



Propuesta metodológica de un sistema integrado de mapas para poblaciones expuestas a amenazas socio-naturales, usando la IDES.

Escalante, A.

Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"

aescalante@uca.edu.sv

Abstract— Actualmente existen una gran cantidad de portales web que ofrecen servicios de mapas, a nivel nacional se tienen mapas de amenazas y recursos servidos por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), datos de catastro e infraestructura servidos por el Centro Nacional de Registro (CNR), entre otros.

El CNR ha iniciado en 2013 una propuesta para mejorar este tipo de servicios, implementando la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de El Salvador (IDES), con el objetivo de divulgar información geográfica para apoyar el desarrollo nacional. Esta propuesta metodológica se enmarca en este contexto de apertura nacional de información, planteando dar un paso más a la publicación de información geográfica. Busca integrar a instituciones nacionales, aumentando de esta manera la capacidad de análisis de los usuarios al poder combinar datos geométricos y atributos procedentes de diferentes fuentes.

El tema de Gestión de Riesgo (GR) se ve potenciado con este tipo de iniciativas en que la información geográfica es centralizada, ya que para establecer los niveles de riesgo se requiere información de diferentes instituciones.

Este trabajo considera que la implementación de la IDES es a mediano o largo plazo por el marco legal vigente. Además se llega a plantear una alternativa metodológica que parta de la información que actualmente se comparte y que ayude al trabajo en GR. La integración de información viene a dar solución a una de las problemáticas actuales en esta temática, se ha observado que al hacer un análisis de riesgo en la actualidad, se tiene que levantar siempre los datos de exposición/vulnerabilidad, sin una identificación catastral y por lo tanto sin poder dar un seguimiento en el tiempo a un lugar o a una infraestructura específica.

Se ha creado un prototipo de la propuesta que se encuentra disponible en <http://doe.uca.edu.sv/cig/mapasintegrados>, en este momento devuelve solo un análisis por superposición geográfica (amenaza/exposición), en un futuro se espera implementar la propuesta en su totalidad.

Índice de términos— IDES, IDE El Salvador, CNR, MARN, VMVDU, Gestión de Riesgos, Mapas de Amenazas, ArcGIS, ArcGIS Server, API Java Script.



I. INTRODUCCIÓN

El uso que han tenido los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en El Salvador ha producido en los últimos años una mejor precisión en estudios que requieren de información geográfica, principalmente en áreas de medio ambiente, ordenamiento urbano, desarrollo territorial y gestión de riesgos. Lo anterior ha provocado que la demanda de este tipo de información sea cada vez mayor, no solo en temas específicos, sino también en obtener mejor calidad y usar de forma sistemática datos oficiales del país.

Entre las principales instituciones nacionales que sirven mapas se encuentran: Centro Nacional de Registros (CNR), el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU) y el Ministerio de Salud Pública (MINSAL).

Un elemento común que se tiene en la información proporcionada por las instituciones descritas es la duplicidad de información base. A manera de ejemplo, si una vivienda interesa a CNR por su registro legal, al VMVDU por los materiales de que está hecha y a MINSAL por las condiciones de salud del hogar o grupo familiar, no se requiere que las instituciones midan tres veces las dimensiones de este elemento.

Lo anterior quedó evidenciado durante la reciente erupción del volcán Chaparrastique, situación que afectó a una gran cantidad de comunidades del oriente del país y mostró la importancia de coordinar esfuerzos entre instituciones nacionales para mejorar la protección de la población y el uso

eficiente de los recursos. Mientras ocurría la erupción se realizaron levantamientos de familias e infraestructura expuestas a la amenaza para poder establecer el registro inmobiliario oficial de afectados.

