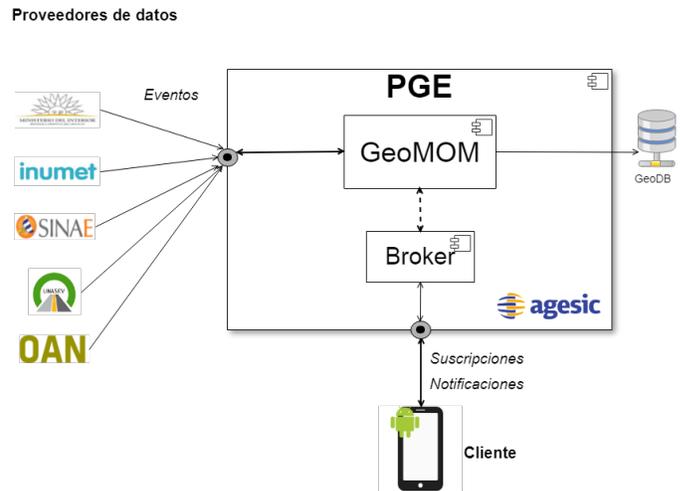


Fig. 2. Arquitectura general

otra parte, el GeoMOM genera los mensajes de notificación y son enviados al Broker, el cual es responsable de hacerlos llegar a sus destinatarios respectivos. El GeoMOM se comunica con una base de datos que aloja los datos de usuarios, suscripciones, topics y proveedores.

B. GeoMOM

Es el principal componente que concierne a la solución del problema ya que implementa el middleware de mensajería de la solución. Es el encargado de recibir las publicaciones de eventos geográficos de los organismos a través de la PGE, y de las suscripciones y las localizaciones actuales de los usuarios a través del Broker. Además, es el responsable de despachar las notificaciones espaciales a los usuarios. En la Figura 3 se puede distinguir la arquitectura del componente. Se aprecian las diferentes operaciones que se invocan en el GeoMOM y el flujo de datos de los mensajes publicados.

Como se puede observar, el GeoMOM, se compone de varios topics que reciben los mensajes entrantes de eventos de los organismos que viajan a través de la PGE y un *Motor de suscripciones* que procesa los mensajes de los topics. Cada mensaje de diferente color en la figura alude a diferentes tipos de eventos. Cada topic se mapea con un tipo de evento. El componente *Validador de Eventos* se encarga de validar la correctitud y consistencia de cada mensaje publicado.

El GeoMOM se encarga, por otra parte, de recibir las solicitudes de registro de nuevos topics (categorías de eventos) de los proveedores y las solicitudes de alta y suscripciones de los usuarios finales. El procesamiento, lectura y reenvío de los eventos se hace en una secuencia de pasos:

- En los pasos (0), el GeoMOM recibe las solicitudes de suscripciones del *Broker de mensajería* y registros de nuevos tipos de evento de los proveedores.
- En (1), un topic recibe los mensajes correspondientes a las publicaciones de eventos de su tipo. El topic es un

