

#### **ENTREGABLE 6**

#### DOCUMENTO CON EL INVENTARIO DE INFORMACIÓN DE ÍNDOLE GEOLÓGICA RELEVANTE PARA EL SEGURO AGROPECUARIO CATASTRÓFICO

#### **CONTENIDO**

0.	INTRODUCCIÓN	5
1.	OBJETIVO GENERAL	7
2.	MARCO CONCEPTUAL	8
2	2.1 TIPO DE EVENTOS	8
	2.2 INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN LA GESTIÓN DE INFORMACIO GEOLÓGICA E HIDROLÓGICA PARA EL PAÍS	
2	2.3 CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN	9
3.	EVENTOS GEOLÓGICOS	10
3	3.1 MOVIMIENTOS EN MASA (MM)	10
	3.1.1 Definición de movimientos en masa	10
	3.1.2 Entidades con información	11
3	3.2 ERUPCIONES VOLCÁNICAS	28
	3.2.1 Definición de erupciones volcánicas	29
	3.2.2 Entidades con información:	30
3	3.3 SISMOS	37
	3.3.1 Definición de sismos	38
	3.3.2 Entidades con información:	38
4. I	EVENTOS HIDROLÓGICOS	53
2	4.1 INUNDACIONES	53
	4.1.1 Definición de inundaciones	53
	4.1.2 Entidades con información	55
CC	NCLUSIONES	68
D	NI OODATÍA	



#### **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Población expuesta a movimientos en masa, sismos e inundaciones en Colombia. Fuente: Corporación OSSO – EAFIT, 2011.

Figura 2. Pérdidas por tipo de evento, 1970-2011. Fuente: Corporación OSSO 2011 a partir de Corporación OSSO-EAFIT, 2011.

Figura 3. Foto de un deslizamiento de tierra. Fuente: IDEAM.

Figura 4. Ventana de acceso al SICAT del SGC. Fuente:

http://aplicaciones1.sgc.gov.co/sicat/html/Default.aspx.

Figura 5. Página principal del SIMMA. Fuente: http://zafiro.sgc.gov.co/simma/default.aspx

Figura 6. Página de consulta del SIMMA. Fuente: Fuente:

http://zafiro.sgc.gov.co/simma/default.aspx.

Figura 7. Página de infórmenos del SIMMA – formulario de reporte de movimientos en masa. Fuente: http://zafiro.sgc.gov.co/simma/Informenos/Informenos.aspx.

Figura 8. Ventana de acceso al pronóstico de la amenaza diaria por deslizamientos del portal institucional del IDEAM. Fuente:

http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/pronostico-de-la-amenaza-diaria-por-deslizamientos.

Figura 9. Ejemplo mapa de pronóstico de la amenaza por deslizamientos en la región Pacífica para el día 6 de octubre de 2015. Fuente:

http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/pronostico-de-la-amenaza-diaria-por-deslizamientos.

Figura 10. Ventana de acceso a los boletines de pronóstico de la amenaza por MM de la página Web del IDEAM. Fuente: http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/pronostico-de-la-amenaza-diaria-por-deslizamientos.

Figura 11. Ejemplo de Boletín de seguimiento y pronóstico de la amenaza por deslizamiento elaborado por el IDEAM. Fuente:

http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/pronostico-de-la-amenaza-diaria-por-deslizamientos.

Figura 12. Erupción volcánica. Fuente: SGC.

Figura 13. Red de vigilancia de volcanes - Observatorios Vulcanológicos (O.V) de Colombia. Fuente: SGC.

Figura 14. Consulta de la actividad volcánica en la página Web del SGC (Fuente: http://www2.sgc.gov.co/Observatorios-Vulcanologicos.aspx).

Figura 15. Erupciones volcánicas históricas de volcanes de Colombia. Fuente: SGC.

Figura 16. Mosaico de mapas de amenaza volcánica elaborados por el SGC. Fuente: SGC.

Figura 17. Sistema de Información de Sismicidad Histórica de Colombia. Fuente: http://agata.sgc.gov.co:9090/SismicidadHistorica/.

Figura 18. Formulario de consulta general de sismicidad. Fuente:

http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/consultas.



Figura 19. Formulario de parámetros de consulta de sismos de una región específica.

Fuente: Fuente: http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/consultas.

Figura 20. Red Sismológica Nacional de Colombia – RSNC del SGC. Fuente: SGC.

Figura 21. Ejemplo de inundación. Fuente: http://www.ideam.gov.co/web/agua/amenazas-inundacion.

Figura 22. Información estandarizada que presenta el sistema HYDRAS del IDEAM, el cual recibe los datos vía satélite y los procesa para visualizar la dinámica de los niveles del agua. Fuente: IDEAM.

Figura 23. Modelación Hidrológica: a) Ciclo hidrológico; b) Resultados de modelación.

Fuente: http://www.ideam.gov.co/web/agua/modelacion-hidrologica.

Figura 24. Sitio de la página Web del IDEAM en donde se encuentra disponible los Boletines Hidrológicos diarios. Fuente:

http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/boletin-hidrologico-diario.

Figura 25. Ejemplo de Boletín hidrológico diario del IDEAM. Fuente:

http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/boletin-hidrologico-diario.

Figura 26. Vista de pronóstico de precipitación del modelo WRF generado por IDEAM en el sistema FEWS. Fuente: http://fews.ideam.gov.co/Proyecto%20FEWS-Colombia.pdf.

Figura 27. Geovisor del IDEAM, en donde se observa el mapa de Zonificación Hidrográfica de Colombia (2013). Fuente: http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/servicios-geograficos.

Figura 28. Visor geográfico del SIAC, IDEAM. Fuente: http://sig.anla.gov.co:8083/.



#### **LISTA DE TABLAS**

- Tabla 1. Clasificación de los eventos.
- Tabla 2. Principales Sistema de Información del país relacionado al componente geológico con los enlaces Web donde se pueden consultar.
- Tabla 3. Productos relacionados a amenazas geológicas como los MM que se puede encontrar a través de la página Web.
- Tabla 4. Consultas de sismos: a) Por fecha; b) Por sitio; c) Por coordenadas y d) Sismos falsos. Fuente: http://agata.sgc.gov.co:9090/SismicidadHistorica/
- Tabla 5. Ejemplos de consultas del menú "Reporte de sismo sentido" del Sistema de Información de Sismicidad Histórica de Colombia.

#### LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Red Hidrológica Nacional. Fuente IDEAM.

#### **LISTA DE ANEXOS**

- Anexo A. Listado de estudios de zonificación de movimientos en masa, elaborados por el SGC.
- Anexo B. Listado de estudios de visitas de emergencia de movimientos en masa, elaborados por el SGC.
- Anexo C. Listado de mapas de amenaza de origen geológico disponibles en el SGC.
- Anexo D. Listado de estudios de movimientos en masa elaborados por el IDEAM.
- Anexo E. Inventario de movimientos en masa ocurridos desde el año 1921, elaborado por el IDEAM.
- Anexo F. Consolidado de atención de emergencias, año 2015 de la UNGRD.
- Anexo G. Ejemplo de consulta general de sismos, de la página Web del SGC.
- Anexo H. Inventario total de sismos ocurridos en Colombia desde 1993 hasta octubre de 2015, de la Red Sismológica Nacional de Colombia del SGC.
- Anexo I. Listado de estudios de sismos disponibles en el SGC.
- Anexo J. Listado de estudios en el tema de inundaciones elaborados por el IDEAM.



0. INTRODUCCIÓN

Las prácticas agrícolas y pecuarias ocupan buena parte del territorio nacional y en muchos casos han sido afectadas por la ocurrencia de fenómenos naturales de origen hidrometeorológico y geológico. En los últimos años, especialmente durante el periodo 2007-2014 se ha presentado en Colombia un comportamiento significativamente anómalo en el régimen hídrico, representado en excesos y déficits de lluvia, debido a la presencia de los eventos El Niño/La Niña. Este comportamiento anómalo ha producido un marcado aumento en frecuencia y magnitud de eventos extremos, tales como: inundaciones, deslizamientos, sequías, heladas, incendios y otros, los cuales a su vez ocasionan un fuerte impacto en los sectores productivos, como el sector agropecuario.

Sumado a lo anterior, las condiciones geológicas, topográficas y climatológicas que se presentan en el territorio colombiano son propias tanto del Cinturón de Fuego del Pacífico como de la Zona Ecuatorial. Esto hace que el territorio nacional tenga un comportamiento especial. De otra parte, su población y sus polos de desarrollo, se encuentran mayoritariamente establecidos en regiones montañosas como la Región Andina. El territorio colombiano, en términos del tiempo geológico, se considera de formación reciente y aún en proceso de desarrollo, en respuesta a eventos estructurales y a modificaciones bioclimáticas. Esto define unas condiciones geomorfológicas de inestabilidad del territorio.

La gran variedad de relieves es aún más diferenciada cuando se consideran los efectos de los cambios bioclimáticos tanto pasados como actuales que actúan sobre ellos, además de la acción del hombre.

Las condiciones anteriormente expuestas se visualizan de la siguiente manera: Cordilleras en formación que surcan el territorio nacional y se encuentran constituidas por rocas diferentes, presencia de fracturamiento o fallamiento y actividad sísmica frecuente y actividad volcánica. Zonas montañosas, flancos de cordilleras de pendientes altas y largas. Clima ecuatorial, precipitación abundante y cíclica. Todos los anteriores factores hacen que en Colombia, no solo exista una gran variedad de suelos y rocas sino que ellas tengan un comportamiento geotécnico variado, que sumado a los factores biológicos y antrópicos aumentan las amenazas de origen natural.

De acuerdo a lo anterior, Colombia está constituida por una amplia diversidad geológica, geomorfológica, hidrológica y climática, la cual se expresa en un conjunto de fenómenos que representan una potencial amenaza para el desarrollo social y económico del país.

En la Figura 1 se resume la distribución del nivel de exposición del territorio y de la población a fenómenos como inundaciones, sismos y movimientos en masa, de lo que se concluye que el 86% de la población está expuesta a una amenaza sísmica alta y media,



el 28% a un alto potencial de inundación y el 31% a una amenaza alta y media por movimientos en masa (Banco Mundial Colombia y GFDRR, 2012).

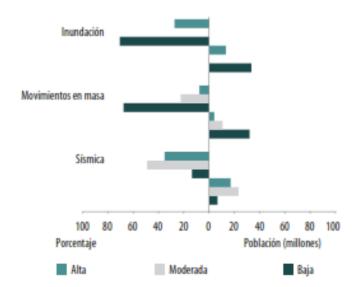


Figura 1. Población expuesta a movimientos en masa, sismos e inundaciones en Colombia.

Fuente: Corporación OSSO¹ – EAFIT, 2011.

Las amenazas de origen geológico, como los sismos y las erupciones volcánicas, pueden considerarse como invariantes en el tiempo mientras que la amenaza a inundaciones, deslizamientos en amplias zonas del país ha crecido, debido a la inadecuada intervención humana sobre el territorio y al consecuente deterioro ambiental.

En cuanto a los fenómenos geológicos poco frecuentes pero de gran impacto, como los sismos fuertes y las erupciones volcánicas severas, por lo general ocasionan grandes pérdidas concentradas en un territorio y en un lapso de tiempo relativamente corto, por esto han sido denominados riesgos intensivos (EIRD, 2011). Se puede mencionar el terremoto de Popayán (31 de marzo de 1983), el mega desastre provocado por la erupción del volcán Nevado del Ruiz y la avalancha que destruyó a Armero, el 13 de noviembre de 1985 (Banco Mundial Colombia y GFDRR, 2012).

Se tiene información de que los deslizamientos y las inundaciones acumulan los mayores porcentajes de pérdidas de vidas y viviendas destruidas, respectivamente. Si se excluyen las grandes pérdidas asociadas con la erupción del volcán Nevado del Ruiz en 1985, los mayores porcentajes de pérdidas de vidas y de viviendas destruidas acumuladas para el período 1970-2011 corresponden a los deslizamientos y a las inundaciones, respectivamente (Figura 2). Al hacer un análisis según el tipo de evento, se tiene que los fenómenos de origen hidrometeorológico (inundaciones y deslizamientos) se caracterizan por generar impactos más localizados pero de alta frecuencia, lo cual de manera acumulativa en el tiempo significa pérdidas incluso mayores a las ocasionadas por los eventos de sismos y erupciones volcánicas. Lo anterior se evidencia, según la Corporación OSSO-EAFIT, (2011) en que las inundaciones han ocasionado el 43% de las

Observatorio Sismológico del Suroccidente



viviendas destruidas y el 10% de las pérdidas de vidas, en tanto los deslizamientos han causado el 10% de las casas destruidas y el 36% de las muertes durante el lapso de tiempo estudiado.

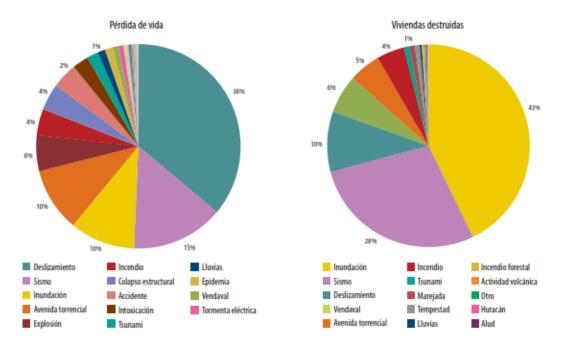


Figura 2.Pérdidas por tipo de evento, 1970-2011. Fuente: Corporación OSSO 2011 a partir de Corporación OSSO-EAFIT, 2011.

De acuerdo a lo anterior, la evaluación del riesgo en el sector agropecuario ha tomado importancia, es así que, hace algunos años el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres, inició una importante tarea no solo en la coordinación de labores de prevención y mitigación, sino en la elaboración de inventarios de eventos geológico e hidrológicos como las inundaciones, deslizamientos, sismos, entre otros.

Hasta la fecha, las medidas tomadas por el Estado para manejar el impacto de los desastres en el sector agropecuario han sido más de respuesta a las afectaciones que de prevención y mitigación de los factores de riesgo. Las estrategias adoptadas se soportan principalmente en otorgar compensaciones directas o alivios financieros a productores afectados después de la ocurrencia de los fenómenos. La única medida disponible que podría considerarse como preventiva es el subsidio al seguro agropecuario (Banco Mundial Colombia & GFDRR, 2012) y en algunos casos el mismo seguro agropecuario.

Este documento presenta una evaluación del inventario de información existente de índole geológico e hidrológico necesaria para desarrollar el seguro agropecuario catastrófico.

#### 1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un inventario de información de índole geológico relevante para el seguro agropecuario catastrófico.



#### 2.1 TIPO DE EVENTOS

Como se adelantó en entregables previos, para llevar a cabo el objetivo planteado, fue necesario entender varios conceptos básicos, tanto del riesgo como de su gestión desde el punto de vista de los seguros agropecuarios. Las definiciones y conceptos relacionados a amenazas de origen geológico e hidrológico desde el punto de vista de seguros catastróficos, se presentan en documentos de FASECOLDA (2012), MAPFRE y MUNICH RE (2009).

De acuerdo a la evaluación de las experiencias nacionales e internacionales en el tema de seguros agropecuarios catastróficos y la definición de conceptos, se identificaron los tipos de eventos geológicos e hidrológicos que serán objeto de localización y evaluación del presente estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de los eventos.

CLASE DE EVENTOS	GEOLÓGICOS	HIDROLÓGICOS	METEOROLÓGICOS	FITOSANITARIOS
Tipos de	Sismos	Inundaciones	Exceso de	Plaga
eventos	Erupciones		Precipitación	Enfermedad
	volcánicas		Viento fuerte	
	Movimientos en		Granizo	
	masa		Sequia	
			Heladas	

## 2.2 INSTITUCIONES INVOLUCRADAS EN LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN GEOLÓGICA E HIDROLÓGICA PARA EL PAÍS

Para el logro de los objetivos del contrato GERS/FINAGRO, en una primera etapa se identificaron las entidades vinculadas con el acopio, análisis y/o suministro de información relacionada con geología e hidrología para el país. Es así que se destaca las instituciones del orden nacional que forman parte del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), como son: la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). En este sentido, para estas entidades uno de los objetivos es realizar investigación, seguimiento y monitoreo de amenazas geológicas (SGC) e hidrometerológicas (IDEAM), como base para la gestión integral del riesgo. En este contexto, estas entidades generan productos de investigación y zonificación de amenazas, monitoreo, seguimiento y emisión de alertas tempranas.



#### 2.3 CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Las entidades mencionadas en el capítulo anterior, llevan a cabo estudios de carácter regional, nacional y gran parte de esta información se puede consultar en la página Web, del portal institucional y descargar en formato PDF, principalmente desde los Sistemas de Información que están a cargo de cada una de las entidades (Tabla 2).

Tabla 2. Principales Sistema de información del país relacionado al componente geológico con los enlaces Web donde se pueden consultar.

SISTEMA DE INFORMACIÓN	ENTIDAD	ENLACE
Sistema de información para el	Servicio Geológico	http://aplicaciones1.sgc.gov.co/sicat
inventario, catalogación, valoración y	Colombiano (SGC)	/html/Default.aspx
administración de la información técnico-		
científica - SICAT		
Sistema de Información de Movimientos	Servicio Geológico	http://zafiro.sgc.gov.co/simma/defau
en Masa - SIMMA	Colombiano (SGC)	lt.aspx
Sistema de Información de Sismicidad	Servicio Geológico	http://agata.sgc.gov.co:9090/Sismici
Histórica de Colombia	Colombiano (SGC)	dadHistorica/
Sistema de Información Ambiental para	Instituto de Hidrología,	http://sig.anla.gov.co:8083/
Colombia - SIAC	Meteorología y estudios	
	Ambientales (IDEAM)	
Sistema de Información del Recurso	Instituto de Hidrología,	http://sirh.ideam.gov.co:8230/Sirh/p
Hídrico	Meteorología y estudios	ages/inicio.html
	Ambientales (IDEAM)	
Sistema Nacional de Información para la	Unidad Nacional para la	http://www.gestiondelriesgo.gov.co/
Gestión del Riesgo de Desastres - SNIGRD	Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)	snigrd/index.aspx

En general la información que es objeto de levantamiento y evaluación para el diseño de los seguros catastróficos se clasifica en:

- ✓ Sistemas de Información (Tabla 2).
- ✓ Catálogos e inventario de eventos (Inventario de ocurrencia de eventos hidrológicos y/o geológicos como movimientos en masa, sismicidad histórica de Colombia, Reporte de emisiones volcánicas).
- ✓ Mapas: de amenaza a escala nacional y regional.
- ✓ Estudios o investigaciones: se dividen en publicaciones de <u>Zonificación</u> de amenaza sísmica, volcánica, por movimientos en masa e inundaciones.
   Así como temas relacionados que resultan de <u>visitas de emergencia.</u>
- ✓ Servicio de Monitoreo y seguimiento Red de estaciones: generación de alertas tempranas, sobre movimientos en masa, inundaciones, actividades sísmica y volcánica.



#### 3. EVENTOS GEOLÓGICOS

#### 3.1 MOVIMIENTOS EN MASA (MM)

#### 3.1.1 Definición de movimientos en masa

#### <u>Definición técnica – punto de vista geológico</u>

Un MM equivale a definiciones como procesos de remoción en masa, fenómenos de remoción en masa, deslizamientos o fallas de taludes y laderas. Incluye todos aquellos movimientos de ladera debajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad. En la literatura científica se encuentran muchas clasificaciones de movimientos en masa; la mayoría se basan en el tiempo de materiales, los mecanismos de movimiento, el grado de deformación del material y el grado de saturación. Un término común utilizado para los movimientos en masa es "deslizamiento" (Figura 3). De acuerdo al SGC (2015), en general, los MM se clasifican en:

- o Caída.
- o Volcamiento.
- Deslizamiento de roca o suelo.
- Propagación lateral.
- o Flujo.
- o Reptación.
- o Deformación gravitacional profunda.



Figura 3. Foto de un deslizamiento de tierra. Fuente: IDEAM.

