



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia

MEMORIAS DE ENCUENTROS ACADÉMICOS EN GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN INVESTIGACIÓN 2019



UNGRD

Unidad Nacional para la Gestión
del Riesgo de Desastres

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

Memorias de encuentros académicos en gestión del riesgo de desastres

Intercambio de experiencias
en investigación 2019



© 2020 Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
Todos los derechos reservados acorde a licencia Creative Commons
(CC BY-NC-SA 4.0)

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
Calle 26 # 92 - 32, Edificio Gold 4 - Piso 2
Bogotá, Septiembre de 2020

ISSN: 2744-9580 (En línea)

Número 1 de 2020

Publicación anual

www.gestiondelriesgo.gov.co

Está prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación con fines comerciales. Para utilizar información contenida en ella se requiere citar la fuente.

Organizadores

Equipo coordinador de los eventos académicos de la Subdirección para el Conocimiento del Riesgo, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - 2019

Diana Patricia Mendoza González, Subdirección para el Conocimiento del Riesgo

Doralba Restrepo Mejía, Subdirección para el Conocimiento del Riesgo

Joana Pérez, Subdirección para el Conocimiento del Riesgo

Luisa Fernanda Cadena Amado, Subdirección para el Conocimiento del Riesgo

María Teresa Martínez, Subdirección para el Conocimiento del Riesgo

Mauricio Romero Torres, Subdirección para el Conocimiento del Riesgo

Nubia Ramírez Criollo, Subdirección para el Conocimiento del Riesgo

Eduardo José González Angulo

Director General de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

Gerardo Jaramillo Montenegro

Subdirector General de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

Lina Dorado Gonzalez

Subdirectora para el Conocimiento del Riesgo y coordinadora general de los eventos académicos de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

Comisión Nacional Asesora Nacional de Investigación en Gestión del Riesgo de Desastres (CNAIGRD)

Lina Dorado Gonzalez, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

Argiro Ramírez, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias)

Omar Joaquín Agudelo, Centro de Estudios para la Prevención de Desastres (CEPREVE)

Marta Calvache, Carolina Hernández y Patricia Pedraza, Servicio Geológico Colombiano (SGC)

Fabio Andrés Bernal y Luis Alfonso López, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

Leonor Aydé Rodríguez, Alexander Ariza y Carlos Andrés Franco, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

Wilson Ramírez y Dorotea Cardona, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH)

Capitán de Corbeta Cesar Grisales, Dirección General Marítima (Dimar)

Alexander Figueroa M, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) **Carolina Queruz y César**

Cortez, Ministerio de Educación Nacional (MEN)

Juan Pablo Londoño, representante universidades privadas

Lina Ospina Ostios, representante universidades públicas

Carlos García y Álvaro E Rodríguez, Red de Universitarios de América Latina y el Caribe para la Gestión y la Reducción de Riesgos de Emergencias y Desastres (REDULAC/CAPCOLOMBIA)

Cristian Jaimes, Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER), Miembro invitado.