Esta problemática ya había sido identificada por el CNR, en abril de 2013 inició la publicación de información geográfica desde su Geoportal Beta, ofreciendo mapas de referencia y de carácter oficial. Proporciona información 1:200,000 de forma pública para fines no comerciales y a grandes escalas se pueden acceder por instituciones públicas, de asistencia o de educación. Esta iniciativa es parte de la construcción de la IDES que se encuentra impulsando el CNR [1].

En esta propuesta se da un paso más allá de la implementación de la IDE en el país. Plantea que las instituciones nacionales como el MARN, VMVDU, MINSAL, inclusive el CNR; pueden aprovechar datos geográficos de otras instituciones para proveer información con un valor agregado, producto de la combinación de datos de diferentes instituciones nacionales.

II. MARCO DE REFERENCIA

La propuesta del sistema integrado de mapas para poblaciones expuestas a amenazas socio-naturales parte del siguiente marco de referencia: a- la capacidad instala en servicios de mapas del país; b- la IDES; c- cartografía de amenazas; d- levantamientos de vulnerabilidad, y e- evaluación de riesgos.



A. Capacidad instalada en servicios de mapas del país

En un primer momento se considera clave utilizar la capacidad tecnológica instalada en el País. Diversas instituciones nacionales han iniciado el uso de Servidores de Mapas para divulgar y compartir la información geográfica que generan, y que por ley deben de mantener actualizada.

Utilizan para este fin dos tipos de tecnologías: 1) *ArcGIS Server*, 2) servicio Web Map Service (WMS). *ArcGIS* es el término utilizado para definir al conjunto de software usado para SIG de la compañía *Environmental Systems Research Institute (ESRI)* [2]. El servicio WMS es un estándar del *Open Geospatial Consortium (OGP)* para proveer mapas bases desde internet (Tabla I) [3].

TABLA I
PRINCIPALES INSTITUCIONES QUE OFRECEN SERVICIOS DE MAPAS

Institución	Servicio de Capas/URL Servidor	Tecnología
CNR	Mapa 200k de El Salvador, Mapas 10k de calles, manzanas y viviendas. http://cloud.cnr.gob.sv	ArcGIS Server 10.1, WMS
MARN	Agrología, biocombustible, biodisel, botaderos, conservación, cuencas, geológico, pedológico, playas, SNAP, uso de suelo, vegetación, zonas de vida, de amenazas/susceptibilidades, proyectos específicos y de	ArcGIS Server 10.1, WMS

	referencia. http://mapas.marn.gob.sv	
VMVDU	Capas de diagnóstico, uso de suelo propuesto, amenazas, riesgos, a nivel general o a nivel específico. http://mapasweb.mop.gob.sv/	ArcGIS Server 10.1, WMS
MINSAL	Hospitales, unidades xomunitarias de salud familiar, áreas geográficas de influencia y SIBASIS. http://hsgeo.salud.gob.sv/cgi-bin/mapserv?	WMS

Fuente: elaboración propia a partir de consultas a sus sitios web, marzo 2014.

La mayoría de estos servicios son realizados en tecnología de ArcGIS Server. Solo el MINSAL utiliza tecnología WMS de la OGC, estándar que puede ser consultado desde ArcGIS Server.

Estos servicios de mapas en ArcGIS pueden ser utilizados en aplicaciones de escritorio, web o móviles para consultar o editar información geográfica. Las bases de datos generalmente se encuentran en SQL Server con la extensión *Spatial Database Engine (ArcSDE)* o en Postgre SQL con la extensión PostGIS [4].

B. IDE de El Salvador

La IDES se encuentra actualmente en desarrollo y es impulsada por el Centro Nacional de Registros (CNR), quien ha creado una mesa técnica nacional para su difusión, en ella participa: MARN, VMVDU y la UCA. Han contribución en su implementación diferentes instituciones internacionales como el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), la Red

Geoespacial de América Latina y el Caribe (GeoSUR) y la compañía ESRI. Inicialmente ofrece información geográfica de la República de El Salvador con diferentes propósitos (Tabla II).