Para la UNGRD, los deslizamientos se definen como desplazamientos del terreno, suelo o roca, que pueden cresentarse en zonas de ladera. Se activan con lluvia, sismos, pero en

ECO RIESGO SOLUCIONES SAS

la mayoría por la actividad humana. Quemas, talas, deforestación, cortas inadecuadas en el terreno, rellenos, explotación minera, mal manejo de aguas negras y excavaciones influyen en el debilitamiento del terreno dejándolo listo para que se mueva. Los deslizamientos pueden generar represamiento de ríos y quebradas, daños en el acueducto y alcantarillados y en las redes de gas o petróleo (http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/ABC\_Gestion\_de\_Riesgo.aspx).

<u>Definición – punto de vista seguros agropecuarios:</u>

Un deslizamiento se define como un movimiento masal de suelo que cubra o remueva el cultivo asegurado total o parcialmente y que dé como resultado disminución del rendimiento o muerte de la planta (según tipo de seguro contratado) (MAPFRE, 2013).

3.1.2 Entidades con información

En cuanto a las amenazas de origen geológico como los movimientos en masa, diversas entidades públicas y privadas recopilan datos y elaboran estudios, sin embargo, el SGC es la entidad rectora en esta materia. Asimismo, el IDEAM en el marco de sus funciones desarrolló un modelo para pronosticar las amenazas por movimientos en masa en tiempo real.

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (SGC):

Uno de los objetivos del SGC es realizar investigación, seguimiento y monitoreo de amenazas geológicas como base para la gestión integral del riesgo, ordenamiento territorial y planificación del desarrollo, mediante investigación y zonificación de eventos como los movimientos en masa.

El SGC lleva a cabo estudios geocientíficos de carácter regional y nacional. Gran parte de los estudios geocientíficos y demás información institucional disponible se pueden consultar en la página Web del SGC, en el Geoportal institucional y descargar en formato PDF en el SICAT (Sistema de información para el inventario, catalogación, valoración y administración de la información técnico-científica).

Por otro lado, teniendo en cuenta la clasificación de información sobre amenazas geológicas e hidrológicas que se presenta en el capítulo 2.3, a continuación se hace un análisis de la localización y representatividad relacionada a los movimientos en masa.

Primero se presentan las herramientas disponibles del portal institucional del SGC (Sistemas de Información), para acceder a la información sobre las amenazas en general, incluyendo los movimientos en masa:



### SICAT (Sistema de información para el inventario, catalogación, valoración y administración de la información técnico-científica)

En el sistema SICAT se puede buscar la información que puede llegar a ser de interés, especialmente estudios y mapas, utilizando 4 formas (Figura 4):

- ✓ Consulta básica
- ✓ Consulta por coordenadas planas
- ✓ Consulta por coordenadas geográficas
- ✓ Consulta biblioteca

Para hacer la consulta y descarga de la información y/o requerimientos de información primero se debe acceder a la página Web del SGC (<a href="http://www2.sgc.gov.co/">http://www2.sgc.gov.co/</a>). Para acceder al SICAT, dar clic en el enlace de Gestión de información y luego SICAT (utilizar Internet Explorer): <a href="http://aplicaciones1.sgc.gov.co/sicat/html/Default.aspx">http://aplicaciones1.sgc.gov.co/sicat/html/Default.aspx</a>

En forma general, las indicaciones son las siguientes: colocar por separado combinaciones en el campo título de la consulta, palabras claves que permitan identificar los temas como ejemplo zon, geoquim, amen, zonifica, geol pl xxx (número de planchas del IGAC) y combinar la consulta con lugares de interés, por ejemplo Girón, Bucaramanga, también colocando el número por cada número de plancha del índice IGAC, por ejemplo pl 430 u otros de índice nacional como por ejemplo: map nac amen, sism map.

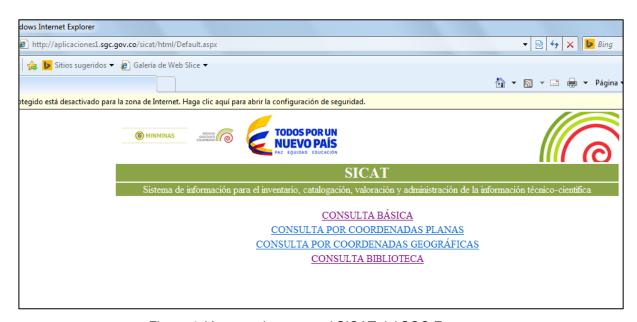


Figura 4. Ventana de acceso al SICAT del SGC.Fuente: http://aplicaciones1.sgc.gov.co/sicat/html/Default.aspx

Otros enlaces de interés, en los que se puede consultar y descargar información geocientífica, a través de la página Web del SGC, es ingresando a Geoportal (utilizar Google Chrome): <a href="http://geoportal.sqc.gov.co/geoportalsgc/">http://geoportal.sqc.gov.co/geoportalsgc/</a>. De este enlace se puede obtener los siguientes productos (Tabla 3).



Tabla 3. Productos relacionados a amenazas geológicas como los MM que se puede encontrar a través de la página Web.

PRODUCTO	ENLACE
Mapa de	http://geoportal.sgc.gov.co/Flexviewer/Amenaza_Volcanica/
Amenaza	
Volcánica	
Mapa de	http://geoportal.sgc.gov.co/Flexviewer/Amenaza_Movimiento_Remo
Movimientos en	cion_Masa/
Masa	
Mapa de	http://srvags.sgc.gov.co/Flexviewer/Amenaza_Sismica/
Amenaza	
Sísmica	
Red Sismológica	http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/
Nacional	
Observatorio	http://www2.sgc.gov.co/Observatorios-Vulcanologicos.aspx
Vulcanológico	
SIMMA	http://zafiro.sgc.gov.co/simma/default.aspx

#### SIMMA (Sistema de Información de Movimientos en Masa)

Desde el 2005 el SGC ha trabajo en la conceptualización y puesta en marcha del SIMMA, en donde se registra, almacena, administra, estandariza, procesa y visualiza información georreferenciada acerca de los MM.

El sistema tiene tres componentes:

- ✓ El registro de información
- ✓ La administración de la base de datos
- ✓ Servicio de consultas

SIMMA actualmente permite al usuario registrar información, consultar el catálogo y el inventario de MM del país.

Las consultas pueden arrojar varios resultados:

- ✓ Tablas de datos
- ✓ Puntos georreferenciados
- ✓ Informes técnicos
- ✓ Mapas

Pasos para ingresar al SIMMA:

- ✓ Ingresar a la página del SGC: <a href="http://www2.sgc.gov.co/">http://www2.sgc.gov.co/</a>
- ✓ Ingresar a Productos y Servicios



- ✓ Ingresar a Geoportal
- ✓ Ingresar a Geoamenazas
- ✓ Ingresar a Movimientos por Remoción en Masa (http://zafiro.sgc.gov.co/simma/default.aspx)

En la página principal del SIMMA (Figura 5), se puede descargar, para un periodo específico, el catálogo o inventario de MM, por departamento o municipio, así como seleccionar el tipo de movimiento.

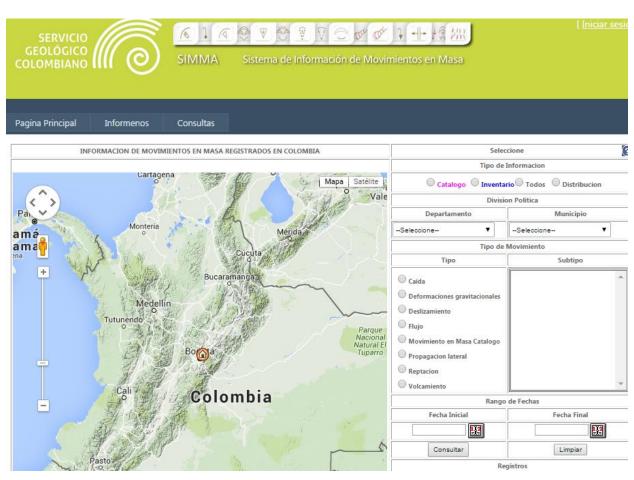
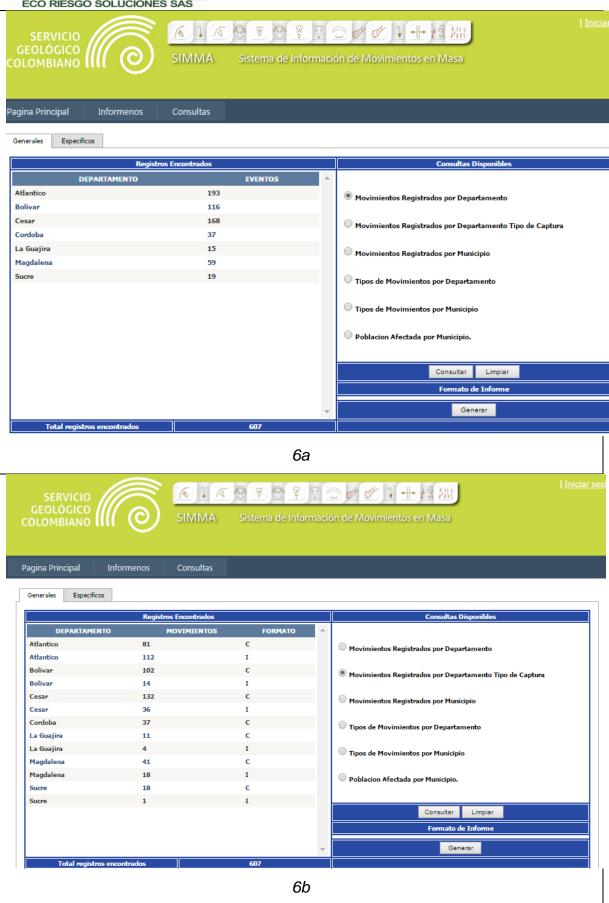


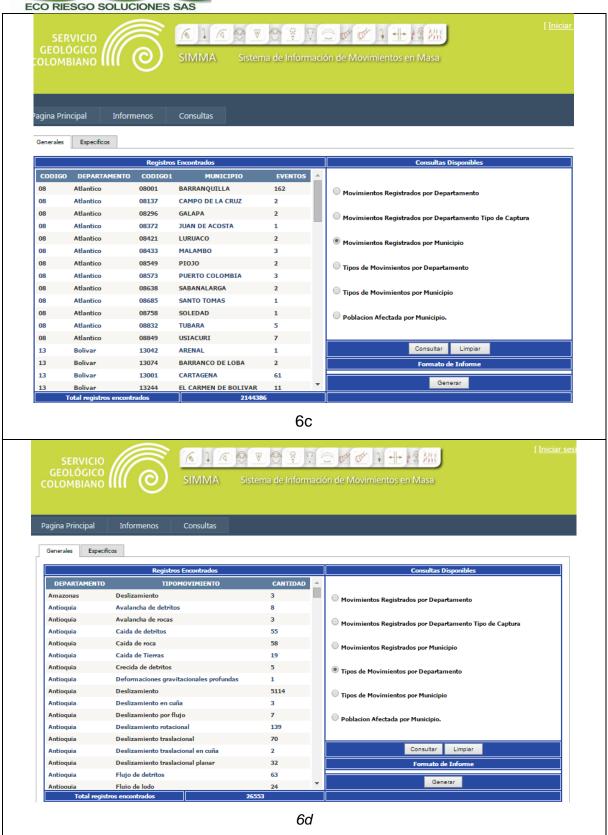
Figura 5. Página principal del SIMMA. Fuente: http://zafiro.sgc.gov.co/simma/default.aspx

En la Figura 6 encontramos, la ventana del portal SIMMA, en donde se puede consultar y generar un archivo en Excel de informes de movimientos registrado por departamento (6a); movimientos registrados por departamento indicando el tipo de captura (6b); movimientos registrados por municipio (6c); tipos de movimientos por departamento (6d); tipos de movimientos por municipio (6e) y población afectada por municipio (6f).











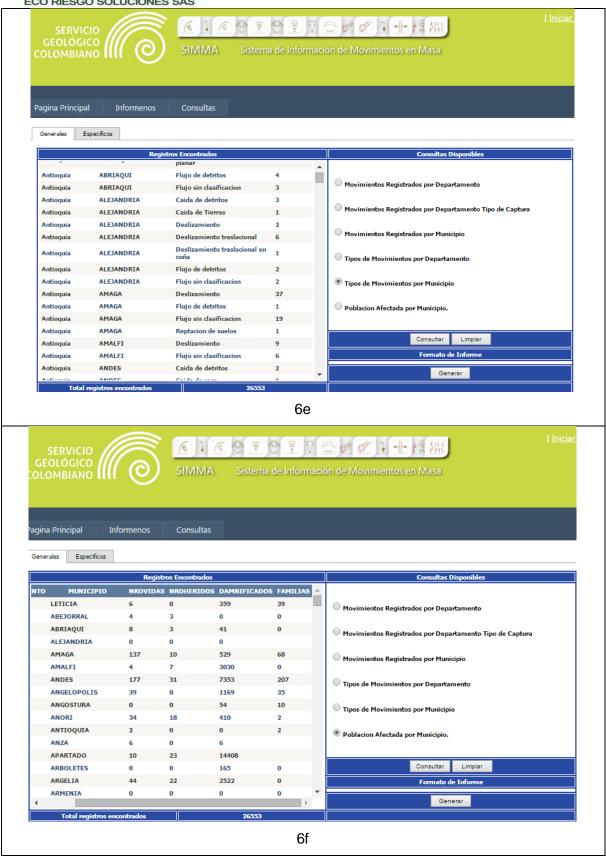


Figura 6. Página de consulta del SIMMA. Fuente: Fuente: http://zafiro.sgc.gov.co/simma/default.aspx

Una de las principales consultas del SIMMA es el catálogo e inventarios de MM, los cuales se describen a continuación.



#### Catálogo de movimientos en masa

El SGC elabora desde 1997 el Catálogo Nacional de MM. Tanto el catálogo como el inventario contiene un periodo de registro de eventos ocurridos desde el año 1975, es decir aproximadamente una longitud de 40 años.

El catálogo registra información general de los MM que ha sido originada de un lado por las entidades encargadas de la gestión del riesgo (Defensa Civil y Bomberos) y del otro por la prensa nacional y local. Los MM que recopila el Instituto comprende los de origen tanto hidrometeorológico (causados por lluvias fuertes y prolongadas) como geológico-tectónico (el detonante son los sismos y las erupciones volcánicas).

#### Este catálogo contiene:

- ✓ Fecha
- √ Ubicación
- ✓ Características generales del MM
- ✓ Daños ocasionados

Además, cualquier ciudadano puede reportar un MM al SIMMA (Figura 7) accediendo a la página del SGC, ingresando al enlace: <a href="http://zafiro.sgc.gov.co/simma/Informenos/Informenos.aspx">http://zafiro.sgc.gov.co/simma/Informenos/Informenos.aspx</a>

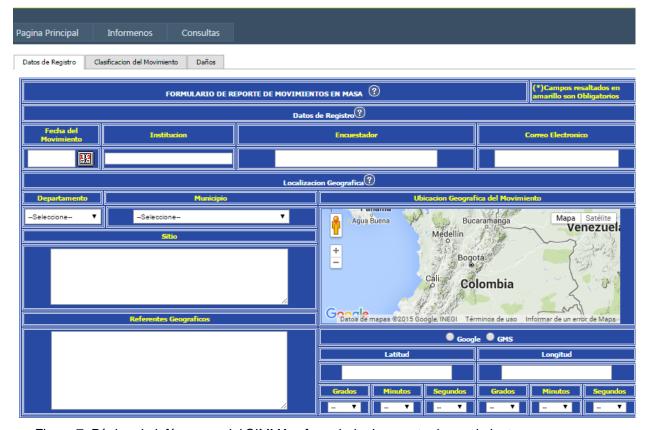


Figura 7. Página de infórmenos del SIMMA – formulario de reporte de movimientos en masa.

Fuente: http://zafiro.sgc.gov.co/simma/Informenos/Informenos.aspx

ECO RIESGO SOLUCIONES SAS

Actualmente, el SIMMA está siendo objeto de una re-ingeniería, debido al cual no se pudo descargar un ejemplo de catálogo y se espera que en los próximos meses ya se encuentre liberada al 100% la nueva herramienta computacional.

#### Inventario de movimientos en masa

Por otro lado, en el SIMMA también se encuentra el inventario de MM, que son los registros a nivel técnico especializado, con información detallada, precisa y ajustada. Esta información es registrada en el Formato de Inventario de Movimientos en Masa el cual fue definido por el Proyecto Multinacional Andino Geociencias para la Comunidad Andina y ajustada por el SGC. El inventario es alimentado solamente por usuarios especializados como las Corporaciones Autónomas Regionales, Entidades Técnicas Expertas en el tema y el SGC, y precisa la siguiente información:

- ✓ Materiales
- √ Geometría
- ✓ Morfología
- ✓ Uso del suelo
- ✓ Daños ocasionados

Actualmente, el SIMMA está siendo objeto de una re-ingeniería, debido al cual no se pudo descargar un ejemplo de inventario y se espera que en los próximos meses ya se encuentre liberada al 100% la nueva herramienta computacional.

#### Estudios o investigaciones y mapas

El SGC tiene una experiencia acumulada en evaluación de amenaza por movimientos en masa a diferentes escalas de más de 30 años y ha producido información geocientífica por casi un siglo. Según el SGC (2015), el análisis de la amenaza comprende tres fases principales: definir un modelo geológico-geotécnico, plantear escenarios de amenaza y zonificar la amenaza. Como resultado de estas fases y de la etapa de análisis, se obtienen los mapas de amenaza y estudios de análisis de la misma.

El análisis considera los factores condicionantes de inestabilidad prevalentes en el área de estudio. Estos están directamente relacionados con las características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas de las laderas, considerándose inherentes al área de estudio, dado que prácticamente no varían en el espacio o tiempo; los factores directamente relacionados con la <u>intervención antrópica</u> se incluyen como condicionantes, a pesar de que su variación espacio temporal puede ser frecuente.

<u>Factores como la lluvia y los sismos, que pueden modificar las condiciones de estabilidad de una ladera, se consideran detonantes y</u> se deben evaluar en términos probabilísticos para la definición de escenarios de amenazas actuales y potenciales que determinarán



las posteriores etapas de evaluación del riesgo.

Al final del proceso se tiene un mapa de zonificación de amenaza que permitirá la toma de decisiones en un primer nivel de conocimiento, para la aplicación de las posteriores fases y etapas para la elaboración de estudios de riesgo.

Es así que el SGC ha elaborado mapas a escala nacional y regional de amenazas por movimientos en masa que hacen parte de estudios. En los Anexos A y B se presentan el listado de los estudios tanto de Zonificación como de Visitas de Emergencia, que incluyen mapas y sus respectivos enlaces en el portal institucional. Entre los mapas especiales a nivel nacional se menciona:

✓ Mapa de amenaza por movimientos en masa de Colombia Escala 1.1.500.000 del año 2010.

Este mapa se encuentra disponible en la página Web del SGC junto con otros mapas de amenazas de origen geológico (Anexo C).

Los estudios realizados en el tema de MM son numerosos y abarcan varios temas y escalas espaciales. Con el objeto de presentarlos en este documento se dividen según el objetivo y necesidad de elaboración en:

- ✓ Publicaciones especiales a escala nacional.
- ✓ Zonificación de amenaza por movimientos en masa (Anexo A).
- ✓ Resultados de visitas de emergencia (Anexo B).

Entre las publicaciones especiales en el tema de MM se pueden listar:

- ✓ Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa (2015).
- ✓ Movimientos en masa en la región Andina: una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. Publicación Geológica Multinacional N.4 (2007).
- ✓ Evaluación del Potencial de Licuación Sistema Nacional para la Atención y Prevención de Desastres de Colombia.
- √ Perspectivas Para la Evaluación de Amenazas y Riesgos Geológicos en Ingeominas - Colombia.

# INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM)

El IDEAM en el marco de sus funciones presenta la información actualizada de la zonificación de la susceptibilidad general del terreno a los deslizamientos de tierra.

La zonificación de susceptibilidad general del terreno a los movimientos en masa, proporciona una información indicativa de inestabilidad o propensión del terreno de



acuerdo a sus condiciones intrínsecas y la amenaza solamente se consolida cuando actúa un detonante o desencadenante que alcanza umbrales o límites críticos.

Con lo anterior, la amenaza por movimientos en masa se propone considerar la dinámica en el tiempo y en el espacio, de acuerdo con la definición. La zonificación de susceptibilidad general del terreno a los movimientos en masa, representa la base para proceso de ordenamiento del territorio, para el pronóstico de la amenaza por deslizamientos de tierra para alertas tempranas de origen hidrometeorológico, para el desarrollo del Mapa de amenaza relativa por movimientos en masa y para estudios puntuales de amenaza relativa y riesgo por movimientos en masa.

Pronóstico de la amenaza por deslizamientos de tierra para alertas tempranas de origen hidrometeorológico

El IDEAM cuenta con El Servicio de Seguimiento y Pronóstico de la amenaza diaria por deslizamientos que tiene como objeto proveer información oportuna acerca de la probabilidad de ocurrencia de <u>deslizamientos asociados a lluvias</u>, es importante destacar que para el IDEAM el término "deslizamientos" se utiliza de modo genérico e incluye a los movimientos en masa definidos como todo desplazamiento hacia abajo (vertical o inclinado en dirección del pie de una ladera) de un volumen de material litológico (roca, formación superficial o suelo) importante, en el cual el principal agente es la gravedad y que puede o no incluir el efecto del agua (IDEAM, 2004).

El modelo de pronóstico de deslizamientos, busca hacer explícita tanto espacial como temporalmente la amenaza y su desarrollo comprendió varias fases:

- Zonificación de la susceptibilidad (elaboración del mapa de susceptibilidad del terreno el cual es un componente del modelo).
- Análisis de eventos históricos para estimación de lluvias detonantes (elaboración de un inventario de deslizamientos).
- Caracterización de umbrales de lluvias críticas detonantes.
- Automatización del modelo basado en mapas dinámicos tomando como base la precipitación diaria como agente detonante de dicho eventos.

Este modelo tiene dos resoluciones, una espacial y otra temporal. La resolución espacial, se presenta a escala 1:500.000, entre tanto la resolución temporal, es de tiempo real.

Ahora bien, según el IDEAM para que ocurra un deslizamiento, se requiere que coexistan críticamente tanto la susceptibilidad del terreno como la lluvia detonante. Para el pronóstico de la amenaza por movimientos en masa, el IDEAM evalúa la lluvia como factor detonante de la siguiente manera: analiza el comportamiento de la lluvia en forma retrospectiva, esto es, cuantifica la lluvia caída en un día y la lluvia acumulada en un periodo de tiempo que oscila entre los tres y diez días. Además de lo anterior, también se



calcula la persistencia de la lluvia, es decir, el número de días con lluvia en el último mes. La metodología que propone el IDEAM, para abordar este tipo de problemática, a nivel nacional, consiste en definir lo que llama "<u>límites críticos de precipitación</u>", o lo que es lo mismo, determinar la cantidad de precipitación tal que si ella es sobrepasada, entonces, exista la posibilidad de que ocurra un deslizamiento. Estas cantidades críticas se obtuvieron empíricamente y son las siguientes: 40 mm de precipitación para el último día, 80 mm de precipitación para los últimos tres días y 200 mm de precipitación para los últimos diez días.

Diariamente el IDEAM genera los mapas y el boletín de pronóstico de la amenaza por deslizamientos de tierra detonados por lluvias (Figura 8), que se encuentra en el siguiente enlace:

http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/pronostico-de-la-amenaza-diaria-por-deslizamientos



Figura 8. Ventana de acceso al pronóstico de la amenaza diaria por deslizamientos del portal institucional del IDEAM. Fuente: http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/pronostico-de-la-amenaza-diaria-por-deslizamientos

El IDEAM genera mapas para cada una de las regionales naturales: Caribe, Andina, Pacífica, Orinoquía y Amazonía. A continuación se presenta un ejemplo de Mapa de deslizamiento para la región Pacífica (Figura 9).



# Mapas Deslizamientos Región Paficica Mapas Deslizamientos Región Paficica

Figura 9. Ejemplo mapa de pronóstico de la amenaza por deslizamientos en la región Pacífica para el día 6 de octubre de 2015. Fuente: http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/pronostico-de-la-amenaza-diaria-por-deslizamientos

La amenaza se clasifica en tres categorías, señalada por colores:

AMENAZA ALTA: PARA TOMAR ACCIÓN, Advierte a los sistemas de prevención y atención de desastres sobre la amenaza que puede ocasionar un fenómeno con efectos adversos sobre la población, el cual requiere la atención inmediata por parte de la población y de los cuerpos de atención y socorro. Se emite una alerta sólo cuando la identificación de un evento extraordinario indique la probabilidad de amenaza inminente y cuando la gravedad del fenómeno implique la movilización de personas y equipos, interrumpiendo el normal desarrollo de sus actividades cotidianas.

AMENAZA MODERADA: PARA PREPARARSE Indica la presencia de un fenómeno. No implica amenaza inmediata y como tanto es catalogado como un mensaje para informarse y prepararse. El aviso implica vigilancia continua ya que las condiciones son propicias para el desarrollo de un fenómeno, sin que se requiera permanecer alerta.

AMENAZA BAJA: PARA INFORMARSE Es un mensaje oficial por el cual se difunde información. Por lo regular se refiere a eventos observados, reportados o registrados y puede contener algunos elementos de pronóstico a manera de orientación. Por sus características pretéritas y futuras difiere del aviso y de la alerta, y por lo general no está encaminado a alertar sino a informar.

Asociado al mapa se elabora cada día un documento explicativo del pronóstico de la amenaza por deslizamiento para todas las regiones del país. En la página Web del IDEAM (Figura 10) se puede acceder a los boletines elaborados desde el año 2010 hasta hoy y se puede bajar en formato PDF (Figura 11).



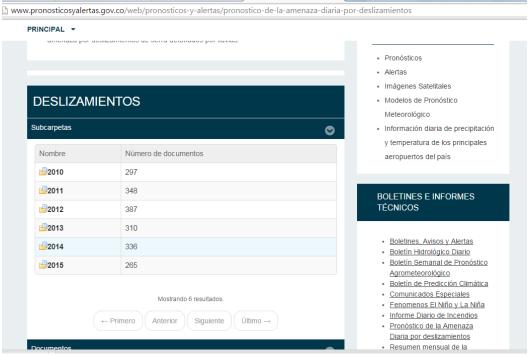


Figura 10. Ventana de acceso a los boletines de pronóstico de la amenaza por MM de la página Web del IDEAM. Fuente: <a href="http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/pronostico-de-la-amenaza-diaria-por-deslizamientos">http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/pronostico-de-la-amenaza-diaria-por-deslizamientos</a>



Figura 11. Ejemplo de Boletín de seguimiento y pronóstico de la amenaza por deslizamiento elaborado por el IDEAM. Fuente: <a href="http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/pronostico-de-la-amenaza-diaria-por-deslizamientos">http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/pronostico-de-la-amenaza-diaria-por-deslizamientos</a>

Análisis de la amenaza - Estudios y Mapas

El IDEAM ha elaborado conjuntamente con el Servicio Geológico Colombiano, mediante

el acuerdo 05 de 2010, "el Mapa de "Zonificación de la Susceptibilidad General del

Terreno a los Deslizamientos de Tierra a escala 1:500.000". Además, ha realizado la

Metodología para la zonificación de susceptibilidad general del terreno a los movimientos

en masa.

En la metodología utilizada para la zonificación de la susceptibilidad general del terreno a

deslizamientos, se ponderaron diecisiete variables o componentes de terreno: litología,

densidad de fracturamiento, densidad de pliegues, forma de las cuencas, densidad de

drenajes, inclinación de la pendiente, índice de relieve relativo, sistemas morfogénicos,

morfodinámica (procesos erosivos), suelos y su relación con la dinámica del agua

(infiltración, capacidad de almacenamiento y regulación de humedad), suelos y su

constitución (textura, materia orgánica, profundidad, naturaleza y tipo de las arcillas como

coloides del suelo) y coberturas de la tierra.

Otros estudios en esta materia se encuentran disponibles en la biblioteca del IDEAM

(Anexo D).

realiza

Inventario de movimientos en masa

El IDEAM ha elaborado un registro de eventos históricos de movimientos en masa de

aproximadamente 94 años (Anexo E), desde el año 1921 hasta hoy, a partir de

información secundaria oficial, inicialmente como insumo para la elaboración del modelo

de pronóstico de la amenaza por deslizamientos; aunque actualmente continua con el

inventario de eventos, para alimentar el Boletín de Predicción Climática y Alertas, que se mensualmente es publicado página Web del **IDEAM** 

en

У la (http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/tiempo-y-clima/prediccion-climatica).

Este inventario de eventos comprende los movimientos en masa de origen

hidrometeorológico, el cual incluye todos MM, menos los flujos torrenciales.

UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE

**DESASTRES (UNGRD)** 

La UNGRD tiene como misión dirigir, orientar y coordinar la gestión del riesgo de

desastres en Colombia, fortaleciendo las capacidades de las entidades públicas, privadas,

comunitarias y de la sociedad en general, con el propósito explícito de contribuir al

mejoramiento de la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible, a través del

Calle 87 No. 23 - 41 Pbx: 6750852 / 3118972951 e-mail: gerssoluciones@hotmail.com

**Bogotá Colombia** 



conocimiento del riesgo, su reducción y el manejo de los desastres asociados con fenómenos de origen natural, socionatural, tecnológico y humano no intencional.

#### Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres

La UNGRD en el marco de las políticas, estándares y tecnologías que definen la infraestructura colombiana de datos espaciales, pone en marcha, un Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres, el cual debe mantenerse actualizado y funcional mediante la integración de contenidos de todas las entidades nacionales y territoriales, con el propósito de fomentar la generación y el uso de la información sobre el riesgo de desastres y su reducción y la respuesta a emergencias en el territorio nacional y ofrecer el apoyo de información que demandan los gestores del riesgo en todos los niveles del gobierno. Asimismo, las autoridades departamentales, distritales y municipales crean sistemas de información para la gestión del riesgo de desastres en el ámbito de su jurisdicción en armonía con el sistema nacional (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre, 2012).

En la página Web de la UNGRD se encuentra disponible el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres – SIGPAD, que actualmente es objeto de cambios por lo que no se puede acceder. Además, se encuentra en proceso de elaboración un nuevo sistema El "SNIGRD".

#### **Estudios y mapas**

La Unidad a través de la Subdirección para el Conocimiento del Riesgo viene adelantando las siguientes acciones y actividades sobre el riesgo (http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Conocimiento-del-Riesgo.aspx):

- ✓ Investigación, formación y comunicación sobre conocimiento del riesgo:
  - Elaboración de guías para formación comunitaria en gestión del riesgo de desastres: Guía para formación comunitaria en gestión del riesgo de desastres y la Guía comunitaria para la gestión del riesgo de desastres².
  - Elaboración de documento sobre orientaciones pedagógicas, conceptuales y metodológicas en materia de educación: Orientaciones para el desarrollo de procesos de educación para la gestión del riesgo.
  - Realización de pruebas piloto de implementación de las guías para formadores y para comunidades en 10 municipios de Colombia afectados por la segunda temporada invernal (Nuevo Colón, Regidor, Padilla, Villavicencio, Bahía Solano, Caucasia, Sabana de Torres, Puerto Salgar, la Virginia y Sucre).
  - Realización de procesos de formación en gestión del riesgo de desastres dirigidos a comunidades y formadores que hacen parte de proyectos DIPECHO y/o

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Disponibles en PDF, de la página Web de la Unidad, enlace: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Conocimiento-del-Riesgo.aspx



integrantes de los Consejos Departamentales y Municipales en Gestión del Riesgo de Desastres.

- ✓ Evaluación y análisis del riesgo
  - o Riesgo Tecnológico
  - o Movimiento en Masa
  - Inundaciones
  - Actividad Sísmica
- ✓ Asistencia técnica y capacitación a entidades públicas:
  - o Guía metodológica para la elaboración de la estrategia de respuesta municipal.
- ✓ Coordinación de instancias interinstitucionales Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo.
- ✓ Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres: la UNGRD dando alcance a lo establecido en el artículo 33 de la Ley 1523 de 2012, inició durante el 2013 el proceso participativo de formulación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres PNGRD. El resultado de este trabajo está en el documento: Componente general del PNGRD, el cual constituye el marco estratégico de acción para el país en materia de gestión del riesgo a través de los procesos de Conocimiento del Riesgo, Reducción del Riesgo y Manejo de Desastres.
  - ✓ Otros documentos relacionados disponibles en el enlace (<a href="http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx">http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx</a>) son:
    - o Mapa asistencia técnica en 40 municipios del país.
    - o Guía para la formulación de proyectos en intervención correctiva.
    - Guía de integración de la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial municipal.

#### Monitoreo y evaluación

La Subdirección de Manejo de Desastres como proceso estratégico de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres coordina y ejecuta las actividades, para responder ante los efectos adversos causados por las emergencias en la ejecución de la respuesta y la recuperación.

La operación de la Sala de Crisis, 24 horas los siete (7) días de la semana, permite el trabajo constante de monitoreo y verificación de la información sobre los eventos naturales y/o antrópicos que se presentan en el país y que son registrados por los Consejos Municipales y Departamentales de Gestión del Riesgo de Desastres. La información recibida es procesada para atender los eventos que presenten declaratoria de calamidad pública con recursos asignados a través del Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Con este objetivo La Unidad en su página Web elabora:

✓ Reporte de atención de emergencias.



✓ Consolidado de atención de emergencias³.

#### Inventario de eventos

La UNGRD lleva a cabo un consolidado de atención de emergencias a nivel nacional, departamental, y municipal, mediante la utilización de un visor elaborado por Desinventar<sup>4</sup>. Esta iniciativa internacional data de los inicios del siglo XX consolidándose en 1994 para Latinoamérica y en 1998 para Colombia. La fuente de información de este inventario de eventos son los Consejos Municipales y Departamentales de Gestión del Riesgo de Desastres. Este inventario posee un periodo de registro desde el año 1998, es decir, aproximadamente una longitud de registro de 17 años (Anexo F).

De acuerdo a la clasificación de eventos, objeto de localización y evaluación del presente estudio, el consolidado de atención de emergencias comprende los 4 tipos: geológicos (deslizamientos), hidrológicos, meteorológicos y fitosanitarios.

#### 3.2 ERUPCIONES VOLCÁNICAS

La amenaza por erupción volcánica se genera por una serie de volcanes activos o potencialmente activos. Los volcanes actualmente considerados como activos se encuentran a lo largo de la Cordillera Central de Colombia y, hacia el sur, en la depresión Cauca-Patía y Cordillera Occidental, distribuyéndose en tres segmentos: norte, central y sur. En el país se identifican más de 20 los volcanes potencialmente activos<sup>5</sup>, de los cuales 12 son monitoreados a través de los Observatorios Vulcanológicos a cargo del SGC, en Manizales (Nevado del Ruiz, Nevado del Tolima, Nevado de Santa Isabel, Cerro Machín, y Cerro Bravo), Popayán (Nevado del Huila, Puracé y Coconucos, y Sotará) y Pasto (Galeras, Doña Juana, Cumbal, Azufral y Chiles). Los efectos volcánicos más desastrosos en Colombia, han sido consecuencia de lahares o flujos de lodo, concentrados en las zonas de influencia de los Volcanes Ruiz, Galeras y Huila. Los lahares son avalanchas formadas por hielo y nieve, a causa de los procesos eruptivos (efusivos o explosivos), o por liberación súbita de masas de agua acumuladas sobre el aparato volcánico, o cerca de él. Los flujos de lodo pueden formarse por abundante caída de piroclastos sobre drenajes, o por lluvias fuertes que se mezclen con material suelto de las laderas del volcán, principalmente material piroclástico Generado después de erupciones explosivas.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Disponible en: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Consolidado-Atencion-de-Emergencias.aspx

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> A partir de 1994 se empieza a construir un marco conceptual y metodológico común, por parte de grupos de investigadores, académicos y actores institucionales, agrupados en la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), que concibieron un sistema de adquisición, consulta y despliegue de información sobre desastres de pequeños, medianos y grandes impactos, con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones en nueve países de América Latina. Esta concepción, metodología y herramienta de software desarrolladas se denominan Sistema de Inventario de Desastres. DesInventar.

<sup>5</sup> Un palafo se a reception.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Un volcán es potencialmente activo si tiene registro geológico de actividad eruptiva en los últimos 10 mil años, actividad histórica, la presencia de manifestaciones termales (fumarolas, fuentes termales), o si presenta una geoforma bien conservada (Monsalve,2011)



#### 3.2.1 Definición de erupciones volcánicas

#### Definición técnica – punto de vista Geológico<sup>6</sup>:

Los volcanes son en esencia aparatos geológicos que establecen una comunicación temporal o permanente entre la parte profunda de la litósfera y la superficie terrestre. Cuando el magma asciende a la superficie, este presiona sobre la corteza para salir al exterior generando con esto una erupción volcánica. El magma al salir forma un cono o edifico volcánico formado por la superposición de productos piroclásticos, flujos de lava, lahares y cenizas volcánicas.

Las erupciones volcánicas (Figura 12) son un fenómeno normal de la dinámica terrestre que sólo afectan negativamente a la sociedad si éstas ocurren en regiones pobladas y/o cultivadas, como es la tendencia actual en especial en los países en vías de desarrollo<sup>7</sup>.



Figura 12. Erupción volcánica. Fuente: SGC.

Los eventos volcánicos como los flujos de lava, flujos, avalanchas de escombros, flujos de escombros volcánicos o lahares, y crecientes (aluviones) son flujos impulsados por la gravedad que típicamente impactan aquellas áreas ubicadas en valles. Estos eventos volcánicos de gran magnitud son capaces de abatir amplias regiones alrededor de los volcanes y pueden extenderse a distancias excepcionales siguiendo los valles. Otras amenazas naturales adicionales relacionadas con la actividad volcánica son: terremotos, tsunamis y ondas atmosféricas de choque; de éstos, probablemente los tsunamis representan la mayor amenaza (Tilling, 1993, en: http://www2.sgc.gov.co/Observatorios-Vulcanologicos/Actividad-volcanica.aspx).

En general, las amenazas de tipo volcánico son: Avalancha de Rocas, Flujo Piroclástico, Flujo de Lava, Gases y Lluvia de Piroclastos.

-

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> En la revisión bibliográfica no se encontró definición del sector asegurador colombiano.

 $<sup>^{7}\ \</sup>text{http://www2.sgc.gov.co/Observatorios-Vulcanologicos/Actividad-volcanica.aspx}$ 



Para la UNGRD, la actividad volcánica es natural y representa una amenaza debido a las emisiones de gases y materiales como rocas incandescentes y lavas. Estos materiales pueden ocasionar represamientos de ríos generando avalanchas (http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/ABC\_Gestion\_de\_Riesgo.aspx).

#### 3.2.2 Entidades con información:

#### SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (SGC)

Como consecuencia de la reactivación y posterior erupción del volcán Nevado del Ruiz en 1985, el Gobierno Nacional delegó en el SGC la responsabilidad del seguimiento técnico de los volcanes activos en el país.

El SGC realiza investigación y monitoreo de actividad volcánica.

#### Vigilancia volcánica – Red de Observatorios Vulcanológicos y Sismológicos (OVS)

La vigilancia volcánica en el país se efectúa de manera similar a como se hace en la gran mayoría de los centros de observación vulcanológica en el mundo, mediante la utilización de métodos geofísicos, geodésicos, geoquímicos y geológicos, apoyados por tecnologías de electrónica, comunicaciones e informática.