Tabla de Contenido

Introducción	7
Variabilidad Climática: el fenómeno El Niño	8
Efecto del fenómeno El Niño y la transmisión de malaria en Colombia	10
Respuesta de los patrones sinópticos y de precipitación visto a través del reanálisis CFSR y CHIRPS respectivamente, bajo las tres fases del ENOS.....	11
Zonificación agroclimática como herramienta para la adaptación a eventos climáticos extremos asociados a ENOS.....	12
Conectividad Ecológica de corales en el Pacífico Oriental Tropical dentro del contexto del fenómeno El Niño.....	12
Guía para el procesamiento de series de tiempo de precipitación y temperatura: estimación de datos faltantes, detección de cambios y homogenización	13
Herramientas y operaciones enfocadas al diagnóstico y seguimiento del Fenómeno del Niño	14
Progreso en el conocimiento sobre el efecto climático del fenómeno El Niño en Colombia.....	15
Ecología de un humedal alto andino, modelación dinámica de interacciones físicas y bióticas. 16	
Paleo-ENSO durante el último periodo glacial en la Cordillera Central colombiana	17
Efectos del ENOS en el transporte de humedad atmosférica hacia Colombia y la precipitación en Colombia	18
Tsunami	20
Monitoreo sismológico, estudios de la fuente sísmica, escenarios de sismo y modelamiento de tsunami en Colombia	21
Recientes avances en la evaluación de la amenaza por tsunami en Colombia	22
Avances en la evaluación de la vulnerabilidad física de la costa pacífica colombiana ante eventos de tsunami.....	22
Evidencias de deslizamientos submarinos en el Caribe colombiano y su potencial como generadores de tsunami evaluados por la Dimar.....	23
Mitigación de la peligrosidad ante tsunami: caso de estudio Tumaco	24
Geodesia espacial GNSS y los sistemas de alerta temprana por tsunami.....	24
Operación del Centro Nacional de Alerta por Tsunami	25
Diseño de estructuras para tsunami de acuerdo al ASCE7-16	26
Erosión Costera	27
Introducción y avances ambientales en la erosión costera	29
El poder sanador de la participación	29
Aportes técnicos de la Dirección General Marítima para la búsqueda de soluciones tendientes a mitigar la problemática de erosión costera en el litoral Caribe colombiano	30
Importancia de las ondas infragravitatorias en la morfodinámica costera.....	30
Amenaza y vulnerabilidad por erosión costera, zonas críticas, como aporte a la gestión del riesgo.....	30
¿Por qué la variación del nivel del mar es fundamental en la evaluación de la erosión costera? Análisis del efecto de la marea, variaciones estacionales, niveles extremos y tendencia de largo plazo en el mar Caribe.....	31
El rol de los arrecifes coralinos en la protección natural costera	32

Ciclones tropicales.....	34
Propuesta metodológica para elaborar el mapa de amenaza por huracanes en Colombia, evaluando algunos indicadores.....	36
Vulnerabilidad de la costa continental e insular del Caribe colombiano frente a la amenaza de huracanes	38
Evaluación probabilista de la amenaza y el riesgo por ciclones tropicales en el Caribe colombiano: El caso de San Andrés y Providencia.....	38
Monitoreo en temporada de ciclones tropicales	39
Sistema de Gestión Amenazas de Origen Marino	40
Requisitos de diseño para resistencia de fuerzas de viento en edificaciones.....	41
Función de los manglares como amortiguadores de inundación por alto oleaje.....	42
Protocolo Nacional de Respuesta ante huracanes y otros ciclones tropicales en Colombia.....	42
Experiencia de gestión de riesgo territorial: Sistema de Alerta Temprana departamento de La Guajira	42
Movimientos en masa	45
Importancia del conocimiento geocientífico en la evaluación de amenaza y riesgo por movimientos en masa. Experiencias del SGC.....	47
Los movimientos en masa: retos y oportunidades para el desarrollo sostenible de la infraestructura de transporte	48
Historia de desastres de origen natural en el departamento de Boyacá	51
Estrategias para la instrumentación, monitoreo y análisis de deslizamientos activos en el Valle de Aburrá.....	54
Procesos de inestabilidad en el departamento de Boyacá, caso aplicado municipio de San Eduardo.....	56
Los deslizamientos en las carreteras colombianas: tipos, efectos y costos	58
Remociones en masa en el departamento de Boyacá.....	59
Riesgos por movimientos en masa en el municipio de Paz de Río.....	60
Metodología para la zonificación de la susceptibilidad al desarrollo de movimientos en masa para el municipio de	60
Miraflores, Boyacá, mediante la aplicación de la metodología del SGC y la técnica Shaltab -Tobia.....	60
Uso de SIG y tecnologías geoespaciales en el estudio de movimientos en masa	65
Pronóstico de la amenaza por deslizamientos asociadas a lluvias en zonas inestables	66
Sistema de Alerta de Bogotá.....	68
Índice de autores.....	70

Introducción

Colombia por su posición geográfica y sus características ambientales está expuesta a amenazas de origen natural y socionatural, como: sismos, tsunamis, actividad volcánica, movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales, vendavales, sequía, ciclones tropicales, erosión costera, entre otros.