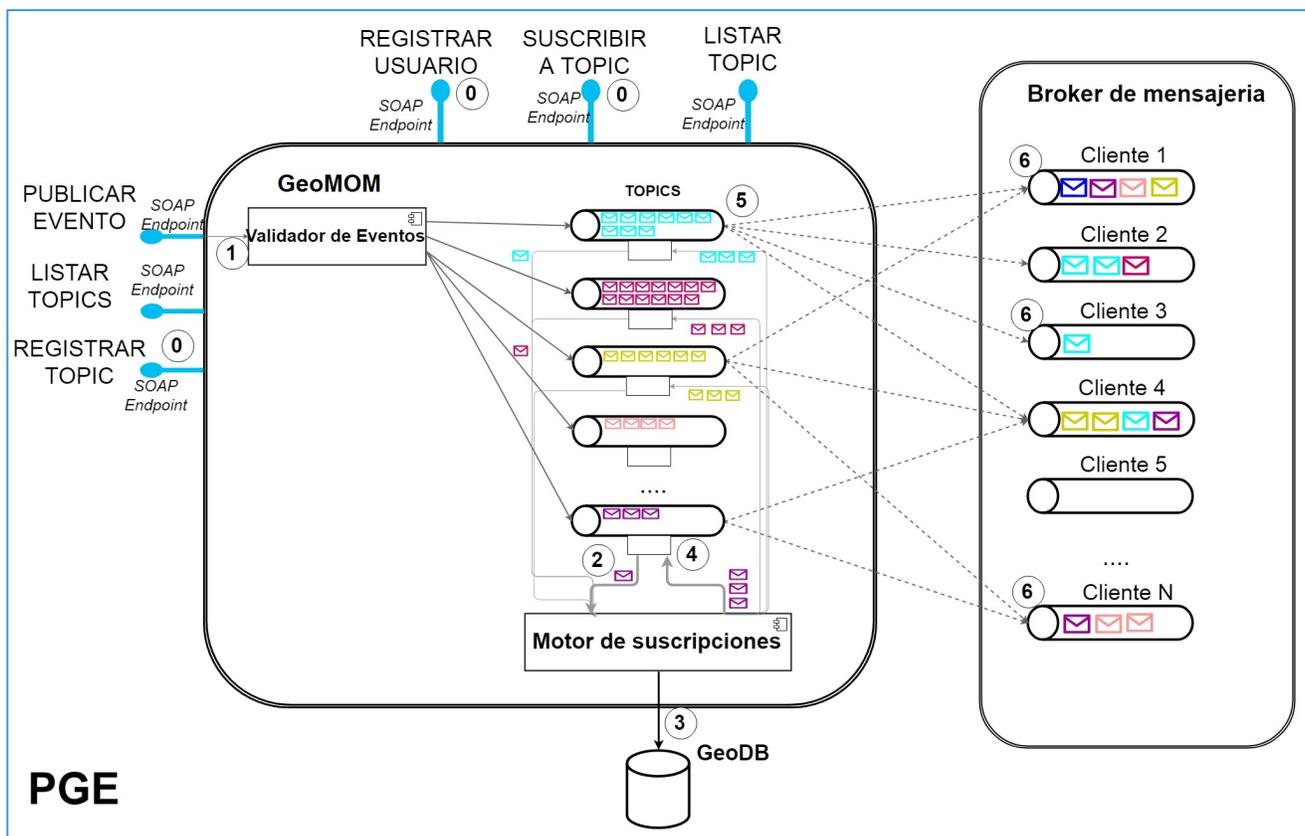


Fig. 3. Arquitectura Interna del GeoMOM

canal de mensajes de tipo Publish-Subscribe.

- El GeoMOM se encarga de procesar cada mensaje en el *Motor de Suscripciones* (2), quien manda a almacenar en la base de datos *GeoDB* las nuevas suscripciones y los tipos nuevos de eventos posibles.
- El *motor de suscripciones* se encarga de leer un nuevo evento, obtener las suscripciones de los usuarios de la *GeoDB* (3) y realizar el cruzamiento de los atributos y la componente geográfica del evento contra los filtros y la restricción geográfica de la suscripción.
- En (4), para cada mensaje, se retorna al GeoMOM una instancia del evento por usuario para cada suscripción obtenida en el cruzamiento. Estos mensajes se utilizarán posteriormente para notificar a los usuarios.
- En (5), se realiza la distribución de los mensajes utilizando el patrón Publish/Subscribe. Cada topic hace broadcast de los eventos a cada uno de los suscriptores. Los suscriptores son colas de mensajes (queues) que residen en el Broker y que representan el conjunto de los mensajes a notificar de cada usuario final (6). Como se aprecia en la parte derecha de la figura, cada cola almacena diferente cantidad de eventos con diversas categorías en un momento dado.