TABLA II
CAPAS GEOGRÁFICAS SERVIDAS POR LA IDES CLASIFICADAS POR TIPO DE USUARIO Y ESCALA DE DATOS.

Usuarios	Escala	Capas servidas según CNR:
Usuarios básicos y avanzados. Usuario de negocio o consultor requiere de un convenio.	200k.	Cabeceras departamentales, municipales y cantonales; tema de relieve mostrando los cerros, volcanes y elementos costeros; tema de transporte mostrando las vías principales, departamentales, nacionales y centroamericanas, así como la vía férrea; también se muestran los puertos marítimos, aeropuertos y aduanas fronterizas; áreas urbanas; hidrografía principal como lagos, lagunas, embalses, ríos importantes; límites político-administrativos a nivel de departamentos, municipios y cantones. Adicionalmente son servidas capas de tipo Raster Layer sobre el relieve por departamento.
Usuarios avanzados.	25k, 10k y Escala Urbana.	Vías a 25k y a 10k, mapa de manzanas de cada departamento y la capa de viviendas 2005, levantamiento para elaborar la cartografía para el VI Censo de Población y V de Vivienda de El Salvador, 2007.

Fuente: elaboración propia, a partir de datos servidos por CNR, marzo2014.

La situación previa en el país consistía en un escenario en donde se trabajaba con diferentes proyecciones, datos inconsistentes, información duplicada, entre otros problemas; todo esto fue lo que llevó al planteamiento para la creación de la IDES [5].

El CNR busca con la implementación de la IDES: 1) compartir información geográfica de diferentes instituciones con el propósito de hacer eficiente los procesos de adquisición y mantenimiento de datos; y 2) apoyar las iniciativas nacionales que permitan un mejor desarrollo humano en el país. En la Fig. 1 se puede ver como se clasifican e inter relacionan los usuarios de información geográfica dentro de la IDES y las instituciones involucradas.

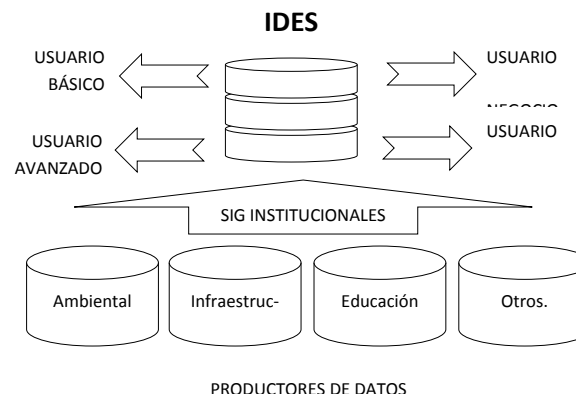


Fig. 1 Actores dentro de la IDE del CNR. Fuente: CNR 2013.

C. Cartografía de amenazas

En cuanto a la evaluación y análisis de eventos naturales o socio-naturales, el MARN ha analizado las principales amenazas que enfrenta el territorio nacional, generando de esta manera



mapas temáticos para orientar planes territoriales o trabajos de gestión de riesgos. En esta propuesta se utilizan dos mapas de susceptibilidad: deslizamientos e inundaciones. La diferencia con los mapas de amenaza radica en que no se asocia valores de probabilidad (períodos de retorno) a las magnitudes detectadas, sino que se establecen calificativos de peligrosidad.

Susceptibilidad a deslizamientos.

Esta cartografía fue creada en 2004 por un grupo de Ingenieros del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) utilizando el modelo de Mora-Vahrson [6]. En la metodología para su elaboración utiliza cinco factores para avaluar la susceptibilidad; entre ellos el relieve, litología, la humedad, la sismicidad y la lluvia; por medio de herramientas de análisis espacial de SIG se llegan a combinar de forma ponderada y a reclasificar los resultados para lograr 4 clases de susceptibilidad. Finalmente se establecen recomendaciones para la planificación territorial en cada una de las zonas de susceptibilidad (Tabla III).