En este contexto de eventos naturales peligrosos, el conocimiento del riesgo es fundamental para la toma de decisiones informadas y sostenibles en la reducción del riesgo y el manejo de los desastres. De ahí, la importancia de la comprensión de los elementos que configuran el riesgo de desastres: la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad, además de plantear retos para la reducción del riesgo, donde es necesaria la participación de los actores en ciencia, tecnología e innovación para la promoción de la investigación en gestión del riesgo de desastres en el territorio nacional.

6 En respuesta a la implementación del marco de Sendai 2015 - 2030 en su primera prioridad de acción “comprender el riesgo de desastres para lograr reforzar la capacidad técnica y científica para aprovechar y consolidar los conocimientos existentes”, la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) creó mediante la Resolución 794 de 29 de julio de 2014 la Comisión Nacional Asesora de Investigación en Gestión de Riesgos de Desastres (CNAIGRD), con el objetivo de orientar la construcción de lineamientos y promover procesos investigativos en la materia.

El intercambio de experiencias de investigación en gestión del riesgo de desastres surge como un mecanismo de promoción de la investigación, permitiendo identificar avances en el conocimiento del riesgo que adelantan la academia, gremios, entidades públicas y privadas, donde se promueven la articulación de información, la generación y transferencia de conocimiento con las entidades nacionales, territoriales y académicas, lo cual aumentará la apropiación del conocimiento del riesgo en diferentes instancias.

Esta publicación recopila los resúmenes de las ponencias presentadas en los intercambios de experiencias de investigación del año 2019 en los fenómenos amenazantes: variabilidad climática, tsunamis, erosión costera, ciclones tropicales y movimientos en masa. Donde participaron actores de la academia, sociedad civil, entidades públicas y privadas, como: investigadores, profesionales independientes, estudiantes, y expertos en las temáticas.

La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres continuará impulsando la promoción de la investigación en gestión del riesgo de desastres y su fortalecimiento en el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres, así como, la articulación con los sistemas de Ciencia, Tecnología e Innovación y Competitividad.

Lina Dorado Gonzalez
Subdirectora para el Conocimiento del Riesgo
Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

VARIABILIDAD CLIMÁTICA: EL FENÓMENO EL NIÑO

Objetivo:

Socializar las investigaciones sobre el fenómeno El Niño, realizadas por universidades y entidades del orden nacional, con el fin de identificar nuevas líneas de investigación relevantes sobre esta temática.