Los volcanes actualmente considerados como activos se encuentran a lo largo de la Cordillera Central y hacia el sur del país, distribuyéndose en tres segmentos: norte, central y sur. Por lo anterior, el SGC posee tres observatorios vulcanológicos, en donde vigilan la actividad de grupos de volcanes, estos de norte a sur son: O.V. Manizales, O.V. Popayán y el O.V. Pasto (Figura 13).





Figura 13. Red de vigilancia de volcanes - Observatorios Vulcanológicos (O.V) de Colombia. Fuente: SGC.

La actividad de los volcanes se puede consultar en la página del SGC (Figura 14) en el enlace: http://www2.sgc.gov.co/Observatorios-Vulcanologicos.aspx.

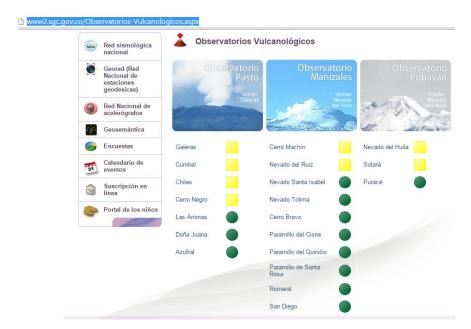


Figura 14. Consulta de la actividad volcánica en la página Web del SGC (Fuente: <a href="http://www2.sgc.gov.co/Observatorios-Vulcanologicos.aspx">http://www2.sgc.gov.co/Observatorios-Vulcanologicos.aspx</a>).

Para cada volcán (Figura 14) se indica el nivel y el estado de la actividad en dos categorías:

NIVEL AMARILLO: indica el estado de actividad "Cambios en el comportamiento de la



NIVEL VERDE: indica el estado de actividad "Volcán activo y comportamiento estable".

El funcionamiento de gran parte de las redes de vigilancia volcánica no sería posible sin herramientas de la electrónica para diseño, construcción, instalación y mantenimiento de los diferentes dispositivos usados en vigilancia de volcanes. De igual manera, las comunicaciones juegan un papel fundamental en la vigilancia volcánica; sin ellas no sería posible realizar las transmisiones de información desde el campo, vía radio, a los observatorios vulcanológicos de nuestro país. El desarrollo que en los últimos años ha alcanzado la informática es un soporte invaluable por sus múltiples aplicaciones en la adquisición y procesamiento de los grandes volúmenes de información que se generan en la observación volcánica<sup>8</sup>.

Otras aplicaciones tecnológicas, tales como los monitores de flujo de lodo, instalados en los ríos que descienden del volcán Nevado del Ruiz, tienen como objetivo la detección temprana del aumento súbito del caudal de las aguas ocasionado por actividad volcánica. En la actualidad existen monitores de flujos de lodo ubicados en los ríos Recio y Gualí, con centros de recepción de señal en las poblaciones de Líbano y Herveo (Tolima), respectivamente, desde donde se puede alertar a las poblaciones localizadas en las cuencas de esos ríos.

Análisis de la amenaza - Estudios y Mapas

En el país, el estudio sistemático de los volcanes se inicia durante la década de los 70's con actividades de carácter investigativo, académico, cartográfico y de interés geotérmico por parte de entidades gubernamentales como: ICEL, CHEC, Universidad Nacional de Colombia y el SGC (http://www2.sgc.gov.co/Observatorios-Vulcanologicos/Actividad-volcanica.aspx).

Aplicando la geología en el conocimiento de los volcanes, a través de estudios de las rocas y depósitos originados en eventos eruptivos pasados y actuales, su puede conocer la historia eruptiva del volcán, las fechas de ocurrencia de las erupciones, cómo fueron dichas erupciones y el posible comportamiento en eventos futuros. Así, se hace posible la elaboración de los <u>mapas de amenaza volcánica</u>, herramienta indispensable en la planificación y en prevención de los desastres ocasionados por las erupciones volcánicas que afectan las poblaciones y el ambiente (http://www2.sgc.gov.co/Observatorios-Vulcanologicos/Actividad-volcanica.aspx).

Un complemento necesario de la geología son las investigaciones históricas sobre erupciones observadas y registradas por cronistas o insertas en leyendas (Figura 15).

\_

 $<sup>^{8}\ \</sup>text{http://www2.sgc.gov.co/Observatorios-Vulcanologicos/Actividad-volcanica.aspx}$ 





Figura 15. Erupciones volcánicas históricas de volcanes de Colombia. Fuente: SGC.

Entre las publicaciones especiales en el tema de amenaza volcánica elaboradas por el SGC, que se encuentran disponibles en el SICAT se mencionan:

- ✓ Memoria Mapa de Amenaza Volcánica del Galeras.
- ✓ Atlas de Amenaza Volcánica en Colombia 2007. Huila, Santa Isabel, Tolima, Cerro Negro, Chiles, Cumbal, Galeras, Machín, Puracé, Ruiz
- ✓ Boletines de actividad de los volcanes colombianos como: Actividad de Volcanes Colombianos. Actividad de Volcanes II Semestre 1.999
- ✓ Síntesis actividad volcán nevado del Ruiz con énfasis en el periodo 2010 2015.

Entre la cartografía sobre volcanes en escalas regionales desarrollada por el SGC (Figura 16) se encuentra:

- ✓ Mapa de Amenaza volcánica (disponible en el geoportal institucional, Anexo C).
- ✓ Mapa de Amenaza Volcán Nevado del Ruiz Esc. 1:100.000.
- ✓ Mapa de Amenaza Volcánica del Galeras. Esc. 1:400.000.
- ✓ Mapa de Amenaza Volcánica del Machín Esc. 1:150.000.
- ✓ Mapa de Amenaza Volcánica del Tolima (boletín Gol. Volumen 29 No. 3 Esc. 1:100.000.

En general, existen numerosas publicaciones y mapas en diferentes escalas.



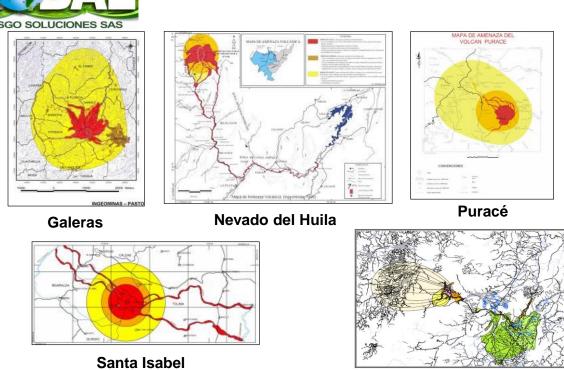


Figura 16. Mosaico de mapas de amenaza volcánica elaborados por el SGC. Fuente: SGC.

#### Inventario de eventos

El SGC registra datos de erupciones volcánicas a partir de la Red de Observatorios Vulcanológicos y Sismológicos (OVS), utilizando estaciones sismológicas, acústicas y de deformación, por telemetría, monitoreo de aguas termales, cámaras infrarrojas, cámaras de videos por telemetría, entre algunos. Los eventos de erupción volcánica son de origen geológico natural, que se clasifican como volcano - tectónico, asociados a fluidos.

En general la metodología de recolección es por telemetría, con un muestreo cada 15 días dependiendo del método. El periodo de registro de datos en cada observatorio vulcanológico es el siguiente:

- ✓ O. V. Manizales: periodo de registro desde el año 1986, con una longitud de 29 años.
- ✓ O. V. Pasto: periodo de registro desde el año 1988, con una longitud de 27 años.
- ✓ O. V. Popayán: periodo de registro desde el año 1996, con una longitud de 19 años.

## UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (UNGRD)

La UNGRD tiene como misión dirigir, orientar y coordinar la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia, fortaleciendo las capacidades de las entidades públicas, privadas, comunitarias y de la sociedad en general, con el propósito explícito de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible, a través



del conocimiento del riesgo, su reducción y el manejo de los desastres asociados con fenómenos de origen natural, socionatural, tecnológico y humano no intencional.

#### Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres

La UNGRD en el marco de las políticas, estándares y tecnologías que definen la infraestructura colombiana de datos espaciales, pone en marcha, un Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres, el cual debe mantenerse actualizado y funcional mediante la integración de contenidos de todas las entidades nacionales y territoriales, con el propósito de fomentar la generación y el uso de la información sobre el riesgo de desastres y su reducción y la respuesta a emergencias en el territorio nacional y ofrecer el apoyo de información que demandan los gestores del riesgo en todos los niveles del gobierno. Asimismo, las autoridades departamentales, distritales y municipales crean sistemas de información para la gestión del riesgo de desastres en el ámbito de su jurisdicción en armonía con el sistema nacional (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre, 2012).

En la página Web de la UNGRD se encuentra disponible el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres – SIGPAD, que actualmente es objeto de cambios por lo que no se puede acceder. Además, se encuentra en proceso de elaboración un nuevo sistema El "SNIGRD".

#### Estudios y mapas

La Unidad a través de la Subdirección para el Conocimiento del Riesgo viene adelantando las siguientes acciones y actividades sobre el riesgo (http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Conocimiento-del-Riesgo.aspx):

- ✓ Investigación, formación y comunicación sobre conocimiento del riesgo:
  - Elaboración de guías para formación comunitaria en gestión del riesgo de desastres: Guía para formación comunitaria en gestión del riesgo de desastres y la Guía comunitaria para la gestión del riesgo de desastres<sup>9</sup>.
  - Elaboración de documento sobre orientaciones pedagógicas, conceptuales y metodológicas en materia de educación: Orientaciones para el desarrollo de procesos de educación para la gestión del riesgo.
  - Realización de pruebas piloto de implementación de las guías para formadores y para comunidades en 10 municipios de Colombia afectados por la segunda temporada invernal (Nuevo Colón, Regidor, Padilla, Villavicencio, Bahía Solano, Caucasia, Sabana de Torres, Puerto Salgar, la Virginia y Sucre).
  - Realización de procesos de formación en gestión del riesgo de desastres dirigidos a comunidades y formadores que hacen parte de proyectos DIPECHO y/o

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Disponibles en PDF, de la página Web de la Unidad, enlace: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Conocimiento-del-Riesgo.aspx



integrantes de los Consejos Departamentales y Municipales en Gestión del Riesgo de Desastres.

- ✓ Evaluación y análisis del riesgo
  - o Riesgo Tecnológico
  - o Movimiento en Masa
  - Inundaciones
  - Actividad Sísmica
- ✓ Asistencia técnica y capacitación a entidades públicas:
  - o Guía metodológica para la elaboración de la estrategia de respuesta municipal.
- ✓ Coordinación de instancias interinstitucionales Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo.
- ✓ Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres: la UNGRD dando alcance a lo establecido en el artículo 33 de la Ley 1523 de 2012, inició durante el 2013 el proceso participativo de formulación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres PNGRD. El resultado de este trabajo está en el documento: Componente general del PNGRD, el cual constituye el marco estratégico de acción para el país en materia de gestión del riesgo a través de los procesos de Conocimiento del Riesgo, Reducción del Riesgo y Manejo de Desastres.
  - ✓ Otros documentos relacionados disponibles en el enlace (<a href="http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx">http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx</a>) son:
    - o Mapa asistencia técnica en 40 municipios del país.
    - o Guía para la formulación de proyectos en intervención correctiva.
    - Guía de integración de la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial municipal.

#### Monitoreo y evaluación

La Subdirección de Manejo de Desastres como proceso estratégico de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres coordina y ejecuta las actividades, para responder ante los efectos adversos causados por las emergencias en la ejecución de la respuesta y la recuperación.

La operación de la Sala de Crisis, 24 horas los siete (7) días de la semana, permite el trabajo constante de monitoreo y verificación de la información sobre los eventos naturales y/o antrópicos que se presentan en el país y que son registrados por los Consejos Municipales y Departamentales de Gestión del Riesgo de Desastres. La información recibida es procesada para atender los eventos que presenten declaratoria de calamidad pública con recursos asignados a través del Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Con este objetivo La Unidad en su página Web elabora:

✓ Reporte de atención de emergencias.



✓ Consolidado de atención de emergencias<sup>10</sup>.

#### Inventario de eventos

La UNGRD lleva a cabo un consolidado de atención de emergencias a nivel nacional, departamental, y municipal, mediante la utilización de un visor elaborado por Desinventar<sup>11</sup>. Esta iniciativa internacional data de los inicios del siglo XX consolidándose en 1994 para Latinoamérica y en 1998 para Colombia. La fuente de información de este inventario de eventos son los Consejos Municipales y Departamentales de Gestión del Riesgo de Desastres. Este inventario posee un periodo de registro desde el año 1998, es decir, aproximadamente una longitud de registro de 17 años (Anexo F).

De acuerdo a la clasificación de eventos que serán objeto de localización y evaluación del presente estudio, el consolidado de atención de emergencias comprende los 4 tipos: geológicos (erupción volcánica), hidrológicos, meteorológicos y fitosanitarios.

#### 3.3 SISMOS

Colombia está situada en la convergencia de tres placas litosféricas: Nazca, Caribe y América del Sur, lo que significa que se ve afectada por una variedad de fuentes sísmicas asociadas con la zona de subducción del Pacífico, así como las fallas superficiales relacionadas con la acumulación de los esfuerzos en el continente (Corporación OSSO, 1998). La amenaza sísmica se expresa por los movimientos directos de las vibraciones sísmicas que actúan sobre la superficie y afectan la infraestructura. Estas vibraciones dependen de las características del terremoto, como magnitud y profundidad, así como de las características del suelo y subsuelo. Las vibraciones pueden generar efectos secundarios como deslizamientos y licuación de suelos.

La región Pacífica del país se encuentra expuesta a amenaza sísmica alta, asociada con la zona de subducción del océano Pacífico, la cual tiene la capacidad de liberar las mayores cantidades de energía sísmica en Colombia. En dicha fuente ocurrieron los sismos de 1906 y 1979, los cuales se destacan, además, por ocasionar un tsunami que afectó principalmente la población de Tumaco, municipio localizado en la costa Pacífica nariñense.

En la región Andina las zonas de amenaza sísmica alta se asocian con la actividad de fallas superficiales como Romeral, Cauca, Palestina y Frontal de la Cordillera Oriental, la cual tiene la característica de generar sismos superficiales de gran poder destructivo,

<sup>10</sup> Disponible en: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Consolidado-Atencion-de-Emergencias.aspx

A partir de 1994 se empieza a construir un marco conceptual y metodológico común, por parte de grupos de investigadores, académicos y actores institucionales, agrupados en la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), que concibieron un sistema de adquisición, consulta y despliegue de información sobre desastres de pequeños, medianos y grandes impactos, con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones en nueve países de América Latina. Esta concepción, metodología y herramienta de software desarrolladas se denominan Sistema de Inventario de Desastres. DesInventar.



como los de Suaza (1827), Huila (1967), Popayán (1983), Páez (1994), Tauramena (1995) y Eje Cafetero (1999), entre otros. Algunos de estos sismos se han destacado por generar importantes movimientos en masa, lo que se explica por las características topográficas y geológicas de la región.

Los tsunamis desencadenados por grandes terremotos pueden ocurrir tanto en la costa Pacífica como en el Caribe. Sin embargo, los mayores desastres por este fenómeno han ocurrido en la costa Pacífica, ya que la fuente de amenaza primordial para Colombia se localiza en dicha región. Como los tsunamis son generados normalmente por sismos con magnitudes mayores o iguales a 7,5, su recurrencia se compara con la de terremotos de esas características que pueden ser de origen cercano a las costas colombianas o de origen lejano, generados a lo largo del Cinturón de Fuego del Pacífico. Los departamentos con mayor exposición a tsunamis son Cauca, Nariño, Chocó y Valle del Cauca en el Pacífico, y La Guajira, Bolívar, Atlántico, Magdalena, Sucre, Córdoba, Antioquia y Chocó, en el Caribe; además de las áreas insulares en ambos océanos (Banco Mundial Colombia y GFDRR, 2012).

#### 3.3.1 Definición de sismos

Definición técnica – punto de vista Geológico 12:

Es la propagación de ondas por la corteza terrestre producidas por la liberación súbita de energía acumulada por mucho tiempo debido a la interacción de las placas tectónicas<sup>13</sup>.

Para la UNGRD, los sismos son rupturas de las rocas en el interior de la tierra que generan movimientos súbitos durante tiempos relativamente cortos (http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/ABC\_Gestion\_de\_Riesgo.aspx).

#### 3.3.2 Entidades con información:

### SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (SGC)

#### Sistema de Información de Sismicidad Histórica de Colombia

El Sistema de Información de Sismicidad Histórica de Colombia reúne las referencias y análisis de los efectos relevantes de los fenómenos sísmicos intensos en el territorio colombiano, documentados a partir del Siglo XVI. Este servicio, además de ser una recopilación de información, permite examinar las descripciones, documentos bibliográficos, mapas, imágenes, histogramas, entre otros, así como realizar consultas

 $<sup>^{12}</sup>$  En la revisión bibliográfica no se encontró definición del sector asegurador colombiano.

http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/material-educativo/preguntas-frecuentes



básicas y específicas, obtener y visualizar los resultados de forma tabular y gráfica (Figura 17).



Figura 17. Sistema de Información de Sismicidad Histórica de Colombia. Fuente: http://agata.sgc.gov.co:9090/SismicidadHistorica/

En esta página del SGC se pueden realizar consultas de sismos, el cual incluye la información de los sismos que han causado efectos en el territorio nacional. El resultado se obtiene de modo espacial, reflejado en el mapa de Colombia y de modo tabular, donde se consignan los principales parámetros de los sismos consultados, con su correspondiente listado de intensidades. Estas consultas se pueden realizar:

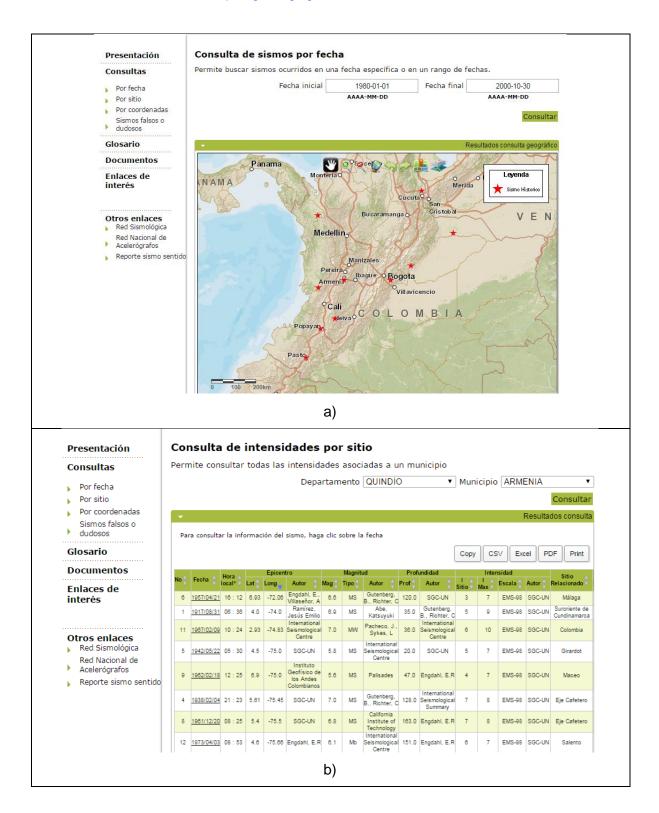
- ✓ Por fecha: permite buscar sismos ocurridos en una fecha específica o en un rango de fechas (Tabla 4a).
- ✓ Por sitio: permite consultar todas las intensidades asociadas a un municipio para las escalas MM (Mercalli Modificada) y EMS (Escala Macrosísmica Europea) (Tabla 4b). Esta información se puede consultar también como un histograma o gráfico, en donde se presentan las intensidades evaluadas para diferentes sismos en un sitio determinado.
- ✓ Por coordenadas.
- ✓ Sismos falsos o dudosos.

Esta página funciona correctamente con los navegadores: Mozilla Firefox, Internet Explorer 8 y Google Chrome.