TABLA III
RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO DE
INFRAESTRUCTURA POR CLASES DE VULNERABILIDAD

Zona	Tipo	Recomendaciones
1	Baja	Se permite cualquier infraestructura, tomando en cuenta aspectos que podría originarse por los problemas de escala y haciendo los estudios correspondientes.
2	Moderada	Se permite el desarrollo de infraestructura urbana e industrial,

		haciendo estudios específicos y destinando parte del monto de la obra a la partida de mitigación.
3	Alta	Restringir el desarrollo de infraestructura que concentre gran cantidad de personas. De ser necesario hacer estudios especializados a escala 1:5000 y asignar un mínimo del 10% de la obra a la partida de mitigación.
4	Muy Alta	Prohibido el desarrollo de cualquier tipo de Infraestructura.

Fuente: elaboración propia a partir de datos del SNET (2004).

Susceptibilidad a Inundaciones.

Esta cartografía se construyó a partir de registros históricos de inundaciones e imágenes LandSat de 1998 posteriores al huracán Mitch, donde podían observarse las zonas afectadas por análisis multiespectral [7].

Según el MARN este es un mapa preliminar a escala 1:25,000 que no debe de usarse para el diseño de obras que requieran estudios a mayores escalas. Al igual que el mapa de susceptibilidades a deslizamiento se establecen tres clases de peligro a las zonas identificadas: muy alto, alto y moderado. No se dispone de recomendaciones para su desarrollo.

D. Levantamientos de vulnerabilidad

El levantamiento de datos para evaluar el nivel de daños ocurridos por la erupción del Volcán Chaparrastique del 29 de diciembre de 2013 fue realizado por el VMVDU y el MARN. Se emplearon tres fichas de levantamiento de datos: una creada por el MARN para el manejo de datos ambientales y las otras

dos creadas por el VMVDU relacionadas a los aspectos socioeconómicos de las familias y aspectos de vulnerabilidad de las viviendas [8].

Dentro de la iniciativa MARN/VMDU planteó el uso de una ficha de precalificación con 7 apartados (Tabla IV). Entre los datos se tienen aspectos generales de la familia, vivienda, datos sociales, económicos como grupo familiar y aspectos específicos que permiten establecer de forma aproximada la vulnerabilidad del inmueble.

TABLA IV
FICHA DE PRECALIFICACIÓN DE POTENCIAL DE BENEFICIARIOS

No.	Apartado	Datos específicos
1	Datos del Solicitante	Datos del beneficiario y compañera de vida. Información recopilada: Padre/Madre soltera, DUI, NIT, Nombres, Apellidos, Sexo, fecha de nacimiento, lugar de nacimiento, estado familiar, ocupación, teléfono.
2	Datos de Ubicación del Inmueble	Departamento, Municipio, Cantón, Urbano/Rural, Caserío, Barrio Colonia; todos con nombre y código oficial.
3	Aspectos Socio-Económico	Personas que habitan la vivienda, familias, ingreso del grupo familiar, dependientes, discapacitados (física/mental)
4	Características del Inmueble	Material de paredes (concreto mixto, adobe, madera, lámina, paja/palma, plástico/cartón/teja, otro), piso (ladrillo cemento, ladrillo de barro, cemento, tierra, otro) y techo (losa de concreto, teja, lámina de asbesto/fibrocemento, lámina metálica, paja/palma, plástico/cartón/teja, otro). Todos ellos estableciendo el estado (bueno, regular,

		malo, daño parcial y destruido)
5	Tenencia de la Tierra	Propiedad (si, no, en proceso) Ubicación (servidumbre, zona de protección, derecho de vía, zona de retiro, otro) Tipo de riesgo (deslizamiento, erupción, tsunami, inundación, contaminación, otros)
6	Declaración Jurada	Firma del solicitante
7	Responsable	Nombre y firma del responsable

Fuente: elaboración propia a partir de la Ficha de Precalificación, VMVDU 2013.