14 de febrero de 2019

Biblioteca Virgilio Barco, Bogotá



INTERCAMBIO
DE EXPERIENCIAS
DE INVESTIGACIÓN
FENÓMENO
DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA EL NIÑO



Agenda 14 de febrero de 2019

Hora	Actividad
7:30 - 8:00 a.m.	Registro de ponentes y asistentes
8:00 - 8:10 a.m.	Saludo de bienvenida Lina Dorado González, M.Sc., <i>subdirectora para el Conocimiento del Riesgo, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD).</i>
8:10 - 8:35 a.m.	Efecto del fenómeno El Niño y la transmisión de malaria en Colombia Martha Lucía Quiñones Pinzón, Ph.D., <i>Universidad Nacional de Colombia</i>
8:35 - 8:40 a.m.	Preguntas
8:40 - 9:05 a.m.	Respuesta de los patrones sinópticos y de precipitación visto a través del reanálisis CFSR y CHIRPS respectivamente, bajo las tres fases del ENOS José Franklyn Ruiz, M.Sc., <i>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).</i>
9:05 - 9:10 a.m.	Preguntas
9:10 - 9:35 a.m.	Zonificación agroclimática como herramienta para la adaptación a eventos climáticos extremos asociados a ENOS Fabio Ernesto Martínez Maldonado, M.Sc., <i>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</i>
9:35 - 9:40 a.m.	Preguntas
9:40 - 10:05 a.m.	Conectividad ecológica de corales en el Pacífico Oriental Tropical dentro del contexto del fenómeno El Niño Mauricio Romero Torres, Ph.D., <i>Centro de Excelencia en Ciencias del Mar (CEMarin)</i>
10:05 - 10:10 a.m.	Preguntas
10:10 - 10:30 a.m.	Receso (Libre)
10:30 - 10:55 a.m.	Guía para el procesamiento de series de tiempo de precipitación y temperatura: estimación de datos faltantes, detección de cambios y homogenización Néstor Ricardo Bernal Suárez, Ph.D., <i>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</i>
10:55 - 11:10 a.m.	Preguntas
11:00 - 11:25 a.m.	Herramientas y operaciones enfocadas al diagnóstico y seguimiento del Fenómeno El Niño Capitán de Corbeta Diego Fernando Salguero Londoño, <i>subdirector del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP)</i>
11:25 - 11:30 a.m.	Preguntas
11:30 - 11:55 a.m.	Progreso en el conocimiento sobre el efecto climático del fenómeno El Niño en Colombia José Daniel Pabón Caicedo, Ph.D., <i>Universidad Nacional de Colombia</i>
11:55 a.m. - 12:00 m.	Preguntas
12:00 - 12:25 m.	Ecología de un humedal alto andino, modelación dinámica de interacciones físicas y bióticas Julio Eduardo Beltrán Vargas, Ph.D., <i>Universidad Distrital Francisco José de Caldas</i>
12:25 - 12:30 m.	Preguntas
12:30 m. - 2:00 p.m.	Almuerzo (Libre)
2:00 - 2:25 p.m.	Paleo-ENSO durante el último periodo glacial en la Cordillera Central colombiana Catalina González, Ph.D., <i>Universidad de los Andes</i>
2:25 - 2:30 p.m.	Preguntas
2:30 - 2:55 p.m.	Efectos del ENOS en el transporte de humedad atmosférica hacia Colombia y la precipitación en Colombia Paola Andrea Arias Gómez, Ph.D., <i>jefe de la Escuela Ambiental, Universidad de Antioquia</i>
2:55 - 3:00 p.m.	Preguntas
3:00 - 4:00 p.m.	Mesas de trabajo
4:00 p.m.	Cierre del evento

Ponencia EN - 1

Efecto del fenómeno El Niño y la transmisión de malaria en Colombia

Martha Lucía Quiñones Pinzón

Profesor titular, Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia

Resumen

El clima es de los factores más importantes que afectan la incidencia de enfermedades transmitidas por insectos vectores. Durante la fase cálida de El Niño - Oscilación del Sur, se incrementa la temperatura ambiental y se disminuye la precipitación en gran parte del territorio colombiano, y este fenómeno se asocia con incrementos en los casos de malaria, principalmente en la región del Pacífico colombiano. En las décadas de 1940 y 1950 se mencionaba que la malaria cumplía ciclos 'para-quinquennales' en los que se sucedían brotes. El reconocimiento del fenómeno de El Niño como la causa de estos incrementos en casos de malaria cada 5 a 7 años, impulsó el interés de buscar una explicación para esta asociación y abrió la posibilidad de utilizar los instrumentos y metodologías de predicción climática para generar sistemas de alerta temprana de epidemias de malaria asociadas al ENOS y de esta forma permitir la preparación de los servicios de salud para afrontar adecuadamente estas epidemias. Las variaciones climáticas afectan de forma directa la dinámica de transmisión de enfermedades transmitidas por insectos, principalmente por el efecto de variables como la temperatura, las lluvias, la humedad del ambiente, etc., sobre las dinámicas poblacionales de los insectos vectores. Se demostró que la temperatura es la variable climática de mayor importancia para explicar las epidemias de malaria en años de El Niño, por su efecto sobre los ciclos de desarrollo tanto de los vectores como de los parásitos cuando están dentro de los insectos. Las asociaciones encontradas entre la temperatura y los ciclos gonotrófico y esporogónico no son lineales, con un óptimo a 27°C. Las variables asociadas a cambios por temperatura alimentan los modelos de sistemas de alerta temprana, herramientas útiles para ser integradas al sistema nacional de vigilancia, prevención y control de malaria en el país.