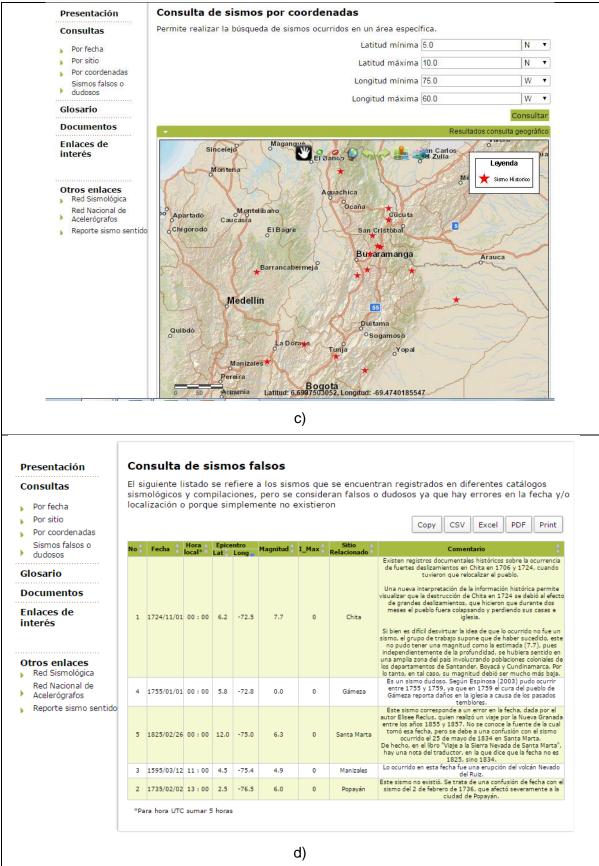


Tabla 4. Consultas de sismos: a) Por fecha; b) Por sitio; c) Por coordenadas y d) Sismos falsos.

Fuente: <a href="http://agata.sgc.gov.co:9090/SismicidadHistorica/">http://agata.sgc.gov.co:9090/SismicidadHistorica/</a>







Las consultas se pueden copiar, imprimir y descargar en formato Excel, PDF.

En el Sistema de Información de Sismicidad Histórica también se encuentran disponibles los siguientes documentos<sup>14</sup>:

<sup>14</sup> http://agata.sgc.gov.co:9090/SismicidadHistorica/Documentos.jsf



- ✓ Atlas de deformaciones cuaternarias de los Andes.
- ✓ Historia de los terremotos en Colombia.
- ✓ European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). English version.
- ✓ Escala Macrosísmica Europea 1998 (EMS-98).
- ✓ Escala de Mercalli Modificada (MM)
- ✓ Mapa de sismos históricos

Asimismo, presenta otros enlaces de interés (<a href="http://agata.sgc.gov.co:9090/SismicidadHistorica/Enlaces.jsf">http://agata.sgc.gov.co:9090/SismicidadHistorica/Enlaces.jsf</a>):

- ✓ Catálogo de sismos de Suiza
- ✓ Sismología histórica de Venezuela
- ✓ Base de Datos Macrosísmica de Italia
- ✓ Sismicidad de Francia
- ✓ USGS Sismos históricos en el mundo
- ✓ Informes de Sismicidad Histórica Servicio Geológico Colombiano
- √ Base de datos macrosísmica de Grecia

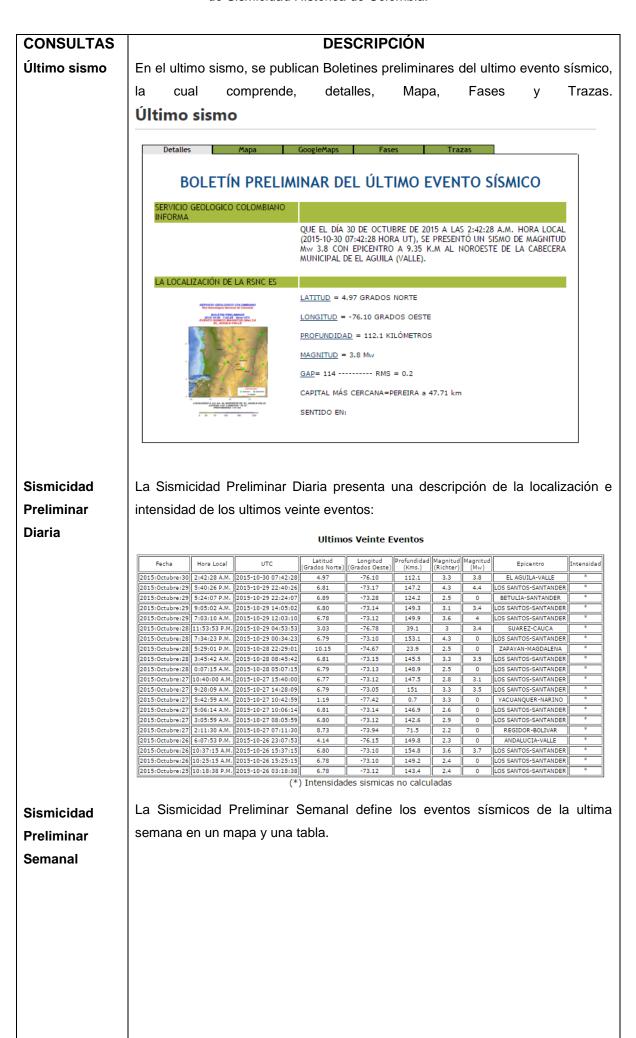
Otros enlaces que se encuentran disponibles en este Sistema (http://agata.sgc.gov.co:9090/SismicidadHistorica/):

- ✓ Red Sismológica (ver más adelante).
- ✓ Reporte sismo sentido.

En el Reporte de sismo sentido, se puede realizar otras series de consultas, explicadas en la Tabla 5.



Tabla 5. Ejemplos de consultas del menú "Reporte de sismo sentido" del Sistema de Información de Sismicidad Histórica de Colombia.





### 

#### Sismos Importantes

Sismos importantes es una consulta de Informes de sismos importantes, que se pueden guardar en PDF.

- Informe sismo Quetame, Cundinamarca del 24 de Mayo de 2008
- Informe sismo Bahía Solano, Chocó del 13 de Agosto de 2013
- Informe sismo Sipi, Chocó del 04 de Enero de 2014
- Informe Sismo Frontera con Venezuela del 5 de Febrero de 2015
- Informe Sismo Los Santos, Santander del 10 de Marzo de 2015
- Informe sismo Frontera con Panamá del 28 de Julio de 2015

## Boletines de sismicidad

En Boletines de Sismicidad se puede descagar en formato PDF, por años, los Boletines mensuales y semestrales de la sismicidad registrada por la Red Sismológica Nacional de Colombia.



## Consultas de Sismicidad

Es una consulta para el Usuario General de la Red Sismológica Nacional de Colombia. Se puede consultar la sismicidad de una regíon específica (Departamento, Municipio, y rango de fechas, llenando un formulario, haciendo una consulta general o una experta. La descarga se puede hacer en Excel o PDF. Ejemplo de consulta general:



Fecha aaaa/mm/dd	Hora UTC	Magnitud Ml	Longitud Grados	Latitud Grados	Profundidad Km	Municipio	Departamento
1993-09-15	09:25:37	2.2	-75.553	4.25	4	OACIG	QUINDIO
1993-11-12	00:51:35	3.6	-75.798	4.276	184.7	GENOVA	QUINDIO
1994-04-07	14:20:39	2.4	-75.623	4.614	144.2	CIRCASIA	QUINDIO
1994-06-01	01:52:57	2	-75.54	4.52	0	SALENTO	QUINDIO
1994-11-10	19:58:42	2.9	-75.767	4.413	123.9	LA TEBAIDA	QUINDIO
1995-01-01	14:46:16	3.1	-75.552	4.468	0	CALARCA	QUINDIO

Consulta experta: es una consulta por rangos de tiempo, profundidad y magnitud en el territorio colombiano. La consulta circular no tiene en cuenta el departamento ni el municipio, solo la latitud central, la longuitud central y el Radio(Km):



#### Intensidad sísmica

Presenta una tabla de evaluación de intensidades sísmicas a partir de los reportes de sismos sentidos:

Fecha	Hora Local	UTC	Latitud (Grados Norte)	Longitud (Grados Oeste)	Profundidad (Kms.)	Magnitud	Epicentro
2015:Octubre:14	2:47:20 A.M.	2015-10-14 07:47:20	7.68	-73.37	116.7	5.4**	LA ESPERANZA-N.SANTANDER
2015:Septiembre:23	1:47:23 P.M.	2015-09-23 18:47:23	6.51	-73.56	129.5	4.4**	SANTA HELENA DEL OPON-SANTANDE
2015:Septiembre:17	11:35:08 P.M.	2015-09-18 04:35:08	4.24	-75.84	4	4.7**	GENOVA-QUINDIO
2015:Septiembre:05	6:14:54 P.M.	2015-09-05 23:14:54	3.98	-76.30	134	5.2**	SAN PEDRO-VALLE
2015:Agosto:21	9:16:16 A.M.	2015-08-21 14:16:16	4.43	-75.70	4	4.2**	CORDOBA-QUINDIO
2015:Julio:28	7:10:24 P.M.	2015-07-29 00:10:24	8.15	-77.40	12.4	6.1**	LA_FRONTERA_CON_PANAMA
2015:Julio:26	7:45:34 P.M.	2015-07-27 00:45:34	5.02	-75.46	4	3.7**	VILLAMARIA-CALDAS
2015:Julio:01	0:55:26 A.M.	2015-07-01 05:55:26	6.81	-73.11	146.4	4.6*	LOS SANTOS-SANTANDER
2015:Mayo:16	4:00:58 A.M.	2015-05-16 09:00:58	5.69	-73.07	0	4.4**	FIRAVITOBA-BOYACA
2015:Mayo:09	9:31:51 A.M.	2015-05-09 14:31:51	11.45	-72.32	6.2	4.7**	MAICAO-LA_GUAJIRA
2015:Abril:10	11:29:00 P.M.	2015-04-11 04:29:00	6.40	-73.26	9.4	4.3**	PALMAS DEL SOCORRO-SANTANDER
2015:Abril:07	9:00:19 A.M.	2015-04-07 14:00:19	5.45	-76.50	87.5	4.3**	LLORO-CHOCO
2015:Marzo:24	3:52:28 P.M.	2015-03-24 20:52:28	6.79	-73.15	145.5	4.5*	LOS SANTOS-SANTANDER
2015:Marzo:22	5:27:37 P.M.	2015-03-22 22:27:37	6.79	-73.17	150.2	5.2**	LOS SANTOS-SANTANDER
2015:Marzo:10	3:55:44 P.M.	2015-03-10 20:55:44	6.80	-73.15	161	6.6**	LOS SANTOS-SANTANDER
2015:Febrero:22	7:56:24 A.M.	2015-02-22 12:56:24	2.79	-76.56	145.7	5.6**	MORALES-CAUCA
2015:Febrero:21	5:26:46 P.M.	2015-02-21 22:26:46	4.70	-76.12	97.8	5.3**	ARGELIA-VALLE
2015:Febrero:04	11:21:50 P.M.	2015-02-05 04:21:50	8.37	-72.16	0	5.2**	LA FRONTERA CON VENEZUELA
2014:Diciembre:13	8:49:32 P.M.	2014-12-14 01:49:32	5.42	-73.71	140.4	5**	GUACHETA-CUNDINAMARCA
2014:Noviembre:25	3:20:17 P.M.	2014-11-25 20:20:17	6.82	-73.13	142.6	5.1**	LOS SANTOS-SANTANDER
2014:Noviembre:20	0:40:11 A.M.	2014-11-20 05:40:11	6.79	-73.15	146.2	4.5**	LOS SANTOS-SANTANDER
2014:Octubre:18	9:20:34 P.M.	2014-10-19 02:20:34	5.01	-75.94	109.5	4.6**	LA CELIA-RISARALDA
2014:Agosto:24	3:04:58 A.M.	2014-08-24 08:04:58	5.47	-75.54	4	3.9**	MARMATO-CALDAS
2014:Agosto:03	4:38:05 A.M.	2014-08-03 09:38:05	3.69	-77.62	74.4	5**	EL OCEANO PACIFICO
2014:Junio:16	1:39:33 A.M.	2014-06-16 06:39:33	1.25	-79.54	27	5.4**	LA FRONTERA CON ECUADOR
2014:Junio:12	1:30:39 A.M.	2014-06-12 06:30:39	4.19	-73.62	5.9	4.4**	VILLAVICENCIO-META



Informes	Se puede consultar y descargar en PDF i	nformes preliminares d	e eventos
Preliminares	sísmicos importantes:		
	Boletín sismicidad registrada en Puerto Gaitán, Meta  Boletín de réplicas del sismo de Bahía Solano, Chocó del 13 de Agost Boletín 1 de réplicas del sismo de Sipí, Chocó del 04 de Enero de 20. Boletín 2 de réplicas del sismo de Sipí, Chocó del 04 de Enero de 20. Boletín sismo Simulacro Colombia-Ecuador del 06 de Febrero de 201. Boletín de Réplicas del sismo Tame, Arauca del 17 de Febrero de 201. Boletín sismos Villavicencio, Meta del 12 de Junio de 2014 Boletín 1 de réplicas del sismo de la Frontera con Venezuela del 05 de Boletín 2 de réplicas del sismo de la Frontera con Venezuela del 05 de Comunicado de prensa 001, Mayo 09 de 2015 Boletín de Réplicas del sismo Frontera con Panamá del 28 de Julio de	14 14 4 4 e Febrero de 2015 e Febrero de 2015	RTANTES
Sismos			
Internacionale s y Mapas (se pueden consultar mapas Amenaza	Información de sismos internacionales y enlac  Sismos Internacionales  Filtro de título  Mostrar # 10	es de información de los	s mismos:
Internacionale s y Mapas (se pueden consultar	Sismos Internacionales	es de información de los	s mismos:
Internacionale s y Mapas (se pueden consultar mapas Amenaza	Sismos Internacionales  Filtro de título Mostrar # 10 •		
Internacionale s y Mapas (se pueden consultar mapas Amenaza sísmica, Microzonificación	Sismos Internacionales  Filtro de título Mostrar # 10  # Itulo del artículo	<u>Fecha</u>	His
Internacionale s y Mapas (se pueden consultar mapas Amenaza sísmica, Microzonificación Bogotá,	Sismos Internacionales  Filtro de título Mostrar # 10  # Título del artículo 1 EVENTO SISMICO EN AFGHANISTAN	<u>Fecha</u> Lunes, 26 Octubre 2015	Hits 187
Internacionale s y Mapas (se pueden consultar mapas Amenaza sísmica, Microzonificación Bogotá, Microzonificación	Sismos Internacionales  Filtro de título Mostrar # 10  # Título del artículo  1 EVENTO SISMICO EN AFGHANISTAN  2 EVENTO SISMICO EN HIHIFO, TONGA	Fecha Lunes, 26 Octubre 2015 Domingo, 18 Octubre 2015	187 96
Internacionale s y Mapas (se pueden consultar mapas Amenaza sísmica, Microzonificación Bogotá,	Sismos Internacionales  Filtro de título Mostrar # 10  # Título del artículo 1 EVENTO SISMICO EN AFGHANISTAN 2 EVENTO SISMICO EN HIHIFO, TONGA 3 EVENTO SISMICO EN ARGENTINA	Lunes, 26 Octubre 2015  Domingo, 18 Octubre 2015  Sábado, 17 Octubre 2015	Hits 187 96 138
Internacionale s y Mapas (se pueden consultar mapas Amenaza sísmica, Microzonificación Bogotá, Microzonificación	Sismos Internacionales  Filtro de título Mostrar # 10  # Título del artículo 1 EVENTO SISMICO EN AFGHANISTAN 2 EVENTO SISMICO EN HIHIFO, TONGA 3 EVENTO SISMICO EN ARGENTINA 4 EVENTO SISMICO EN COOUIMBO, CHILE	Fecha Lunes, 26 Octubre 2015  Domingo, 18 Octubre 2015  Sábado, 17 Octubre 2015  Lunes, 05 Octubre 2015	Hits 187 96 138
Internacionale s y Mapas (se pueden consultar mapas Amenaza sísmica, Microzonificación Bogotá, Microzonificación	Sismos Internacionales  Filtro de título Mostrar # 10  # Título del artículo  1 EVENTO SISMICO EN AFGHANISTAN  2 EVENTO SISMICO EN HIHIFO, TONGA  3 EVENTO SISMICO EN ARGENTINA  4 EVENTO SISMICO EN COQUIMBO, CHILE  5 EVENTO SISMICO EN LAS ISLAS SOLOMON	Lunes, 26 Octubre 2015  Domingo, 18 Octubre 2015  Sábado, 17 Octubre 2015  Lunes, 05 Octubre 2015  Jueves, 24 Septiembre 2015	187 96 138 183
Internacionale s y Mapas (se pueden consultar mapas Amenaza sísmica, Microzonificación Bogotá, Microzonificación	Sismos Internacionales  Filtro de título Mostrar # 10  # Título del artículo 1 EVENTO SISMICO EN AFGHANISTAN 2 EVENTO SISMICO EN ARGENTINA 3 EVENTO SISMICO EN ARGENTINA 4 EVENTO SISMICO EN COQUIMBO, CHILE 5 EVENTO SISMICO EN LAS ISLAS SOLOMON 6 EVENTO SISMICO EN INDONESIA	Lunes, 26 Octubre 2015  Domingo, 18 Octubre 2015  Sábado, 17 Octubre 2015  Lunes, 05 Octubre 2015  Jueves, 24 Septiembre 2015  Jueves, 24 Septiembre 2015	187 96 138 183 184 145
Internacionale s y Mapas (se pueden consultar mapas Amenaza sísmica, Microzonificación Bogotá, Microzonificación	Sismos Internacionales  Filtro de título Mostrar # 10  # Título del artículo  1 EVENTO SISMICO EN AFGHANISTAN  2 EVENTO SISMICO EN HIHIFO, TONGA  3 EVENTO SISMICO EN ARGENTINA  4 EVENTO SISMICO EN COOUIMBO, CHILE  5 EVENTO SISMICO EN LAS ISLAS SOLOMON  6 EVENTO SISMICO EN INDONESIA  7 EVENTO SISMICO EN CHILE	Lunes, 26 Octubre 2015  Domingo, 18 Octubre 2015  Sábado, 17 Octubre 2015  Lunes, 05 Octubre 2015  Jueves, 24 Septiembre 2015  Jueves, 24 Septiembre 2015  Lunes, 21 Septiembre 2015	Hits 187 96 138 183 184 145

Para evaluar la intensidad de acuerdo con la Escala Macrosísmica Europea (EMS-98), en la página Web del SGC existe un enlace que despliega un <u>formulario para la evaluación de la intensidad sísmica</u>. Este formulario permite al usuario describir rápidamente los efectos que percibió durante un sismo y la dirección electrónica es:

https://docs.google.com/a/sgc.gov.co/forms/d/1Pm\_nYMgH\_O1GMOK-WByvVypnyQWjYKgqRVLyjYY2DsE/viewform

Uno de los grandes desafíos del Sistema de Información de Sismicidad Histórica de Colombia del SGC, es reunir información relacionada con la sismología histórica del país, proveniente de diferentes fuentes como investigadores, agencias, entre otros, con el propósito de que la comunidad en general y los entes tomadores de decisión, consulten la base de datos teniendo la confianza de que los resultados aquí publicados han pasado por la evaluación de expertos en el tema. Para el estudio de sismos históricos con fines de aplicación a la amenaza sísmica el SGC hizo una revisión de compilaciones sismológicas e históricas, la identificación de las fuentes y registros que han contribuido a las compilaciones y posteriormente, la revisión de fuentes contemporáneas al evento y búsqueda de nuevos documentos con el fin de llenar vacíos de información o de mejorar la calidad de los datos disponibles (http://agata.sgc.gov.co:9090/SismicidadHistorica/).



El Sistema de Sismicidad histórica, además de permitir consultar información sismológica histórica, también permite conocer al <u>Red Sismológica Nacional</u><sup>15</sup> y revisar el <u>catálogo</u> sismológico del país<sup>16</sup>, descritos a continuación.