Métodos invocados sobre el GEOMOM

Los métodos que pueden ser invocados sobre el compo-

nente GeoMOM son los siguientes:

- Registrar Nuevo Topic. Permite crear un nuevo topic asociado a un tipo de evento particular en el GeoMOM. Es invocado por un proveedor interesado en publicar eventos. Debe recibir como parámetros: identificador de proveedor, nombre de la nueva categoría de eventos y un tipo de canal. La semántica de éste último se verá más adelante.
- Publicar Evento. Recibe los eventos que se publican sobre la PGE por los proveedores. El mensaje debe contener título, descripción, nivel de prioridad, tiempo de vida (opcional), fecha, localización geográfica y topic. Se valida que el topic del evento ya exista en el GeoMOM.
- Listar Topics. Permite a un nuevo proveedor de datos listar los topics disponibles y previamente dados de alta en el GeoMOM por otros proveedores. Para cada topic en el GeoMOM, se devuelve el nombre del tipo del evento asociado al topic y la estructura de metadatos del mensaje que debe satisfacer los eventos que se publiquen con este tipo.
- Registrar usuario, Suscribirse a Topic, Notificar Evento. Estos métodos son invocados desde el Broker de mensajería y redirigidos al GeoMOM. Se detallarán en la subsección Broker de Mensajería.

Matching geométrico.

Cuando llega un nuevo evento a un topic del GeoMOM, el *motor de suscripciones* se encarga de generar los mensajes de notificación de cada evento del topic para los clientes correspondientes. Este componente es el encargado de realizar el matching suscripción-evento. Para cada caso, según la geometría del evento y la de la suscripción, el matching geométrico se puede realizar de diferentes formas. El mismo depende de la operación geométrica a utilizar según los tipos de geometrías implicadas. En la tabla II se puede apreciar las operaciones por geometrías.

Tabla II
MATCHING GEOMÉTRICO

Geometría A: Evento	Geometría B: Suscripción	Matching geométrico
Punto	Polígono	A Within B
Polilínea	Buffer	A Crosses Distance(LOC, Radio)
Polilínea	Polígono	A Crosses B
Polígono	Buffer	A Intersects Distance(LOC, Radio)
Polígono	Polígono	A Intersects B

GeoDB

La GeoDB es la base de datos que utiliza el GeoMOM para gestionar sus datos. Es una base de datos relacional con capacidades geográficas, encargada de la persistencia de suscripciones de los usuarios y tipos de eventos publicados por los organismos. Realiza la persistencia de las siguientes entidades:

- **Suscripción.** La entidad suscripción almacena las suscripciones dadas de alta. Las suscripciones tienen un usuario asociado y cada usuario puede tener múltiples suscripciones registradas. Las suscripciones se pueden clasificar en suscripciones de área y de buffer. La primera tiene asociado un polígono que representa un área geográfica y la segunda tiene un atributo numérico que indica el radio del buffer. Por otro lado, cada suscripción está asociada a un tipo de evento. Se dan de alta en el método Suscribirse a Topic.
- **Usuario.** Son las entidades que registran las suscripciones. Un usuario pueden tener alguna suscripción registrada a su nombre. Se da de alta en el método Registrar Usuario.
- **Tipo de evento.** Cada tipo de evento corresponde a las categorías de eventos que pueden ser notificados. Tiene asociado un identificador, nombre de proveedor y un nombre del tipo.

C. Broker

El Broker es un componente intermedio entre el GeoMOM y los usuarios finales. Tiene diversas responsabilidades, encapsulando las diferentes formas de comunicación con los usuarios y teniendo comunicación directa con el GeoMOM.