Ponencia EN - 2

Respuesta de los patrones sinópticos y de precipitación visto a través del reanálisis CFSR y CHIRPS respectivamente, bajo las tres fases del ENOS

Eliécer Díaz Almanza, José Franklyn Ruiz Murcia & Jemmy Yanelly Melo Franco

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

Resumen

Si bien es cierto que el patrón de circulación del ENOS (El Niño, La Niña y Oscilación del Sur) está asociado en la gran escala con la circulación de Walker que sucede alrededor de la zona intertropical del planeta y, particularmente con su comportamiento sobre el océano Pacífico Tropical, es poco entendido en Colombia, como los sistemas sinópticos que explican las condiciones predominantes del clima, cambian de posición e intensidad, mes a mes, bajo las tres fases de dicho fenómeno (El Niño, La Niña y Neutral). Para entender esto y como primera aproximación, se estableció un clima de referencia para la serie 1981 - 2010 a nivel mensual de precipitación, vientos zonales y meridionales con datos de Reanálisis CFSR (Climate Forecast System Reanalysis), los cuales, para el análisis, se dividieron en tres grupos dependiendo de la fase del ENOS monitoreado por el índice ONI (Oceanic Niño Index). En particular, se logró comprobar que dichos datos resolvieron de manera coherente el modelo conceptual del ENOS visto desde la circulación de Walker para el campo del viento en niveles bajos (850 hPa) y altos (200 hPa), así como en la ubicación de los núcleos precipitables relacionados con la posición de sus celdas convectivas de escala global. Sin embargo, para revisar la circulación de escala sinóptica en cada una de las fases del ENOS, se analizó la circulación general del viento a nivel mensual en los niveles de 1000, 850, 700, 500 y 200 hPa y se identificaron cambios de intensidad y ubicación de sistemas como la Zona de Convergencia Intertropical, la corriente en chorro de niveles bajos, el anticiclón del Atlántico, entre otros. En respuesta a los patrones de circulación presentados, el CFSR mostró en general que, bajo El Niño, la precipitación presenta déficits en gran parte del país y excesos de la misma bajo La Niña. No obstante, para la fase Neutral, el CFSR resolvió déficits de precipitación con respecto al clima de referencia sobre la región Caribe en los meses de enero a marzo y de agosto a octubre, sobre los Llanos Orientales particularmente en enero y en la región Andina en

enero, y de mayo a agosto. Por el contrario, se registraron excesos de precipitación en los Llanos Orientales para el mes de febrero y para el mes de diciembre sobre la región Caribe y centrosur de la región Andina.

Ponencia EN - 3

Zonificación agroclimática como herramienta para la adaptación a eventos climáticos extremos asociados a ENOS

Fabio Ernesto Martínez Maldonado

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)

Ponencia EN - 4

Conectividad Ecológica de corales en el Pacífico Oriental Tropical dentro del contexto del fenómeno El Niño

Mauricio Romero Torres^{1,2}, Alberto Acosta², Eric A. Trem^{3,4} & David A. Paz-García^{5,6}

¹Gestor científico de proyectos, Centro de Excelencia en Ciencias del Mar (CEMarin), Colombia. ²Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS), Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Carrera 7 No. 40 - 62, Bogotá, Colombia

³Deakin University, School of Life and Environmental Sciences, Waurn Ponds, VIC, 3216, Australia. ⁴School of BioSciences, University of Melbourne, Parkville, Victoria, 3010, Australia. ⁵Marine Speciation and Molecular Evolution Laboratory. Department of Biological Sciences, Louisiana State University, Baton Rouge, LA, 70803, USA. ⁶Laboratorio de Necton y Ecología de Arrecifes, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Calle IPN 195, Col. Playa Palo de Santa Rita Sur, 23096, La Paz, B.C.S., México

Resumen

Los arrecifes de coral en el Pacífico Oriental Tropical (POT) existen en condiciones ambientales adversas. Desde El Niño (ENOS) extremo de 1982 - 1983, que causó un devastador efecto sobre este ecosistema, existen hipótesis para comprender su recuperación y resiliencia. Se predice que la dispersión a larga distancia y sus estra-