E. Evaluación de riesgo

La evaluación de riesgos determina la forma en que se combina amenaza, exposición y vulnerabilidad; ésta última, para los niveles de amenaza de los elementos expuestos. Las amenazas tienen asociados valores de incerteza, su ocurrencia tiene una probabilidad que deberá de ser considerada [9 y 10]. De forma simplificada se puede establecer al riesgo (R) como:

$$R = AEV \quad (1)$$

Donde la Amenaza (A) se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un evento natural, la exposición (E) a los elementos en riesgo que podrían ser personas, infraestructuras como cantidad o en su valor monetario (éste es el que establece las unidades del riesgo al ser los otros dos términos dimensionales). La vulnerabilidad (V) se refiere a un valor entre 0 y 1 que asigna el daño probable de la infraestructura al verse sometida al evento amenazante. Por ejemplo una vivienda bien construida y expuesta a un pequeño sismo de baja magnitud, su vulnerabilidad quizás sea "0" (no tendría daños) y por lo tanto no hay personas o infraestructuras en riesgo.

III. PROPUESTA DE UN SISTEMA INTEGRADO DE MAPAS PARA POBLACIÓN EXPUESTA A AMENAZAS SOCIO-NATURALES.

A pesar que la IDES propuesta por CNR plantea ser una solución a los problemas expuestos, su implementación requiere de compromisos políticos. Las instituciones nacionales deberían abrir sus bases de datos para garantizar un flujo centralizado de información (Fig. 2).

Esta situación se considera difícil de lograr en el corto o mediano plazo. Lo anterior se explica al pensar si nuestra legislación se encuentra lista para proveer a un usuario en particular, información sobre sus datos legales de parcela o información de los habitantes de la comunidad en que vive. Disponer de estos datos dependería de cambiar el marco legal nacional y armonizar a la ley de transparencia de información con el secreto estadístico e información arancelada del país.

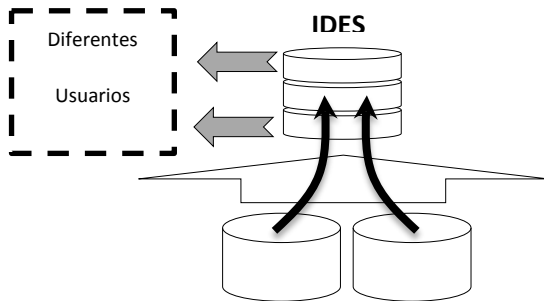


Fig. 2 Flujo de información en la IDES propuesta por el CNR. Fuente: elaboración propia adaptada de CNR 2013.

Adicionalmente se plantea que transmitir información sobre amenazas socio-naturales a la población debe de: 1)ser

oportuna, y 2) garantizar que ésta se mantenga en línea durante la crisis que se desea informar/orientar.

Los sistemas permiten actualmente proporcionar información a terceros, entre ellas tenemos los formatos “feed” que son archivos muy utilizados para seguir un sitio web. En el caso de los servicios de mapas se pueden disponer de estos datos por medio de las librerías especializadas, acceder a los datos geométricos y de atributos de los elementos que lo conforman. Lo anterior permitiría combinar datos almacenados en diferentes servidores.

La propuesta consiste en disponer de canales adicionales de comunicación hacia la población (usuarios básicos en IDES) que utilicen los datos públicos de cada institución; es decir aquella información que ya esté consensuada al interior de cada una de ellas y que se pueda compartir (Fig. 3).