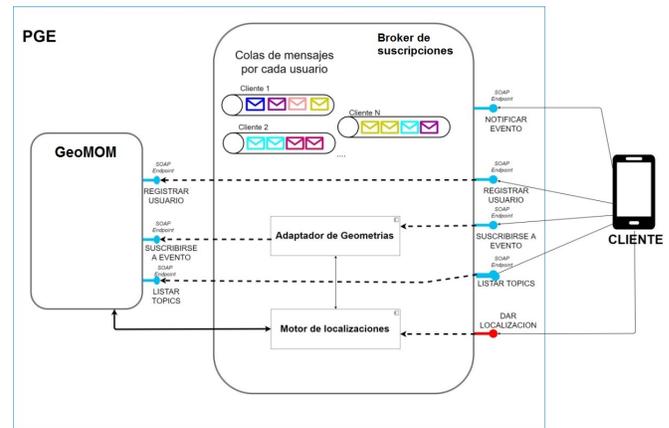


Fig. 4. Broker de suscripciones: componentes y colas de mensajes

Cuenta con los componentes y estructuras de la Figura 4. Recibe las invocaciones de los métodos de los usuarios y los redirige al GeoMOM, pudiendo realizar alguna transformación de los mensajes para adecuar a los formatos que espera el GeoMOM.

El Broker tiene colas de mensajes que representan el conjunto de mensajes sin notificar para cada usuario. Estas colas de mensajes se cargan con los mensajes de los topics del GeoMOM. Estos mensajes deben ser entregados a la aplicación de los usuarios finales que se encargara de desplegarlos correctamente. La entrega de los mensajes se puede realizar bajo dos modalidades: pull o push. Bajo la modalidad push, el Broker hace push de las notificaciones en las aplicaciones de los dispositivos móviles. Esto permite recibir notificaciones en tiempo real. Por defecto, estas se utilizan para enviar notificaciones en relación a eventos de alta prioridad como ser alertas de emergencia. El despacho de las notificaciones en push se realiza hacia servicios externos que implementan la comunicación con el usuario bajo diversos canales: SMS, Correo Electrónico, Web Socket, etc. Se deben concretar convenios con estos servicios para resolver las interacciones y la integración necesarias desde el Broker. El canal de comunicación por defecto está definido en el topic del evento, especificado previamente en el método Registrar Nuevo Topic del GEOMOM. Por otro lado, se define como parámetro de la suscripción en el método Suscribirse a Topic. Se utiliza el canal por defecto en caso de que no esté definido en la suscripción. Otra de las funcionalidades del Broker es obtener la localización actual de los usuarios activos en el sistema y enviarlas al GeoMOM. Cada cierto periodo de tiempo, el GeoMOM solicita las ubicaciones de los usuarios para hacer los matchings de suscripciones. La gestión de localizaciones es realizada por el componente *Motor de Localizaciones* del Broker. Este componente obtiene las localizaciones de los usuarios, las mantiene en memoria y las devuelve al GeoMOM. Las localizaciones pasan previamente por el componente Adaptador del broker de forma de convertirlas a formato GML.

Métodos invocados sobre el Broker

Sobre el Broker un usuario final puede invocar los siguientes métodos:

- Registrar Usuario. Este método se invoca por la aplicación cliente cuando un nuevo usuario desea registrarse en la plataforma desde su dispositivo móvil. El pedido de registro de usuario se redirecciona al GeoMOM. El método devuelve un mensaje de éxito si el registro es correcto.
- Suscribirse a Topic. Los usuarios realizan las suscripciones de sus preferencias en la PGE a través de este método. Para ello, indican el topic sobre el cual recibir nuevas publicaciones y una restricción geográfica que deben satisfacer los mensajes. Dicha restricción puede ser un buffer de distancia a la localización actual del usuario, un área arbitraria (polígono en un mapa) o un área administrativa determinada (ejemplo: Departamento de Montevideo, Barrio Malvín, etc.). Opcionalmente, se puede indicar un canal de recepción de las notificaciones push. La solicitud de suscripción se redirige al GeoMOM para su procesamiento. Como precondición del método, el usuario debe estar registrado en el GeoMOM.
- Listar Topics. Permite a un usuario final conocer los topics disponibles y previamente dados de alta en el GeoMOM por los proveedores. Se redirige al GeoMOM y para cada topic se devuelve el nombre del tipo del evento asociado al topic.
- Notificar Evento. El usuario es notificado de los eventos de acuerdo a sus suscripciones. En un mensaje de notificación se incluye: identificador del usuario de suscripción, fecha de la notificación, identificador de la suscripción y toda la información del evento (título, cuerpo, componente geográfica, fecha de generación del evento, etc.). El usuario invoca este método cuando se trata de recibir notificaciones pull y debe estar previamente registrado.