teguas de vida influyen positivamente sobre la dinámica de las poblaciones de corales del POT, pero comprender la escala espacial y la fuerza en que las poblaciones se conectan por la dispersión ha sido elusivo. Aquí, cuantificamos la conectividad de las poblaciones de corales del POT para identificar las principales rutas de conectividad clave y su valor de conservación dentro del POT. Empleamos un modelo biofísico de dispersión larval e información de fenología reproductiva para simular características de desove de corales específicas de la región para cuatro especies de corales. Encontramos que los ensamblajes de coral del POT tenían un potencial de conectividad débil o poco frecuente. Debido a la circulación oceánica, el número de conexiones hacia Pacífico Central Tropical (PCT) es mayor y más fuerte que las conexiones hacia el POT. Durante El Niño de 1997 - 1998 se abrió una pequeña ventana de dispersión transpacífica desde el PCT hacia el POT. En el POT existieron bucles de conectividad entre Nicoya, las Islas Cocos, las ecorregiones de Panamá Bight y las Islas Galápagos. Una serie temporal de 40 años de datos de cobertura de coral vivo sugieren que el impacto de El Niño extremo genera ciclos de muerte-recuperación en el POT, pero la baja conectividad indicaría que la recuperación ocurriría principalmente por individuos y clones producidos localmente. Se espera a futuro un incremento de ENOS extremos por efecto del cambio climático y se hipotetiza que las actuales poblaciones de corales podrían estar ya adaptadas a incrementos de la temperatura del océano. Conservar los arrecifes del POT es urgente para mantener su viabilidad futura.

Ponencia EN - 5

Guía para el procesamiento de series de tiempo de precipitación y temperatura: estimación de datos faltantes, detección de cambios y homogenización

Lorena Lombana G.¹, Néstor R. Bernal S.² & Juan S. Barrios M.³

¹Ingeniera ambiental de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Email: lorenalg16@hotmail.com

²Docente de Estadística en Ingeniería Ambiental y de la Maestría en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental en la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Email: nrbernals@udistrital.edu.co

³Ingeniero ambiental de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, estudiante de Maestría en Ciencias - Meteorología en la Universidad Nacional de Colombia. Email: juansbarriosm@gmail.com

Resumen

La guía tiene como objetivo presentar un conjunto de etapas para realizar el proceso de homogenización de series de tiempos mensuales de precipitación y temperatura. El contenido incluye: **i)** introducción y descripción de las metodologías, **ii)** la organización de los datos, empleando la hoja de cálculo de Excel y el software SPSS, **iii)** La estimación de datos faltantes con la metodología de Gómez y Marawall, 1994 y tiene en cuenta experiencias previas del uso de modelos ARIMA (Martínez et al. (1996), Nieto y Ruiz (2002)), y empleando el software TSW, **iv)** en la detección de puntos de cambios en los valores promedio de las series para cada mes. Se emplea la prueba de Worsley, que permite realizar pruebas sucesivas para detectar el punto de cambio en el cual se identifica la diferencia significativa entre el valor promedio de la serie de las primeras k y las últimas n-k observaciones. Se utiliza el software Anclim desarrollado por Štěpánek (2008), **v)** identificación de estaciones meteorológicas vecinas, proceso que tiene en cuenta cuatro criterios y **vi)** proceso de homogenización empleando la metodología de curva de dobles masas (Barrero y Sabogal (s. f.); Montealegre (1990), que permite contrastar los valores acumulados de la serie de tiempo para la estación meteorológica de análisis versus los valores acumulados de la serie de tiempo de la estación vecina. La guía ilustra unos ejemplos para series de tiempo localizadas en la región climatológica del Bajo Magdalena en Colombia.

14

Bibliografía

Lombana González, Lorena., Bernal Suárez, Néstor Ricardo, & Barrios Moreno, Juan Sebastián (2018). Guía para el procesamiento de series de tiempo de precipitación y temperatura: estimación de datos faltantes, detección de cambios y homogenización. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.

Ponencia EN - 6

Herramientas y operaciones enfocadas al diagnóstico y seguimiento del Fenómeno del Niño

Diego Fernando Salguero Londoño

Capitán de Corbeta, subdirector del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP), Dirección General Marítima (Dimar).