#### Inventario de Eventos históricos - Catálogo de Sismicidad

Las preguntas sobre la ocurrencia de un sismo, o la sismicidad registrada en una zona, son resueltas consultando el catálogo de sismicidad disponible en la página Web del SGC. Este catálogo permite obtener los sismos registrados por la Red Sismológica Nacional de Colombia desde el 1 de junio de 1993, es decir, una longitud de registro de 22 años. La metodología de recolección es por satélite, en tiempo real. Existen algunas estaciones portátiles que descargan los datos cada 2 o 3 meses, depende de la actividad sísmica. Los sismos registrados en forma general se caracterizan por ser de origen geológico e inducido (por explotación petrolera) y clasificados como eventos tectónicos.

En relación a los antecedentes, la Dirección de Amenazas Geológicas del Servicio Geológico Colombiano, y el Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, llevan a cabo la revisión del *catálogo sismológico colombiano*, el cual incluye la sismicidad desde sus inicios, base para la evaluación de la amenaza sísmica. Dicha revisión incluye el estudio de sismos históricos significativos, con el fin de conocer detalladamente los efectos de eventos reportados en los catálogos sismológicos con intensidad máxima mayor o igual a 7, y que han causado daños severos en diferentes regiones del país. El primer sismo del cual existe información sobre efectos en el territorio colombiano data del año 1566, cuando los pueblos de Popayán y Cali fueron estremecidos por un fuerte temblor (http://agata.sgc.gov.co:9090/SismicidadHistorica/).

Existen dos formas de consultar el catálogo sismológico, una forma ingresando por el Sistema de Información de Sismicidad Histórica de Colombia, en el menú "Reporte de sismo sentido" (Tabla 5, del capítulo anterior). La segunda forma de ingresar al catálogo consiste en seguir los siguientes pasos:

1. Ir al enlace: <a href="http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/consultas.">http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/consultas.</a> Aparece una ventana (Figura 18).

<sup>15</sup> http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/

http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/consultas





Figura 18.Formulario de consulta general de sismicidad. Fuente: http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/consultas

- 2. Completar el formulario de consulta general para consultar la sismicidad de una región específica (Departamento, Municipio, y rango de fechas).
- 3. Seleccionado el departamento, municipio y el periodo de consulta, aparece una ventana con los parámetros de consulta, y el siguiente paso es generar el reporte en Excel o PDF (Figura 19). Además, permite la opción de cambiar los parámetros y generar el mapa de sismicidad. Un ejemplo de consulta general de sismo, para la ciudad de Bucaramanga, entre junio de 1993 y 1 de noviembre de 2015, generado en Excel se observa en el Anexo G.

#### FORMULARIO - CONSULTA GENERAL



Figura 19. Formulario de parámetros de consulta de sismos de una región específica. Fuente: Fuente: http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/consultas

En el Anexo H, se presenta el inventario completo de Sismos ocurridos en Colombia desde 1993 hasta octubre de 2015, de la Red Sismológica Nacional de Colombia.



#### Red Sismológica Nacional de Colombia - RSNC

La Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) del SGC, hace parte del Sistema Nacional para la Atención y Prevención de Desastres, y está encargada de dar una alerta temprana a la ocurrencia de un evento sísmico en el territorio nacional, además lidera las investigaciones sismológicas en el país. Actualmente la RSNC cuenta con 50 estaciones sismológicas (Figura 20), las cuales transmiten datos en tiempo real vía satelital y LAN<sup>17</sup> (Local Área Network).

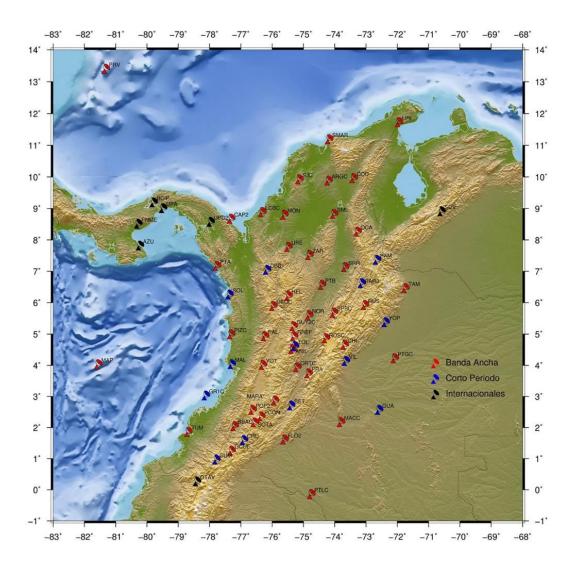


Figura 20. Red Sismológica Nacional de Colombia – RSNC del SGC. Fuente: SGC.

El Objetivo General de la RSNC es proporcionar información rápida y confiable sobre el origen y características de los fenómenos sísmicos en el territorio colombiano. Y los objetivos específicos son:

✓ Investigar las causas y los procesos que originan los terremotos, e identificar las zonas sismogénicas.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup> Sistema de comunicaciones capaz de facilitar el intercambio de datos informáticos, voz, facsímil, vídeo conferencias, difusión de vídeo, telemetría y cualquier otra forma de comunicación electrónica (http://html.rincondelvago.com/redes-lan 1 html)



- ✓ Estudiar la propagación de ondas sísmicas, su atenuación al transmitirse y el comportamiento de rocas y suelos bajo esfuerzos generados.
- ✓ Consolidar una adecuada base de datos, desarrollar y apoyar los estudios de amenaza sísmica, de actualización del Código Colombiano de Construcciones Sismorresistentes y de microzonificación sísmica en las ciudades.
- ✓ Actualizar redes de instrumentos para investigación y monitoreo.

Esta red surgió de la necesidad de contar con un instrumento moderno y confiable para suministrar información precisa en relación con la sismicidad de nuestro país.

#### Estudios y Mapas - Análisis de la amenaza

El SGC ha avanzado en el conocimiento de la amenaza sísmica, desarrollando diversos estudios y mapas en esta materia. Este avance en el conocimiento ha girado en torno a la elaboración del mapa nacional de amenaza sísmica, para lo cual dispuso de los avances en el conocimiento y de diferentes fuentes de conocimiento:

- ✓ Fuentes locales de información instrumental.
- ✓ Estudios de las manifestaciones en el terreno de grandes eventos.
- ✓ La información de los efectos de sismos históricos.
- ✓ Bases de datos globales estandarizadas.

Del anterior proceso de elaboración del mapa se obtuvo varios resultados:

- ✓ Mapa de deformaciones cuaternarias.
- ✓ <u>Catálogo sismológico histórico</u> e instrumental.
- ✓ Estudio detallado de los sismos históricos más destructivos en la historia del país.

Los mapas de amenaza sísmica de Colombia, representa la historia de la actividad sísmica pasada, la cual permite construir un modelo de la probable actividad futura. Este mapa representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia.

La metodología clásica para el estudio de sismos históricos que el SGC siguió con fines de aplicación a la amenaza sísmica comprendió una etapa de investigación documental en archivos y bibliotecas. En esta etapa se hizo la revisión de compilaciones sismológicas e históricas, la identificación de las fuentes y registros que han contribuido a las compilaciones y posteriormente, la revisión de fuentes contemporáneas al evento y búsqueda de nuevos documentos con el fin de llenar vacíos de información o de mejorar la calidad de los datos disponibles (<a href="http://geoportal.sgc.gov.co/geoportalsgc/catalog/PDF/MapaNacionalAmenazaSismica.pdf">http://geoportal.sgc.gov.co/geoportalsgc/catalog/PDF/MapaNacionalAmenazaSismica.pdf</a>).

Además de los documentos y de los informes preliminares de eventos sísmicos importantes, que se pueden consultar del Sistema de Información de Sismicidad Histórica



de Colombia, mencionados en el capítulo anterior, en el Anexo I se presenta un inventario de las investigaciones y mapas elaborados por el SGC en esta materia.

# UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (UNGRD)

La UNGRD tiene como misión dirigir, orientar y coordinar la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia, fortaleciendo las capacidades de las entidades públicas, privadas, comunitarias y de la sociedad en general, con el propósito explícito de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible, a través del conocimiento del riesgo, su reducción y el manejo de los desastres asociados con fenómenos de origen natural, socionatural, tecnológico y humano no intencional.

#### Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres

La UNGRD en el marco de las políticas, estándares y tecnologías que definen la infraestructura colombiana de datos espaciales, pone en marcha, un Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres, el cual debe mantenerse actualizado y funcional mediante la integración de contenidos de todas las entidades nacionales y territoriales, con el propósito de fomentar la generación y el uso de la información sobre el riesgo de desastres y su reducción y la respuesta a emergencias en el territorio nacional y ofrecer el apoyo de información que demandan los gestores del riesgo en todos los niveles del gobierno. Asimismo, las autoridades departamentales, distritales y municipales crean sistemas de información para la gestión del riesgo de desastres en el ámbito de su jurisdicción en armonía con el sistema nacional (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre, 2012).

En la página Web de la UNGRD se encuentra disponible el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres – SIGPAD, que actualmente es objeto de cambios por lo que no se puede acceder. Además, se encuentra en proceso de elaboración un nuevo sistema El "SNIGRD".

#### Estudios y mapas

La Unidad a través de la Subdirección para el Conocimiento del Riesgo viene adelantando las siguientes acciones y actividades sobre el riesgo (http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Conocimiento-del-Riesgo.aspx):

✓ Investigación, formación y comunicación sobre conocimiento del riesgo:



- Elaboración de guías para formación comunitaria en gestión del riesgo de desastres: Guía para formación comunitaria en gestión del riesgo de desastres y la Guía comunitaria para la gestión del riesgo de desastres<sup>18</sup>.
- Elaboración de documento sobre orientaciones pedagógicas, conceptuales y metodológicas en materia de educación: Orientaciones para el desarrollo de procesos de educación para la gestión del riesgo.
- Realización de pruebas piloto de implementación de las guías para formadores y para comunidades en 10 municipios de Colombia afectados por la segunda temporada invernal (Nuevo Colón, Regidor, Padilla, Villavicencio, Bahía Solano, Caucasia, Sabana de Torres, Puerto Salgar, la Virginia y Sucre).
- Realización de procesos de formación en gestión del riesgo de desastres dirigidos a comunidades y formadores que hacen parte de proyectos DIPECHO y/o integrantes de los Consejos Departamentales y Municipales en Gestión del Riesgo de Desastres.
- ✓ Evaluación y análisis del riesgo
  - o Riesgo Tecnológico
  - o Movimiento en Masa
  - Inundaciones
  - o Actividad Sísmica
- ✓ Asistencia técnica y capacitación a entidades públicas:
  - o Guía metodológica para la elaboración de la estrategia de respuesta municipal.
- ✓ Coordinación de instancias interinstitucionales Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo.
- ✓ Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres: la UNGRD dando alcance a lo establecido en el artículo 33 de la Ley 1523 de 2012, inició durante el 2013 el proceso participativo de formulación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres PNGRD. El resultado de este trabajo está en el documento: Componente general del PNGRD, el cual constituye el marco estratégico de acción para el país en materia de gestión del riesgo a través de los procesos de Conocimiento del Riesgo, Reducción del Riesgo y Manejo de Desastres.
  - ✓ Otros documentos relacionados disponibles en el enlace (<a href="http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx">http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx</a>) son:
    - Mapa asistencia técnica en 40 municipios del país.
    - Guía para la formulación de proyectos en intervención correctiva.
    - Guía de integración de la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial municipal.

#### Monitoreo y evaluación

\_

Disponibles en PDF, de la página Web de la Unidad, enlace: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Conocimientodel-Riesgo.aspx



La Subdirección de Manejo de Desastres como proceso estratégico de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres coordina y ejecuta las actividades, para responder ante los efectos adversos causados por las emergencias en la ejecución de la respuesta y la recuperación.

La operación de la Sala de Crisis, 24 horas los siete (7) días de la semana, permite el trabajo constante de monitoreo y verificación de la información sobre los eventos naturales y/o antrópicos que se presentan en el país y que son registrados por los Consejos Municipales y Departamentales de Gestión del Riesgo de Desastres. La información recibida es procesada para atender los eventos que presenten declaratoria de calamidad pública con recursos asignados a través del Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Con este objetivo La Unidad en su página Web elabora:

- ✓ Reporte de atención de emergencias.
- ✓ Consolidado de atención de emergencias<sup>19</sup>.

#### Inventario de eventos

La UNGRD lleva a cabo un consolidado de atención de emergencias a nivel nacional, departamental, y municipal, mediante la utilización de un visor elaborado por Desinventar<sup>20</sup>. Esta iniciativa internacional data de los inicios del siglo XX consolidándose en 1994 para Latinoamérica y en 1998 para Colombia. La fuente de información de este inventario de eventos son los Consejos Municipales y Departamentales de Gestión del Riesgo de Desastres. Este inventario posee un periodo de registro desde el año 1998, es decir, aproximadamente una longitud de registro de 17 años (Anexo F).

De acuerdo a la clasificación de eventos que serán objeto de localización y evaluación del presente estudio, el consolidado de atención de emergencias comprende los 4 tipos: geológicos (sismos), hidrológicos, meteorológicos y fitosanitarios.

#### 4. EVENTOS HIDROLÓGICOS

#### 4.1 INUNDACIONES

#### 4.1.1 Definición de inundaciones

<u>Definición técnica</u> – punto de vista hidrológico

Disponible en: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Consolidado-Atencion-de-Emergencias.aspx

Disponible en l'inter/riportal gestion de lles grupos de l'action de 1994 se empieza a construir un marco conceptual y metodológico común, por parte de grupos de investigadores, académicos y actores institucionales, agrupados en la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), que concibieron un sistema de adquisición, consulta y despliegue de información sobre desastres de pequeños, medianos y grandes impactos, con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones en nueve países de América Latina. Esta concepción, metodología y herramienta de software desarrolladas se denominan Sistema de Inventario de Desastres. DesInventar.



Las inundaciones (Figura 21) son fenómenos hidrológicos recurrentes potencialmente destructivos, que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente. Se producen por lluvias persistentes y generalizadas que generan un aumento progresivo del nivel de las aguas contenidas dentro de un cauce superando la altura de las orillas naturales o artificiales, ocasionando un desbordamiento y dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas a los cursos de agua normalmente no sumergidas (Fuente: http://www.ideam.gov.co/web/agua/amenazas-inundacion).

El IDEAM identifica dos tipos de inundaciones: <u>Inundaciones lentas</u>, que son las que ocurren en las zonas planas de los ríos y valles aluviales extensos, los incrementos de nivel diario son de apenas del orden de centímetros, reporta afectaciones de grandes extensiones, pero usualmente pocas pérdidas de vidas humanas, el tiempo de afectación puede fácilmente llegar a ser del orden de meses, en Colombia el ejemplo más claro es la región de la Mojana.

El otro tipo de inundación es la llamada <u>creciente súbita</u>, que aunque las áreas de afectación son menores, el poder destructivo es potencialmente mayor y cobra el mayor número de vidas cuando se presentan, responden rápidamente a la ocurrencia de fuertes precipitaciones en las partes altas de las cuencas, los incrementos de nivel son del orden de metros en pocas horas, y el tiempo de permanencia de estas inundaciones en las zonas afectadas son igualmente de horas o pocos días, estas se presentan en todas las cuencas de alta pendiente de la región Andina principalmente.



Figura 21. Ejemplo de inundación. Fuente: http://www.ideam.gov.co/web/agua/amenazasinundacion

Para la UNGRD, las inundaciones se conocen como los niveles de agua por encima de lo normal debido al desbordamiento de ríos por lluvias torrenciales o subida de mareas por encima de lo habitual. Las inundaciones pueden ser súbitas o lentas y en zonas montañosas se pueden presentar crecientes torrenciales. Aunque las inundaciones se pueden activar por las lluvias, en muchos casos ocurren por prácticas humanas inadecuadas como construcción en zonas inundables, taponamiento de cauces, tala y



quema de árboles en las cabeceras y zonas de ronda, ausencia o deficiencia de desagües o alcantarillado

(http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/ABC\_Gestion\_de\_Riesgo.aspx).

<u>Definición – punto de vista seguros agropecuarios:</u>

Una inundación es una lámina de agua permanente en el cultivo debido a la precipitación pluvial o al desbordamiento de agua proveniente de la rotura de canales, drenes, ríos, presas o lagos, sucedido al interior del cultivo asegurado durante más de 72 horas, que se presente durante los estados fenológicos de mayor susceptibilidad de cada cultivo de acuerdo a lo señalado en cada condicionado particular y que dé como resultado disminución del rendimiento o muerte de la planta (según tipo de seguro contratado) ocasionado por daños fisiológicos y no como consecuencia de agentes biológicos. El reporte de siniestro se aceptará solo cuando la lámina de agua permanezca en el cultivo en el tiempo mencionado y se deberá reportar de inmediato a la aseguradora para poder encontrar evidencia (MAPFRE, 2013).

4.1.2 Entidades con información

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS

AMBIENTALES (IDEAM)

Una de las funciones del IDEAM es el de obtener, almacenar, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información básica sobre <u>hidrología</u>; asimismo establecer y poner en funcionamiento las infraestructuras oceanográficas, mareográficas, meteorológicas e <u>hidrológicas nacionales</u> para proveer informaciones, predicciones, avisos y servicios de

asesoramiento a la comunidad.

Red Hidrológica Nacional

El IDEAM de acuerdo con su misión cuenta con una red básica nacional que monitorea las principales cuencas del país, compuesta por 834 estaciones hidrológicas activas (389 limnimétricas y 445 limnigráficas), cuyo fin esencial es permitir cuantificar el recurso hídrico a una escala nacional (Mapa 1). El diseño y operación de la red básica nacional sigue los lineamientos dados por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), los cuales se han venido ajustando a las necesidades del país y se encuentran plasmados en

cuales se han venido ajustando a las necesidades del país y se encuentran plasmados en



MAR CARIBE OCÉANO PACÍFICO Leyenda Convenciones **ESTACIONES** LIMNIGRÁFICAS Y LIMNIMETRICAS Departam entos CAT LG IDEAM ☆ LM 2015

guías

demás

herramientas.

Mapa 1. Red Hidrológica Nacional. Fuente IDEAM.

En el enlace http://www.ideam.gov.co/solicitud-de-informacion, al final de esta página se encuentra la "Ayuda", para consultar el Catálogo de estaciones hidrometeorológicas del IDEAM, en donde puede seleccionar para cada municipio (mediante filtros de búsqueda) las estaciones hidrológicas. Aquí se puede consultar:

- ✓ Catálogo Shape del IDEAM
- ✓ Catálogo Nacional de Estaciones del IDEAM en excel
- ✓ Catálogo Nacional de Estaciones del IDEAM en pdf
- ✓ Catálogo Nacional de Estaciones de otras entidades en excel
- ✓ Catálogo Nacional de Estaciones de otras entidades en pdf
- ✓ Red de Estaciones Hidrológicas



La Red de estaciones hidrológicas comprende estaciones convencionales que genera información en tiempo cuasireal (alrededor de 100 estaciones que transmiten la información vía fax, teléfono o internet en las primeras horas de la mañana) y diferido (se recopila en campo y está disponible en un término de tres meses aproximadamente) sobre caudales y niveles de los ríos. Además, el IDEAM instaló cerca de 100 estaciones hidrológicas automáticas, que genera información horaria en tiempo real. Esta red de estaciones automáticas cuenta con estaciones vía satélite, tiene una cobertura nacional, y está diseñada para cubrir los grandes ríos del país, principalmente el Magdalena – Cauca y Catatumbo; su objetivo principal es alertar a las poblaciones ribereñas sobre la probabilidad del aumento o disminución de los niveles del agua. En términos generales, el sensor del movimiento de los niveles del agua ubicado en cada una de las estaciones hidrológicas automáticas realiza la lectura del nivel del río cada hora y envía la señal al satélite americano GOES, el cual retransmite la información y es captada por las antenas receptoras ubicadas en el IDEAM en Bogotá y alimenta la base de datos.