V. PRUEBAS DE CONCEPTO Y VALIDACIÓN

A. Prototipo

Como prueba de concepto, se implementa un prototipo funcional que permite evaluar la factibilidad de la solución. Este prototipo incluye un subconjunto de las funcionalidades descritas en la sección IV. En particular, resuelve gran parte de las interacciones entre los proveedores de datos y usuarios finales, utilizando un middleware de mensajería extendido que soporta datos geográficos y que notifica a los usuarios utilizando Publish-Subscribe.

Se crea una aplicación web proveedor que permite invocar los métodos Registrar Nuevo Topic y Publicar Evento y, de forma simétrica, una aplicación Android que permite invocar los métodos del Broker: Registrar Usuario, Login de Usuario, Suscribirse a Topic y Notificar Evento. Cada aplicación se conecta a un endpoint específico que recibe las solicitudes correspondientes.



Fig. 5. Recepción de aviso de un evento

Como GeoMOM, se realizó la extensión del producto ActiveMQ [27] para soportar suscripciones con parámetros geográficos. Este se comunica con una base de datos geográfica que aloja los datos geográficos de las suscripciones almacenadas de los usuarios. Por otra parte, se ejecuta una consulta SQL-SFS que implementa el matching geométrico descrito en la sección IV. Cada evento que se publica y llega al GeoMOM a través del endpoint del proveedor, es interceptado y procesado para determinar a cuáles usuarios notificar. Los mensajes pendientes de notificación quedan almacenados en colas de mensajes dentro del GeoMOM, similar a las colas de mensajes de los usuarios del Broker. No se realizó la implementación de un broker para simplificar el alcance del prototipo y, en particular, para abstraerse de los diferentes canales de notificación posibles de la solución.

La aplicación cliente permite crear las suscripciones y recibir las alertas y notificaciones. Permite cotejar la localización geográfica del evento con el área geográfica de la suscripción en un mapa. Se utilizó la API de Google Maps [28] para representar ambas geometrías y desplegar toda la información geográfica. En la Figura 5 se muestra un ejemplo de un evento de incendio ocurrido en el barrio Cerro de Montevideo, generado por el SINAE. Se desea recibir las notificaciones de incendios sobre el área geográfica en rojo representada por un polígono. En azul, se muestra el área donde ocurre el evento y que también abarca un polígono que se intersecta con el polígono de suscripción.

B. Servicios en la Plataforma de Gobierno Electrónico

El diseño de la Arquitectura del GeoMOM y sus componentes fue realizado teniendo en cuenta que será un Servicio en la Plataforma de Gobierno Electrónico. De esta forma todos los organismos públicos podrán usarlo para enviar avisos a los ciudadanos. Las invocaciones a las diferentes funciones se espera que sean a través de los mecanismos usuales de la PGE, usando los estándares WS-* y contando con sus funcionalidades centralizadas de Autenticación y Autorización. Por esto, el prototipo construido se abstrae de las reglas de seguridad y los flujos de comunicación de la PGE de AGESIC. El prototipo se centró en la validación funcional del GeoMOM, las suscripciones de carácter geográfico y los mecanismos de notificaciones push hacia los usuarios finales.