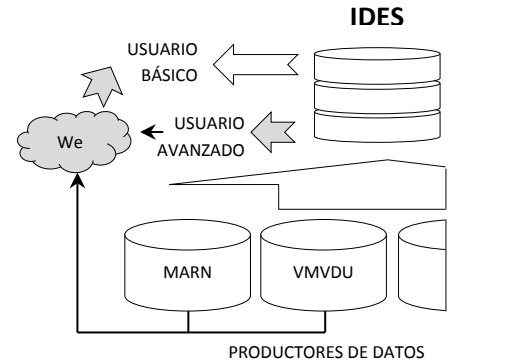


Fig. 3 Propuesta para implementar un sistema de divulgación de información geográfica a la población expuesta a amenazas socio-naturales.

Fuente: elaboración propia adaptada de CNR 2013.

Es aquí donde la evaluación de la capacidad instalada del país, en cuanto a la tecnología de servidores de mapas disponibles, debe plantear la forma de lograr esta combinación de datos geográficos.

La combinación de datos geográficos procedentes de diferentes servidores o fuentes de información debe poder realizarse para lograr el objetivo propuesto. Es decir si se tiene una zona de inundación en el servidor del MARN y las viviendas en servidor del CNR, la aplicación debe de ser capaz de intersectar ambas geometrías y poder determinar a las viviendas que se encuentran dentro de una zona de inundación. Adicionalmente deberá de obtener la información de vulnerabilidad almacenada en el VMVDU y estimar por lo tanto un escenario de riesgo. En el caso de zonas susceptibles a deslizamientos realizaría una función similar (Fig. 4).



Fig. 4 Zonas de Inundación y viviendas afectadas, San Salvador.
Fuente: elaboración propia con datos procedentes de servicios de mapas del CNR y el MARN.

Para la implementación de la propuestas metodológica se plantea las siguientes consideraciones:

- En cuanto al software de desarrollo: éste debe permitir realizar una selección de elementos del mapa respecto a otros elementos. Básicamente se requiere seleccionar las viviendas que se encuentren sobre polígonos de inundación o polígonos de deslizamientos. Tanto las viviendas y la cartografía de amenaza se encuentra como un servicio WMS o de ArcGIS Server de tipo *MapServer*.
- En cuanto la escala: la cantidad de elementos que el servidor de mapas proporciona al usuario. Este valor generalmente es de 500, motivo por el cual el geoprocreso solo devolverá valores válidos cuando todos los elementos se encuentren cargados. Lo anterior implicaría que si un usuario está visualizando a todo el municipio de San Salvador solo observaría 500 viviendas, si se acerca a una colonia específica, verá las viviendas de ésta y sí son menores al valor establecido anteriormente serían entonces las viviendas reales de esa colonia.
- En cuanto a la periodicidad de cambios de la información base: no toda la información geográfica estará cambiando de forma periódica. Se plantea crear consultas o geoprocresos de forma anticipada en aquellas capas que no cambian de forma dinámica. Los procesos geográficos en el servidor y los tiempos de respuesta serán menores.

A manera de ejemplo para ver la periodicidad de cambios en la base de información se tiene: el mapa de susceptibilidad es año 2004, los polígonos de los límites municipales 2013 y se desea devolver a los usuarios los porcentajes de cada municipio expuesto a las diferentes amenazas.

Un geoproceso que construya la consulta, debería de partir de un mapa nacional de susceptibilidad a deslizamiento (SusDesliz) y “tabular las áreas” de intersección con la capa de límites municipales (Mun). Posteriormente relacionar la tabla resultado de la “tabulación de áreas” con el tema de municipios para poder conocer las áreas susceptibles de cada una de ellas. Se finaliza determinando campos necesarios para clasificar los departamentos y los municipios (Fig. 5 y 6).

Construcción de un Prototipo de sistema de integración de mapas inter-institucional.

Para poder evaluar la alternativa propuesta se construyó un prototipo del sistema, que a pesar de no disponer de una gran cantidad de herramientas permite realizar ciertos procesos (Fig. 7). Se encuentra disponible línea y ofrece servicios en el tema de gestión de riesgos, además muestra el potencial que se tiene al interrelacionar tecnológicamente la información servida por instituciones públicas.