Para recibir la información horaria proveniente de las estaciones automáticas utiliza el software HYDRAS, el cual a su vez facilita el procesamiento y análisis básico de estos datos. Con la ayuda de este software la información puede ser desplegada en forma numérica o gráfica, y finalmente editarse e imprimirse (Figura 22).

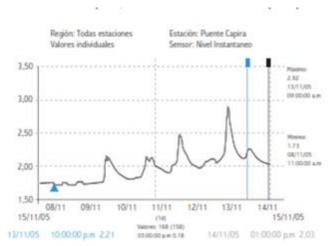


Figura 22. Información estandarizada que presenta el sistema HYDRAS del IDEAM, el cual recibe los datos vía satélite y los procesa para visualizar la dinámica de los niveles del agua. Fuente: IDEAM.

A nivel regional en los últimos años, algunas entidades tanto del sector privado como público han instalado estaciones automáticas de acuerdo con sus necesidades particulares. Es el caso de entidades, que de acuerdo a la cantidad de estaciones que opera en orden descendente son: CAR, EAAB, EPM Medellín, CVC VALLE, CHEC CALDAS (Central Hidroeléctrica de Caldas).

#### Seguimiento, monitoreo y pronóstico hidrológico

El IDEAM emplea la modelación hidrológica para realizar el análisis y la prevención de las inundaciones. Un modelo hidrológico es una representación simplificada de un sistema



real complejo llamado prototipo, bajo forma física o matemática. En un modelo hidrológico, el sistema físico real que generalmente se representa es la "cuenca hidrográfica" y cada uno de los componentes del ciclo hidrológico (Figura 23a). De esta manera un modelo matemático ayuda a tomar decisiones en materia de hidrología, por lo que es necesario tener conocimiento de entradas (inputs) al sistema y salidas (outputs) a partir del sistema, para verificar si el modelo es representativo del prototipo. La salida de los modelos hidrológicos varía dependiendo de las metas y objetivos del modelo (Figura 23b). El resultado más común es el hidrograma o hidrograma de escurrimiento (Fuente: <a href="http://www.ideam.gov.co/web/agua/modelacion-hidrologica">http://www.ideam.gov.co/web/agua/modelacion-hidrologica</a>).

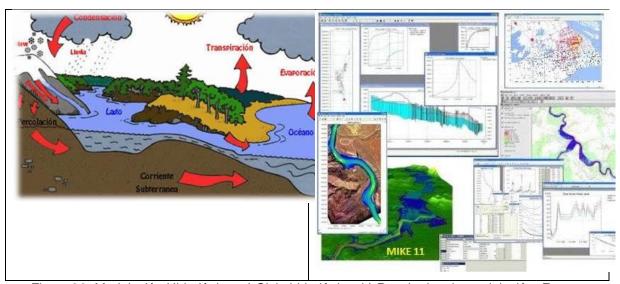


Figura 23. Modelación Hidrológica: a) Ciclo hidrológico; b) Resultados de modelación. Fuente: http://www.ideam.gov.co/web/agua/modelacion-hidrologica.

El objetivo principal del pronóstico y monitoreo hidrológico, es informar y alertar con suficiente tiempo de antelación a las autoridades ambientales y población en general sobre el comportamiento de los principales cuerpos de agua del país y la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos. Este seguimiento se encuentra en el *Informe Hidrológico Diario* (Figuras 24 y 25) que se publica en la página Web de la Institución, en el siguiente enlace: <a href="http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/boletin-hidrologico-diario">http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/boletin-hidrologico-diario.</a>





Figura 24. Sitio de la página Web del IDEAM en donde se encuentra disponible los Boletines Hidrológicos diarios. Fuente: http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/boletin-hidrologico-diario.

En estos boletines de acuerdo con la información registrada en las estaciones automáticas en tiempo real y los reportes telefónicos para los ríos en los cuales se cuenta con instrumentos de observación, se describe el estado de los niveles de los ríos en las principales cuencas del territorio nacional, señalando los diferentes niveles de alerta:

ALERTA ROJA. PARA TOMAR ACCIÓN ALERTA NARANJA. PARA PREPARARSE ALERTA AMARILLA. PARA INFORMARSE





Figura 25. Ejemplo de Boletín hidrológico diario del IDEAM. Fuente:

http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/boletin-hidrologico-diario.

El IDEAM monitorea de forma continua (24 horas del día, los 365 del año) el comportamiento hidrológico de los principales ríos del país: cuenca Magdalena - Cauca, Atrato, Sinú, San Jorge, Meta, Arauca, Amazonas, Patía, Mira, Inírida, Orinoco, entre otros. Por lo anterior, el Instituto cuenta con la red de estaciones hidrológicas automáticas y convencionales con reporte de datos en tiempo real, y cuasireal cuyo intervalo de trasmisión de datos es cada 12 horas. Actualmente, se cuenta también con una herramienta de pronóstico denominada FEWS - Flood Early Warning System (Sistema de **Alertas** Tempranas inundación). de En el http://fews.ideam.gov.co/Proyecto%20FEWS-Colombia.pdf, se puede descargar la guía de usuario del FEWS, documento que contiene el protocolo de pronóstico de este software que es Gestor de Datos en Tiempo Real y Modelos Hidrometeorológicos. En esta plataforma se integró las redes hidrometeorológicas de tres entidades (IDEAM, CVC y CAR); además con el propósito de establecer los niveles de alerta se ha configurado los diferentes umbrales para las alertas Amarilla, Naranja y Roja de las estaciones que cuentan con esta información, para que el usuario pueda identificar los puntos donde se sobrepasa dicho umbral, ya sea por un evento ocurrido o pronosticado. Adicionalmente FEWS realiza tres tareas básicas: pre procesar (prepara la información para las siguientes tareas), actualizar (actualiza los modelos de pronóstico), pronostica (corre los modelos de pronostico hidrológico) y genera informes para publicación en formato HTML (Figura 26).

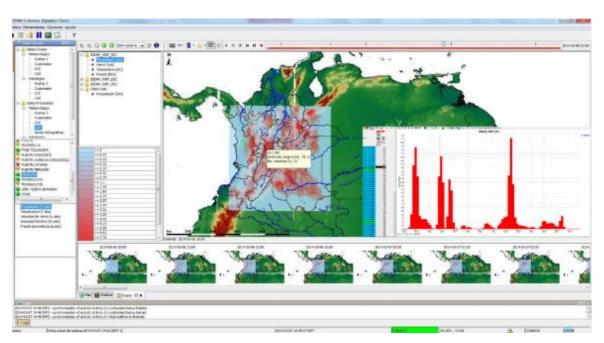


Figura 26. Vista de pronóstico de precipitación del modelo WRF generado por IDEAM en el sistema FEWS. Fuente: <a href="http://fews.ideam.gov.co/Proyecto%20FEWS-Colombia.pdf">http://fews.ideam.gov.co/Proyecto%20FEWS-Colombia.pdf</a>.

El IDEAM ha elaborado orientaciones técnicas y científicas para la emisión de pronósticos hidrológicos, destinado a los usuarios en el sector productivo nacional, sector de



prevención y atención de desastres y comunidad en general, es así que elaboró el Protocolo para la emisión de los pronósticos hídricos<sup>21</sup>.

#### **Estudios y Mapas**

El IDEAM ha zonificado el país desde el punto de vista hidrológico para fines, tales como estudios y análisis hidrológicos, por ejemplo: el Índice de Aridez, el Escurrimiento y el Rendimiento Hídrico. Esta zonificación, establece que el país está conformado por cinco Áreas hidrográficas (1-Caribe, 2- Magdalena - Cauca, 3- Orinoco, 4- Amazonas y 5-Pacífico) que a su vez están divididas en Zonas Hidrográficas y subdivididas en Subzonas Hidrográficas. Inicialmente el propósito de la zonificación fue de adoptar un sistema de codificación para estaciones Hidrometerológicas. En la actualidad el IDEAM está realizando ajustes en la zonificación hidrológica propuesta en sus inicios, teniendo en cuenta nuevas variables asociadas a la gestión del recurso hídrico.

La Resolución 0337 del 1978 del HIMAT, la cual contiene de manera detallada la descripción de las Áreas, Zonas y Subzonas, se puede descargar en el vínculo: <a href="http://www.ideam.gov.co/documents/14691/16498/Resolucion+337">http://www.ideam.gov.co/documents/14691/16498/Resolucion+337</a> 1978.pdf/f17e6dfa-794c-40ca-90d3-e1c9ec1edf42. Adicionalmente, existe otro documento relacionado: "Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia", el cual incluye varios mapas y se puede descargar en formato PDF<sup>22</sup>.

De acuerdo a lo anterior, para conocer los procesos naturales que determinan el ciclo del agua, su oferta y demanda, probabilidad de desbordamiento de los ríos, inundaciones, el IDEAM desarrolla actividades e <u>investigación</u>, constituyéndose en una fuente de información hidrológica. Algunas de estas actividades y estudios son:

- ✓ Actualización periódica del Estudio Nacional del Agua en sus componentes de oferta, demanda, calidad y riesgo hidrológico a nivel de subzona hidrológica.
- ✓ Elaboración de protocolos de monitoreo, verificación y validación de datos e información de niveles, caudales y sedimentos de los ríos de las principales cuencas hidrográficas (Magdalena, Cauca, Amazonas, Atrato, Meta, Arauca, Catatumbo, Patía y sus principales afluentes): "Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua".
- ✓ Desarrollo de estudios de Modelación hidrológica: "Modelación hidrológica con fines de evaluación de la disponibilidad del recurso Alta Montaña", disponible en en formato PDF en el enlace de la página Web: http://www.ideam.gov.co/documents/14691/15016/ModelacionAltaMontana.pdf/638e42ee-5598-4e8a-b5da-5e09a781a847).
- ✓ Coordinación del Sistema de Información de Recurso Hídrico (SIRH) en sus componentes de oferta, demanda, calidad y riesgo hidrológico. De acuerdo al

\_

<sup>&</sup>lt;sup>21</sup> Este libro se encuentra disponible en: http://www.ideam.gov.co/documents/14691/15016/ProtocoloEmision.pdf/7a801741-6942-435b-aed4-669e30ef0e16

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> Se encuentra en http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022655/022655.htm



Decreto 1323 de 2007 el Sistema de Información del Recurso Hídrico -SIRH- es el conjunto de elementos que integra y estandariza el acopio, registro, manejo y consulta de datos, bases de datos, estadísticas, sistemas, modelos, información documental y bibliográfica, reglamentos y protocolos que facilita la gestión integral del recurso hídrico. Con el fin de usar términos comunes y listas controladas para la caracterización de la información, el SIRH ofrece un diccionario de datos.

- ✓ Elaboración de Estudios de afectación y riesgo hidrológico: "Evaluación, análisis y seguimiento a las afectaciones por inundaciones asociadas al fenómeno La Niña 2010 2011". Este estudio se puede descargar en la dirección electrónica: http://www.ideam.gov.co/documents/14691/15016/AreasAfectadasInundacion-.pdf/ee1bc96b-a26c-485a-ae94-56973ab96c2e
- ✓ Evaluación de la amenaza por inundaciones: el IDEAM cuenta en la actualidad con mapas de amenaza por inundación a diferentes escalas desde nacionales (1:500.000 y 1:100.000) hasta escalas locales (1:5.000) para algunas aéreas piloto seleccionadas. Entre los mapas ha elaborado 10 mapas urbanos de Amenaza por Inundación, incluidos en el estudio "Zonificación de amenazas por inundaciones a escala 1:2.000 y 1:5.000 en áreas urbanas para diez municipios del territorio colombiano". el cual está disponible el enlace: en http://www.ideam.gov.co/documents/14691/15816/10+Mapas+Urbanos+de+Amenaza+de+I nundaci%C3%B3n/d943552d-2294-45d6-8145-ce72292caf4b. Los puntos de inundación que fueron objeto del anterior estudio comprende los municipios La Victoria (Valle del Cauca), Plato (Magdalena), Momil (Córdoba), La Virginia (Risaralda), Puerto Boyacá (Boyacá), Paipa (Boyacá), Fundación (Magdalena), Girón (Santander), Tuluá (Valle del Cauca) y Pitalito (Huila).
- Levantamiento de cotas cero y de inundación de los ríos: las cuotas cero se explica que para el análisis de sistemas hidrológicos continuos es esencial contar con series de niveles que se puedan expresar sobre un mismo nivel de referencia. En cuanto a las cotas de inundación o de desbordamiento, son los niveles de los ríos que se tienen de referencia para poder alertar a la población ante la probabilidad de que se presente una inundación y corresponden también con los niveles a partir de los cuales se comienza a presentar las primeras afectaciones en zona urbanas. Debido a que los ríos poseen una alta dinámica y sus orillas, profundidades y condiciones hidráulicas pueden cambiar rápidamente en el tiempo y en el espacio, estas cotas de inundación son de referencia y validas únicamente para los lugares donde se han levantado en campo. En este tema se han elaborado los siguientes documentos: "Cotas de desbordamiento estaciones" y "Cotas cero La Mojana"; ambos se encuentran disponibles http://www.ideam.gov.co/web/agua/cotas-cero.
- ✓ Levantamientos batimétricos en el conocimiento de la dinámica de los ríos: Una batimetría se refiere al levantamiento topográfico del relieve de superficies del terreno cubierto por el agua, sea este el fondo del mar o el fondo de los lechos de los ríos, ciénagas, humedales, lagos, embalses. Es decir, la cartografía de los fondos de los diferentes cuerpos de agua. Las aplicaciones de la batimetría son



muy amplias, por ejemplo, permite estimar los volúmenes almacenados en los cuerpos de agua. Particularmente, son insumo indispensable para aplicar en modelación hidráulica lo cual permite evaluar el tránsito de crecientes con fines de pronóstico hidrológico. En este tema el IDEAM ha desarrollado la "Metodología para realizar trabajos de hidrotopografía" y "La Batimetria Lago de Tota", los cuales se pueden acceder en: <a href="http://www.ideam.gov.co/web/agua/batimetrias">http://www.ideam.gov.co/web/agua/batimetrias</a>.

Con relación a la *información de mapas* en el tema hídrico, en el enlace:

http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/servicios-geograficos, se encuentra el VISOR GEOGRÁFICO y en la Opción "Capas" (Figura 27), se pueden desplegar y descargar mapas en los siguientes campos de información:

- Monitoreo, evaluación y modelamiento del recurso hídrico demanda hídrica.
- Oferta agua superficial y subterránea.
- Calidad del agua.
- Índices hídricos.
- Unidades de análisis y referencia: como "La Zonificación Hidrográfica de Colombia Año 2013".

En esta dirección electrónica del IDEAM, los mapas se generan normalmente en un formato de imagen como PNG, GIF o JPEG, y opcionalmente como gráficos vectoriales en formato SVG (Scalable Vector Graphics) o WebCGM (Web Computer Graphics Metafile).



Figura 27. Geovisor del IDEAM, en donde se observa el mapa de Zonificación Hidrográfica de Colombia (2013). Fuente: http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/servicios-geograficos

El Inventario de estudios y mapas en el tema de inundaciones elaborados por el IDEAM, se encuentran disponibles en la biblioteca y se listan en el Anexo J.



#### SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL PARA COLOMBIA - SIAC

El SIAC es el conjunto integrado de actores, políticas, procesos y tecnologías involucrados en la gestión de la información ambiental del país, para facilitar la generación de conocimiento, la toma de decisiones, la educación y la participación social para el desarrollo sostenible. El SIAC como sistema de información del Sistema Nacional Ambiental (SINA), es liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en coordinación con los institutos de investigación ambiental (IDEAM, SINCHI, HUMBOLDT, IIAP e INVEMAR), las autoridades ambientales regionales (Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible) y locales, la comunidad académica, los sectores y en general los diferentes proveedores y usuarios de la información ambiental. El grupo administrativo del SIAC está bajo la coordinación del IDEAM.

Uno de los avances del SIAC es el Geo-visor SIAC, con más de 150 capas de información oficial, de las instituciones del SIAC, con herramientas de análisis espacial. En este sistema de Información Geográfico del SIAC<sup>23</sup> (Figura 28), también se pueden consultar los mapas relacionados al tema de agua, mencionados en el capítulo anterior.



Figura 28. Visor geográfico del SIAC, IDEAM. Fuente: http://sig.anla.gov.co:8083/.

#### Inventario de eventos

Como se ha mencionado antes el IDEAM opera una red básica hidrometeorológica, con la que hace seguimiento de las condiciones meteorológicas e hidrológicas del país y realiza

-

<sup>&</sup>lt;sup>23</sup> El contenido de SIAC se presenta en el enlace: <a href="http://sig.anla.gov.co:8083/">http://sig.anla.gov.co:8083/</a>



investigación, monitoreo y pronóstico de amenazas de origen hidrometeorológico como las inundaciones. En este contexto, clasifica las inundaciones, en creciente súbita que se localizan en las cuencas de alta pendiente, las inundaciones lentas en la parte baja de las cuencas; e inclusive incluye los encharcamientos instantáneos que se presentan en las ciudades como Barranquilla.

Como insumo para adelantar investigaciones y el monitoreo de los diferentes tipo de inundaciones en el país, el Instituto consulta el inventario de eventos históricos que realiza la UNGRD. Tal es el caso que para desarrollar la investigación sobre "La Evaluación, análisis y seguimiento a las afectaciones por inundaciones asociadas al fenómeno La Niña 2010 – 2011", recopiló las inundaciones ocurridas durante el periodo 2010 – 2011. Como resultado de este estudio también desarrolló una metodología de estudios y evaluación del riesgo por inundaciones en el país.

# UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (UNGRD)

La UNGRD tiene como misión dirigir, orientar y coordinar la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia, fortaleciendo las capacidades de las entidades públicas, privadas, comunitarias y de la sociedad en general, con el propósito explícito de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible, a través del conocimiento del riesgo, su reducción y el manejo de los desastres asociados con fenómenos de origen natural, socionatural, tecnológico y humano no intencional.

#### Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres

La UNGRD en el marco de las políticas, estándares y tecnologías que definen la infraestructura colombiana de datos espaciales, pone en marcha, un Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres, el cual debe mantenerse actualizado y funcional mediante la integración de contenidos de todas las entidades nacionales y territoriales, con el propósito de fomentar la generación y el uso de la información sobre el riesgo de desastres y su reducción y la respuesta a emergencias en el territorio nacional y ofrecer el apoyo de información que demandan los gestores del riesgo en todos los niveles del gobierno. Asimismo, las autoridades departamentales, distritales y municipales crean sistemas de información para la gestión del riesgo de desastres en el ámbito de su jurisdicción en armonía con el sistema nacional (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre, 2012).

En la página Web de la UNGRD se encuentra disponible el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres – SIGPAD, que actualmente es objeto de cambios por lo que no se puede acceder. Además, se encuentra en proceso de elaboración un nuevo sistema El "SNIGRD".



#### Estudios y mapas

La Unidad a través de la Subdirección para el Conocimiento del Riesgo viene adelantando las siguientes acciones y actividades sobre el riesgo (http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Conocimiento-del-Riesgo.aspx):

- ✓ Investigación, formación y comunicación sobre conocimiento del riesgo:
  - Elaboración de guías para formación comunitaria en gestión del riesgo de desastres: Guía para formación comunitaria en gestión del riesgo de desastres y la Guía comunitaria para la gestión del riesgo de desastres<sup>24</sup>.
  - Elaboración de documento sobre orientaciones pedagógicas, conceptuales y metodológicas en materia de educación: Orientaciones para el desarrollo de procesos de educación para la gestión del riesgo.
  - Realización de pruebas piloto de implementación de las guías para formadores y para comunidades en 10 municipios de Colombia afectados por la segunda temporada invernal (Nuevo Colón, Regidor, Padilla, Villavicencio, Bahía Solano, Caucasia, Sabana de Torres, Puerto Salgar, la Virginia y Sucre).
  - Realización de procesos de formación en gestión del riesgo de desastres dirigidos a comunidades y formadores que hacen parte de proyectos DIPECHO y/o integrantes de los Consejos Departamentales y Municipales en Gestión del Riesgo de Desastres.
- ✓ Evaluación y análisis del riesgo
  - Riesgo Tecnológico
  - o Movimiento en Masa
  - Inundaciones
  - Actividad Sísmica
- ✓ Asistencia técnica y capacitación a entidades públicas:
  - o Guía metodológica para la elaboración de la estrategia de respuesta municipal.
- ✓ Coordinación de instancias interinstitucionales Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo.
- ✓ Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres: la UNGRD dando alcance a lo establecido en el artículo 33 de la Ley 1523 de 2012, inició durante el 2013 el proceso participativo de formulación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres PNGRD. El resultado de este trabajo está en el documento: Componente general del PNGRD, el cual constituye el marco estratégico de acción para el país en materia de gestión del riesgo a través de los procesos de Conocimiento del Riesgo, Reducción del Riesgo y Manejo de Desastres.
  - ✓ Otros documentos relacionados disponibles en el enlace (<a href="http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx">http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Reduccion-Riesgo-Desastres.aspx</a>) son:
    - o Mapa asistencia técnica en 40 municipios del país.