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó el escenario de desarrollo del gobierno electrónico en Uruguay y la necesidad de contar con una forma unificada de brindar alertas geolocalizadas por parte de todos los organismos públicos. Se presentó un análisis de algunas áreas de interés y los tipos de alertas que pueden generar. En base a este análisis se define a una estructura extensible a ser usada como tipos de mensajes. También se analizó las formas de uso que se pueden brindar a usuarios finales. En base a esto se propuso una extensión de la Plataforma de Gobierno Electrónico de Uruguay, agregando un componente basado en tecnologías de Message Oriented Middleware, que permite gestionar el envío de alertas geolocalizadas. Para ello se usan topics temáticos a los que los usuarios podrán suscribirse y un componente especializado en la gestión de las suscripciones y de la geolocalización de los usuarios. También se presenta el ciclo de vida completo de los avisos y se entra en detalle en el matching espacial que permite filtrar a qué usuarios se envía cada aviso. Finalmente se comentan algunos prototipos realizados para la validación de la arquitectura propuesta y su inserción en la Plataforma de Gobierno Electrónico. Esta propuesta considera que los usuarios puedan querer recibir avisos sobre zonas de interés, además de su localización actual. Una versión preliminar del análisis y la arquitectura presentados en este trabajo fueron presentados a personal técnico de AGESIC en diciembre de 2017 siendo validados y muy bien recibidos.

Un trabajo futuro que ya se está realizando es el análisis de las funcionalidades de gestión que requiere el componente propuesto para asegurar su viabilidad en el uso cotidiano. Esto incluye la creación dinámica de topics y la supervisión de las suscripciones de los usuarios finales. Esto permitiría, por ejemplo, detectar y suspender los envíos a usuarios que han perdido sus celulares y no están recibiendo ninguna alerta. Luego de implementada toda la propuesta de este trabajo también se planifica realizar pruebas en el ambiente de la PGE para validar la integración, realizar pruebas de performance y seguridad.