A pesar de haberla desarrollado con APIs de ESRI, el costo es inexistente ya que cualquier desarrollador podría hacer un sitio como el mostrado, conectándose a la información pública de las instituciones o por medio de los permisos correspondientes a los datos reservados.

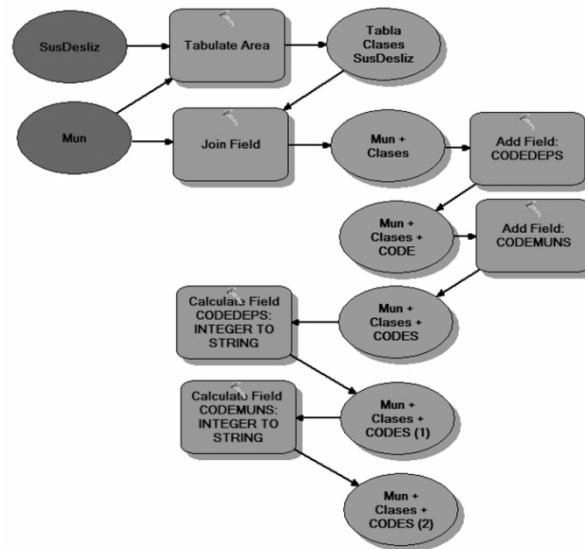


Fig. 5 Preparación de datos para hacer más eficiente los procesos de consulta. Fuente: elaboración propia en Model Builder, ArcGIS..



Fig. 6 Mapa con valores de susceptibilidad a inundaciones. Fuente: elaboración propia con datos del MARN.



Fig. 7 Prototipo del sistema de integración de mapas.

Fuente: <http://doe.uca.edu.sv/cig/mapasintegrados>.

La aplicación es bastante intuitiva y requiere para hacer las consultas efectuar los siguientes pasos: 1) seleccionar un departamento/municipio; 2) acercarse a una zona determinada y 3) ejecutar la consulta. Al seleccionar el municipio se muestra los porcentajes de áreas de inundación y deslizamiento. También en cualquier momento el usuario puede visualizar las capas de interés.

Se emplean durante su construcción funciones para realizar consultas de atributos o geométricas, accesos a capas públicas o privadas, filtros a los datos, obtener leyenda o información específica de cada elemento (Tabla V).

TABLA V
PRINCIPALES FUNCIONES UTILIZADAS EN EL DESARROLLO DEL
PROTOTIPO DEL SISTEMA DE INTEGRACIÓN DE MAPAS

Funciones	Descripción del trabajo que realiza
<i>esri.tasks.QueryTask</i> , <i>esri.tasks.Query</i>	Creación de consultas de atributos, con posibilidad de devolver la geometría o no.
<i>esri.layers.ArcGISDynam icMapServiceLayer</i> , <i>map.addLayers</i>	Forma en que se accede a todas las capas de un servicio de mapas, como por ejemplo el del MARN (de ser necesario requiere de <i>Tokens</i> para el uso de datos privados).
<i>esri.layers.FeatureLayer</i> , <i>setDefinitionExpression</i>	Forma de agregar capas específicas de grandes volúmenes de datos, para mostrar aquellos de interés.
<i>esri.dijit.Legend</i> y <i>esri.InfoTemplate</i>	Obtención de leyendas y cajas interactivas de información.

Fuente: elaboración propia a partir de manuales de APIs de ESRI.

IV. CONCLUSIONES Y SIGUIENTES PASOS EN EL DESARROLLO

La IDES propuesta por el CNR se plantea como una solución para la integración de instituciones nacionales, tiene el fin de no duplicar esfuerzo en el levantamiento de información base y de poder compartir datos con el objetivo de impulsar el desarrollo del país.