<sup>&</sup>lt;sup>24</sup> Disponibles en PDF, de la página Web de la Unidad, enlace: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Conocimiento-



- o Guía para la formulación de proyectos en intervención correctiva.
- Guía de integración de la gestión del riesgo y el ordenamiento territorial municipal.

#### Monitoreo y evaluación

La Subdirección de Manejo de Desastres como proceso estratégico de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres coordina y ejecuta las actividades, para responder ante los efectos adversos causados por las emergencias en la ejecución de la respuesta y la recuperación.

La operación de la Sala de Crisis, 24 horas los siete (7) días de la semana, permite el trabajo constante de monitoreo y verificación de la información sobre los eventos naturales y/o antrópicos que se presentan en el país y que son registrados por los Consejos Municipales y Departamentales de Gestión del Riesgo de Desastres. La información recibida es procesada para atender los eventos que presenten declaratoria de calamidad pública con recursos asignados a través del Fondo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Con este objetivo La Unidad en su página Web elabora:

- ✓ Reporte de Atención de Emergencias.
- ✓ Consolidado de atención de emergencias<sup>25</sup>.

#### Inventario de eventos

La UNGRD lleva a cabo un consolidado de atención de emergencias a nivel nacional, departamental, y municipal, mediante la utilización de un visor elaborado por Desinventar<sup>26</sup>. Esta iniciativa internacional data de los inicios del siglo XX consolidándose en 1994 para Latinoamérica y en 1998 para Colombia. La fuente de información de este inventario de eventos son los Consejos Municipales y Departamentales de Gestión del Riesgo de Desastres. Este inventario posee un periodo de registro desde el año 1998, es decir, aproximadamente una longitud de registro de 17 años (Anexo F).

De acuerdo a la clasificación de eventos que serán objeto de localización y evaluación del presente estudio, el consolidado de atención de emergencias comprende los 4 tipos: geológicos, hidrológicos (inundaciones), meteorológicos y fitosanitarios.

<sup>&</sup>lt;sup>25</sup> Disponible en: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Consolidado-Atencion-de-Emergencias.aspx

A partir de 1994 se empieza a construir un marco conceptual y metodológico común, por parte de grupos de investigadores, académicos y actores institucionales, agrupados en la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), que concibieron un sistema de adquisición, consulta y despliegue de información sobre desastres de pequeños, medianos y grandes impactos, con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones en nueve países de América Latina. Esta concepción, metodología y herramienta de software desarrolladas se denominan Sistema de Inventario de Desastres. DesInventar.



#### **CONCLUSIONES**

- o De acuerdo a un estudio del Banco Mundial Colombia y GFDRR, el 86% de la población en Colombia está expuesta a una amenaza sísmica alta y media, el 28% a un alto potencial de inundación y el 31% a una amenaza alta y media por movimientos en masa.
- Las amenazas de origen geológico, como los sismos y las erupciones volcánicas, pueden considerarse como invariantes en el tiempo mientras que la amenaza a inundaciones, deslizamientos en amplias zonas del país ha crecido, debido a la inadecuada intervención humana sobre el territorio y al consecuente deterioro ambiental.
- En cuanto a los fenómenos geológicos poco frecuentes pero de gran impacto, como los sismos fuertes y las erupciones volcánicas severas, por lo general ocasionan grandes pérdidas concentradas en un territorio y en un lapso de tiempo relativamente corto, por esto han sido denominados riesgos intensivos.
- o Los fenómenos de origen hidrometeorológico (inundaciones y deslizamientos) se caracterizan por generar impactos más localizados pero de alta frecuencia, lo cual de manera acumulativa en el tiempo significa pérdidas incluso mayores a las ocasionadas por los eventos de sismos y erupciones volcánicas.
- o En Colombia las inundaciones han ocasionado el 43% de las viviendas destruidas y el 10% de las pérdidas de vidas, en tanto los deslizamientos han causado el 10% de las casas destruidas y el 36% de las muertes durante el lapso de tiempo estudiado.
- La evaluación del riesgo en el sector agropecuario ha tomado importancia, es así que, hace algunos años el Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres, inició una importante tarea no solo en la coordinación de labores de prevención y mitigación, sino en la elaboración de inventarios de eventos geológico e hidrológicos como las inundaciones, deslizamientos, sismos, entre otros.
- De acuerdo a la evaluación de las experiencias nacionales e internacionales en el tema de seguros agropecuarios catastróficos y la definición de conceptos, se identificaron los tipos de eventos geológicos (sismos, erupciones volcánica y movimientos en masa) e hidrológicos (inundaciones).
- o En cuanto a las instituciones involucradas en la gestión de información geológica e hidrológica para el país, se identificaron las entidades vinculadas con el acopio, análisis y/o suministro de información relacionada con geología e hidrología para el país. Se destaca las instituciones del orden nacional que forman parte del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), como son: la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), entidades que generan productos de investigación y zonificación de amenazas, monitoreo, seguimiento y emisión de alertas tempranas.
- En Colombia, las entidades proveedoras de información geológica e hidrológica, llevan a cabo estudios de carácter regional, nacional y gran parte de esta información se



puede consultar en la página Web, del portal institucional y descargar en formato PDF, principalmente desde importantes Sistemas de Información.

- De acuerdo al SGC, un movimiento en masa incluye todos aquellos movimientos de ladera debajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad.
   Además, Un término común utilizado para los movimientos en masa es "deslizamiento".
- Desde el punto de vista seguros agropecuarios, según MAPFRE, un deslizamiento se define como un movimiento masal de suelo que cubra o remueva el cultivo asegurado total o parcialmente y que dé como resultado disminución del rendimiento o muerte de la planta.
- o En cuanto a los movimientos en masa, diversas entidades públicas y privadas recopilan datos y elaboran estudios, sin embargo, el SGC es la entidad rectora en esta materia. Asimismo, el IDEAM en el marco de sus funciones desarrolló un modelo para pronosticar las amenazas por movimientos en masa en tiempo real.
- o Gran parte de los estudios relacionados a las amenazas de origen geológico y demás información institucional disponible se pueden consultar en la página Web del SGC, en el Geoportal institucional y descargar en formato PDF en el SICAT (Sistema de información para el inventario, catalogación, valoración y administración de la información técnico-científica).
- O Desde el 2005 el SGC ha trabajo en la conceptualización y puesta en marcha del SIMMA, en donde se registra, almacena, administra, estandariza, procesa y visualiza información georreferenciada acerca de los MM. Este sistema permite al usuario registrar información, consultar el catálogo y el inventario de MM del país.
- El SGC elabora desde 1997 el Catálogo Nacional de MM. Tanto el catálogo como el inventario contiene un periodo de registro de eventos ocurridos desde el año 1975, es decir aproximadamente 40 años.
- El catálogo registra información general de los MM que ha sido originada de un lado por las entidades encargadas de la gestión del riesgo (Defensa Civil y Bomberos) y del otro por la prensa nacional y local.
- o En el SIMMA también se encuentra el inventario de MM, que son los registros a nivel técnico especializado, con información detallada, precisa y ajustada. Este inventario es alimentado por usuarios especializados como las Corporaciones Autónomas Regionales, Entidades Técnicas Expertas en el tema y el SGC.
- El SGC tiene una experiencia acumulada en evaluación de amenaza por movimientos en masa a diferentes escalas de más de 30 años y ha producido información geológica por casi un siglo.
- o Para las instituciones de investigación como el SGC, el análisis de la amenaza comprende tres fases principales: definir un modelo geológico-geotécnico, plantear escenarios de amenaza y zonificar la amenaza. Al final del proceso se tiene un mapa de zonificación de amenaza que permitirá la toma de decisiones en un primer nivel de conocimiento, para la elaboración de estudios de riesgo.
- El IDEAM en el marco de sus funciones presenta la información de la zonificación de la susceptibilidad general del terreno a los deslizamientos, la cual representa la base



para proceso de ordenamiento del territorio, para el pronóstico de la amenaza por deslizamientos.

- El IDEAM cuenta con El Servicio de Seguimiento y Pronóstico de la amenaza diaria por deslizamientos que tiene como objeto proveer información oportuna acerca de la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos asociados a lluvias.
- Para el IDEAM el término "deslizamientos" se utiliza de modo genérico e incluye a los movimientos en masa definidos como todo desplazamiento hacia abajo (vertical o inclinado en dirección del pie de una ladera) de un volumen de material litológico (roca, formación superficial o suelo) importante, en el cual el principal agente es la gravedad y que puede o no incluir el efecto del agua.
- Diariamente el IDEAM genera los mapas y el boletín de pronóstico de la amenaza por deslizamientos detonados por lluvias, que se encuentra en su página Web.
- O El IDEAM ha elaborado un registro de eventos históricos de movimientos en masa de 94 años, desde el año 1921 hasta hoy, a partir de información secundaria oficial, como insumo para alimentar el Boletín de Predicción Climática y Alertas, que se realiza mensualmente. Este inventario de eventos comprende los movimientos en masa de origen hidrometeorológico, el cual incluye todos MM, menos los flujos torrenciales.
- La UNGRD tiene como misión dirigir, orientar y coordinar la Gestión del Riesgo de Desastres en Colombia, a través del conocimiento del riesgo, su reducción y el manejo de los desastres asociados con fenómenos de origen natural, socionatural, tecnológico y humano no intencional.
- La UNGRD adelanta investigación, formación y comunicación sobre conocimiento del riesgo; evaluación y análisis del riesgo; asistencia técnica y capacitación a entidades públicas; coordinación de instancias interinstitucionales y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- La UNGRD coordina y ejecuta las actividades, para responder ante los efectos adversos causados por las emergencias en la ejecución de la respuesta y la recuperación. En este contexto, la operación de la Sala de Crisis, mantiene el monitoreo y verificación de la información sobre los eventos naturales y/o antrópicos que se presentan en el país. Con este objetivo La Unidad elabora el consolidado de atención de emergencias. Este inventario posee un periodo de registro desde el año 1998, e incluye 4 tipos de eventos: geológicos, hidrológicos, meteorológicos y fitosanitarios.
- Según el SGC, las erupciones volcánicas son un fenómeno normal de la dinámica terrestre que sólo afectan negativamente a la sociedad si éstas ocurren en regiones pobladas y/o cultivadas, como es la tendencia actual en especial en los países en vías de desarrollo.
- Como consecuencia de la reactivación y posterior erupción del volcán Nevado del Ruiz en 1985, el Gobierno Nacional delegó en el SGC la responsabilidad del seguimiento técnico de los volcanes activos en el país. El SGC realiza investigación y monitoreo de actividad volcánica.
- Los volcanes actualmente considerados como activos se encuentran a lo largo de la Cordillera Central y hacia el sur del país, distribuyéndose en tres segmentos: norte,



central y sur. Por lo anterior, el SGC posee tres observatorios vulcanológicos, en donde vigilan la actividad de grupos de volcanes, estos de norte a sur son: O.V. Manizales, O.V. Popayán y el O.V. Pasto.

- o En el país, el estudio sistemático de los volcanes se inicia durante la década de los 70's con actividades de carácter investigativo, académico, cartográfico y de interés geotérmico por parte de entidades gubernamentales como: ICEL, CHEC, Universidad Nacional de Colombia y el SGC.
- El SGC elabora mapas de amenaza volcánica, herramienta indispensable en la planificación y en prevención de los desastres ocasionados por las erupciones volcánicas que afectan las poblaciones y el ambiente.
- O El SGC registra datos de erupciones volcánicas a partir de la Red de Observatorios Vulcanológicos y Sismológicos (OVS). El periodo de registro de datos en cada observatorio vulcanológico es el siguiente: el O. V. Manizales posee un periodo de registro desde el año 1986; el O. V. Pasto desde el año 1988 y el O. V. Popayán desde el año 1996.
- Para la UNGRD, la actividad volcánica es natural y representa una amenaza debido a las emisiones de gases y materiales como rocas incandescentes y lavas.
- De acuerdo al SGC, un sismo se refiere a la propagación de ondas por la corteza terrestre producidas por la liberación súbita de energía acumulada por mucho tiempo debido a la interacción de las placas tectónicas.
- El SGC a través del Sistema de Información de Sismicidad Histórica de Colombia, realiza una recopilación de información sismológica, además permite examinar las descripciones, documentos bibliográficos, mapas, imágenes, histogramas, entre otros.
- El Sistema de Sismicidad Histórica del SGC, además de permitir consultar información sismológica histórica, también permite conocer al Red Sismológica Nacional y revisar el catálogo sismológico del país.
- El catálogo sismológico del SGC permite obtener los sismos registrados por la Red Sismológica Nacional de Colombia desde el 1 de junio de 1993, es decir, una longitud de 22 años.
- La Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) del SGC, está encargada de dar una alerta temprana a la ocurrencia de un evento sísmico en el territorio nacional, además lidera las investigaciones sismológicas en el país. Actualmente la red cuenta con 50 estaciones sismológicas.
- El SGC ha avanzado en el conocimiento de la amenaza sísmica, desarrollando diversos estudios y mapas en esta materia. Este avance en el conocimiento ha girado en torno a la elaboración del mapa nacional de amenaza sísmica.
- Para la UNGRD, los sismos son rupturas de las rocas en el interior de la tierra que generan movimientos súbitos durante tiempos relativamente cortos.
- Según el IDEAM, las inundaciones son fenómenos hidrológicos recurrentes potencialmente destructivos, que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente. Se producen por lluvias persistentes y generalizadas.
- El IDEAM identifica dos tipos de inundaciones: inundaciones lentas y crecientes súbitas.



- Las inundaciones lentas son las que ocurren en las zonas planas de los ríos y valles aluviales extensos, reporta afectaciones de grandes extensiones, pero usualmente pocas pérdidas de vidas humanas.
- o En la creciente súbita, las áreas de afectación son menores, el poder destructivo es potencialmente mayor y cobra el mayor número de vidas cuando se presenta, responden rápidamente a la ocurrencia de fuertes precipitaciones en las partes altas de las cuencas.
- O Desde el punto de vista de los seguros agropecuarios, según MAPFRE, una inundación es una lámina de agua permanente en el cultivo debido a la precipitación pluvial o al desbordamiento de agua proveniente de la rotura de canales, drenes, ríos, presas o lagos, sucedido al interior del cultivo asegurado durante más de 72 horas, que se presente durante los estados fenológicos de mayor susceptibilidad de cada cultivo.
- El IDEAM tiene como función el de obtener, almacenar, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información básica sobre hidrología; asimismo establecer y poner en funcionamiento las infraestructuras hidrológicas nacionales.
- La Red de estaciones hidrológicas del IDEAM comprende 834 estaciones convencionales, de ellas 100 estaciones generan información en tiempo cuasireal y cerca de 100 son automáticas, generando información en tiempo real.
- El IDEAM está encargado del pronóstico y monitoreo hidrológico, cuyo objetivo es informar y alertar con suficiente tiempo de antelación sobre el comportamiento de los principales cuerpos de agua del país y la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos.
- O Para conocer los procesos naturales que determinan el ciclo del agua, su oferta y demanda, probabilidad de desbordamiento de los ríos, inundaciones, el IDEAM desarrolla actividades e investigación, constituyéndose en una fuente de información hidrológica nacional.
- El Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC), que administrativamente está coordinado por el IDEAM, presenta como avance el Geo-visor SIAC, con más de 150 capas de información oficial, de las instituciones del SIAC (IDEAM, SINCHI, HUMBOLDT, IIAP e INVEMAR), con herramientas de análisis espacial. En este sistema se pueden consultar los mapas relacionados al tema de agua.
- Para la UNGRD, las inundaciones se conocen como los niveles de agua por encima de lo normal debido al desbordamiento de ríos por lluvias torrenciales o subida de mareas por encima de lo habitual. Las inundaciones pueden ser súbitas o lentas y en zonas montañosas se pueden presentar crecientes torrenciales.

ECO RIESGO SOLUCIONES SAS BIBLIOGRAFÍA

ALCOCER, A. 1.997: Diccionario estadístico España. Madrid España.

Banco Mundial Colombia y Global Facility for Disaster Reduction and Recovery – GFDRR, 2012: Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia. Un aporte para la construcción de políticas públicas.

Corporación OSSO y Universidad EAFIT, 2011: Base de datos de pérdidas históricas en Colombia (período 1970-2011). Disponiben: <a href="http://online.desinventar.org">http://online.desinventar.org</a>.

Cardona, O. D., 2007: Taller de Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático, Lima 12-13.

Cuadros Q, O., y Sisa C, R, 2003: Relaciones Iluvia – deslizamientos en la ciudad de Manizales y zonas aledañas- Tesis de Ingeniería Civil - Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería- Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola. Bogotá.

Echeverri. O., Valencia. Y., 2004: Análisis de los deslizamientos en la Cuenca de La Quebrada La Iguaná de la ciudad de Medellín a partir de la interacción lluvia-pendiente-formación geológica.

EIRD, 2011: Global Assessment Report on Disaster 2011. Revealing Risk, Redefining Development. Disponible en: <a href="http://www.preventionweb.net/english/">http://www.preventionweb.net/english/</a> hyogo/gar/2011/en/home/index.html.

FASECOLDA, 2012: Guía del Seguro Agropecuario. Viva Seguro, Programa de Educación Financiera. Una publicación de la Dirección de Responsabilidad y el Comité de Seguro Agrícola de Fasecolda. Derechos reservados de autor. Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización de los editores).

GSI, 2012: Glosarios de seguros. Agencia de Seguros Costa Rica, en http://gsi-seguros.com/informacion/26-glosario-de-seguros.html

IDEAM, 2004: Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia.

MAPFRE: Condicionado General de Seguro para cultivos. Condicionado general versión 2015-2016, Código Condicionado: 16/03/2015-1326-P-22-0000VTE503/MAR 15 Código Nota Técnica: 01/01/2013-1326-NT-P-023-140101).



Martínez, N, et al, 2010: Relación de los deslizamientos y la dinámica climática en Colombia. Disponible en http://www-ideam.gov.co

MADR, 2013: Memorias al Congreso de la República 2012 – 2013.

Sánchez, L. R., Márquez, R., Urrego, L, L.F., Vargas, C, G., 2002: Modelo para el pronóstico de la amenaza por deslizamientos en tiempo real Simposio Latinoamericano de Control de Erosión 2.002

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO – SGC, 2015: GUÍA METODOLÓGICA PARA ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA. Bogotá – Colombia.

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO – SGC, 2015: PORTAFOLIO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS. http://www2.sgc.gov.co/Geologia/Portafolio-de-Servicios.aspx

SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, 2012: Normatividad del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

UNISDR - Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas: Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres Ginebra, Suiza, mayo del 2009: <a href="https://www.unisdr.org/publications">www.unisdr.org/publications</a> o en Prevention Web, en: <a href="https://www.preventionweb.net">www.preventionweb.net</a>

Yamin, L. E.; Ghesquiere, F; Cardona, O. M. y Ordaz, M. G, 2013: Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre El caso de Bogotá, Colombia.