REFERENCES

- [1] L. González, R. Ruggia, J. Abin, G. Llambías, R. Sosa, B. Rienzi, D. Bello, and F. Alvarez, "A Service-oriented Integration Platform to Support a Joined-up E-government Approach: The Uruguayan Experience," in *Joint International Conference on Electronic Government, the Information Systems Perspective, and Electronic Democracy*, Austria, Sep. 2012.
- [2] AGESIC, "Guía de uso de la Plataforma de GE del Estado uruguayo," Tech. Rep., 2011.
- [3] J. H. Schiller and V. Agnes, *Location-based services*. Morgan Kaufmann Publishers, 2004.
- [4] G. Hohpe and B. Woolf, *Enterprise integration patterns: designing, building, and deploying messaging solutions*. Addison-Wesley, 2004.
- [5] A. Mizrahi, "El perfil del internauta uruguayo," Grupo RADAR, Universidad ORT, Montevideo, Uruguay, Tech. Rep., nov 2016.
- [6] I. N. de Estadística, "Resultados del censo de población 2011: población, crecimiento y estructura por sexo y edad," Instituto Nacional de Estadística, Reporte estadístico, 2011.
- [7] M. Portal, "Movistar y cutcsa lanzan nueva aplicación para smartphones," Set 2013. [Online]. Available: <https://www.montevideo.com.uy/Ciencia-y-Tecnologia/Movistar-y-CUTCSA-lanzan-nueva-aplicacion-para-Smartphones-uc212231>
- [8] D. Abernathy, *Using Geodata and Geolocation in the Social Sciences. Mapping our Connected World*. Warren Wilson College, USA: SAGE Publications Ltd, 2016, ISBN: 9781473908185.
- [9] A. A. Tamara Almarabeh, "A general framework for e-government: Definition maturity challenges, opportunities, and success," *European Journal of Scientific Research*, vol. Vol.39, no. 1, pp. pp.29–42, 2010, <http://www.eurojournals.com/ejrsr.htm>.
- [10] E. Kalampokis, E. Tambouris, and K. Tarabanis, *Electronic Government: 10th IFIP WG 8.5 International Conference, EGOV 2011, Delft, The Netherlands, August 28 – September 2, 2011. Proceedings*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, ch. Open Government Data: A Stage Model, pp. 235–246.
- [11] A. Poder Legislativo Uruguay, Presidencia de la República, "Texto ordenado gobierno electrónico," web, sep 2014.
- [12] AGESIC, "Plan de gobierno digital 2020," Tech. Rep., 2017.
- [13] *WS-Trust, OASIS Std. 1.4*, 2009. [Online]. Available: <http://docs.oasis-open.org/ws-sx/ws-trust/v1.4/errata01/os/ws-trust-1.4-errata01-os-complete.html>
- [14] *WS-SecurityPolicy, OASIS Std. 1.3*, 2012. [Online]. Available: <http://docs.oasis-open.org/ws-sx/ws-securitypolicy/v1.3/errata01/os/ws-securitypolicy-1.3-errata01-os-complete.html>
- [15] E. F. d. C. Juan M. Hernández Faccio, "Características de la información geográfica," in *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales*, C. M. Bernabé Poveda, Miguel Ángel; López Vázquez, Ed. UPM Press, 2012.
- [16] *OpenGIS Implementation Specification for Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture, OGC Std. 1.2.1*, 2006. [Online]. Available: <http://www.opengeospatial.org/standards/sfa>
- [17] *OGC® Geography Markup Language (GML)*, OGC Std. 3.3, 2012. [Online]. Available: <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>
- [18] *OGC KML 2.3*, OGC Std. 2.3, 2015. [Online]. Available: <http://www.opengeospatial.org/standards/kml>
- [19] F. J. E. Javier Moya Honduvilla, Miguel A. Bernabé, "La representación de la información geográfica," in *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales*, C. M. Bernabé Poveda, Miguel Ángel; López Vázquez, Ed. UPM Press, 2012.
- [20] P. Teunissen and O. Montenbruck, *Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems*, ser. Springer Handbooks. Springer International Publishing, 2017.
- [21] B. Jiang and X. Yao, "Location-based services and gis in perspective," *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 30, no. 6, p. 712–725, 2006.
- [22] M. Albano, L. L. Ferreira, L. M. Pinho, and A. R. Alkhawaja, "Message-oriented middleware for smart grids," *Comput. Stand. Interfaces*, vol. 38, no. C, pp. 133–143, Feb. 2015. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csi.2014.08.002>
- [23] P. T. Eugster, P. A. Felber, R. Guerraoui, and A.-M. Kermarrec, "The many faces of publish/subscribe," *ACM Comput. Surv.*, vol. 35, no. 2, pp. 114–131, Jun. 2003. [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/857076.857078>

- [24] A. Konstantinidis, A. Carzaniga, and A. L. Wolf, "A content-based publish/subscribe matching algorithm for 2d spatial objects," in *Middleware 2011*, F. Kon and A.-M. Kermarrec, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 208–227.
- [25] A. Kassab, S. Liang, and Y. Gao, "Real-time notification and improved situational awareness in fire emergencies using geospatial-based publish/subscribe," *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 12, no. 6, p. 431–438, 2010.
- [26] A. Antonic, K. Roankovic, M. Marjanovic, K. Pripuc, and I. P. arko, "A mobile crowdsensing ecosystem enabled by a cloud-based publish/subscribe middleware," in *2014 International Conference on Future Internet of Things and Cloud*, Aug 2014, pp. 107–114.
- [27] T. A. S. Foundation. (2018, feb) Apache activemq. [Online]. Available: <http://activemq.apache.org/>
- [28] G. M. API. (2018, maz) Google maps para cada plataforma. [Online]. Available: <https://developers.google.com/maps/>