Implementar la IDES en su totalidad implica un reto grande al país, al poder establecer los caminos legales para compartir información entre instituciones o a usuarios finales cuando ésta se encuentra arancelada o se puede considerar parte de ésta como secreto estadístico.

Con las tecnologías que ya se encuentran instaladas en diversas instituciones y con la información que estas mismas han hecho pública, se puede ofrecer información a la población con un valor agregado producto de la combinación inter-institucional.

Un elemento clave es empezar a utilizar los códigos oficiales para las unidades geográficas de análisis, los códigos de departamento, municipio y cantón han sido ampliamente difundidos; pero unidades más pequeñas como caseríos, colonias, entre otros, es un reto que se debe afrontar para poder hacer un uso adecuado de todos los datos.

A partir de la construcción del prototipo de sistema integrado de mapas se puede establecer que el uso de APIs de ESRI, a partir de servicios institucionales de mapas que emplean esta misma tecnología, abre la posibilidad de relacionar instituciones por medios tecnológicos, logrando establecer un uso compartido de los datos y un mantenimiento integrado en función de las competencias por ley de las mismas instituciones.

Finalmente estas aplicaciones deben tener herramientas capaces de poder descargar datos con un valor agregado que proceda de la combinación de datos institucionales. En el caso abordado los usuarios podrían descargar datos de cruces de

variables y así obtener viviendas de un municipio ubicada en diferentes tipos de amenaza, por ejemplo inundación y deslizamiento.

V. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la mesa técnica del CNR la confianza en la Universidad para desarrollar esta primera propuesta de utilización de datos geográficos de su Geoportal; específicamente se agradece el apoyo brindado por Ing. Rigoberto Magaña, Arq. Emma Flores y Ing. Francisco Benítez. Así también el apoyo del Lic. Giovanni Molina e Ing. Luis Menjívar del MARN al compartir su experiencia en temas de MapServer y la cartografía de amenaza desarrollada; y finalmente al Lic. Arturo Cardona del VMVDU por su apoyo en información sobre levantamientos de infraestructura expuesta para la caracterización de la vulnerabilidad.

Adicionalmente agradecemos a Saúl Soriano, Rafael Paz, Luis Huezco y Blanca Escobar por el apoyo invaluable en tan corto tiempo para la creación del prototipo y el diseño gráfico de la interfaz web.

VI. REFERENCIAS

- [1]. CNR, Centro Nacional de Registros [online]. Geoportal, Centroamérica, El Salvador, 2015. Disponible en http://www.cnr.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=953&Itemid=327
- [2]. ESRI, Environmental Systems Research Institute [online]. Estados Unidos, Redlands, CA, 2015. Disponible <http://www.esri.com/>



- [3]. OGC. Open Geospatial Consortium [online]. Consorcio de 372 organizaciones públicas y privadas. 2015. Disponible en <http://www.opengeospatial.org/>
- [4]. PostGIS, Spatial and Geographic objects for PostgreSQL [online]. 2015. Disponible en <http://postgis.net/>
- [5]. CNR, Hacia la infraestructura de datos espaciales de El Salvador. Centroamérica, El Salvador, 2013. Disponible en http://www.cnr.gob.sv/2013/Lanzamiento_GeoPortal_CN R.pdf
- [6]. SNET, Memoria Técnica para el Mapa de Susceptibilidad de deslizamientos de Tierra En El Salvador. Centroamérica, El Salvador, 2004.
- [7]. SNET, Servicio Hidrológico Nacional, informe sobre las consideraciones para el mapa preliminar de susceptibilidad a inundaciones. El Salvador, Centroamérica, 2004.
- [8]. VMVDU, Ficha de Precalificación. Centroamérica, El Salvador, 2013.
- [9]. UCA, Estimación probabilística del riesgo a inundaciones. Trabajo de graduación para optar al grado de Ingeniero Civil. Centroamérica, El Salvador, 2011.
- [10]. CENAPRED, Guía Básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. México, DF, 2004.