Ponencia EN - 7

Progreso en el conocimiento sobre el efecto climático del fenómeno El Niño en Colombia

José Daniel Pabón Caicedo

Departamento de Geografía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Resumen

Se resume el avance en la comprensión de la dinámica oceánico-atmosférica asociada a los fenómenos El Niño (FEN) y La Niña (FLN), destacando logros en el entendimiento de los procesos y en su modelamiento, y señalando que aún hay temas pendientes por resolver para poder mejorar su predicción. Se han identificado diferentes situaciones en el Pacífico Tropical (PT) que se consideran FLN o FEN, entre ellas la 'canónica' y la 'modoki'; no obstante, no todas quedan incluidas al centra el seguimiento de los procesos en el sector Niño - 3.4. Se plantea: 1. Incorporar otros sectores del PT para el seguimiento de estos fenómenos y el fortalecer el sistema de observación en el PT tropical oriental; 2. Profundizar en el análisis de la diversidad de los fenómenos, en cuanto a su configuración espacial; 3. Profundizar el conocimiento de la dinámica asociada a ENOS, especialmente la relacionada con el papel del modo intraestacional en la génesis del fenómeno de El Niño y del modo interdecadal en características como la configuración espacial, la frecuencia y la intensidad de los dos fenómenos. En el conocimiento del efecto climático de FEN y FLN en Colombia, hay mejoras como el establecimiento de la diferencia de este efecto tanto en diferentes épocas del año como bajo los tipos 'canónico' y 'modoki'. El FEN 'canónico' genera déficit de precipitación en las regiones interandina, Pacífico norte, Caribe, Orinoquía y Amazonía, y excesos de precipitación en los piedemontes llanero y amazónico, y en el sur de la región del Pacífico norte. El FEN 'modoki' está asociado a precipitación por encima de lo normal en gran parte del sector centro y suroccidente del país, y por debajo de lo normal en el norte y nororiente (Caribe y Orinoquía). También se ha establecido la diferencia en el patrón de respuesta a los dos tipos de FLN. Se resaltó el avance hacia la clarificación del papel de la variabilidad interanual del Atlántico tropical y su interacción con ENOS para la configuración de determinada respuesta del clima de las regiones del país. Igualmente, se destacaron el progreso en predicción climática mensual y estacional de la temperatura

del aire y de la precipitación basada en este conocimiento. Se planteó que, para mejorar esta predicción, aún se requiere optimizar el conocimiento sobre el efecto de las diferentes formas de interacción entre la señal ENOS y otras señales de variabilidad climática (intraestacional e interdecadal), y con la variabilidad del Atlántico tropical.

Ponencia EN - 8

Ecología de un humedal alto andino, modelación dinámica de interacciones físicas y bióticas

Julio Eduardo Beltrán Vargas

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

16

Se presentan los resultados de la investigación para la formulación de un modelo dinámico de simulación ecológica del humedal Jaboque ubicado en Bogotá, Colombia, con fines de restauración y conservación. El modelo tiene por objetivo explicar y predecir el comportamiento de variables fisicoquímicas y biológicas que aportan al conocimiento del estado trófico del humedal. Se incluyen los siguientes modelos: hidrológico, fósforo total, sólidos suspendidos totales, producción primaria fitoplanctónica y producción de biomasa de macrófitas. Para cada modelo se incluyen los flujos de entrada y salida por sección del humedal. La modelación dinámica se basó en ecuaciones diferenciales y se utilizó el método Euler de integración que se desarrolló implementando el programa computacional Stella 9.1®. Los datos de campo hidrológicos y fisicoquímicos del agua fueron tomados por investigadores de la Universidad Nacional de Colombia, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) y del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). El modelo representa la relación existente del hidropериodo, el tiempo hidráulico de retención del agua con la dinámica del fósforo total, los sólidos suspendidos totales y la producción primaria fitoplanctónica, y además presenta una aproximación a la producción de biomasa de macrófitas. Los resultados de la modelación mostraron que el hidropериodo y el tiempo hidráulico de retención del agua son variables físicas que afectan el comportamiento del fósforo total, los sólidos suspendidos, la producción fitoplanctónica y que podría estar influyendo en el comportamiento de la producción de biomasa por macrófitas en el humedal Jaboque. La modelación también mostro

que el tercio bajo del humedal se encuentra en condiciones mesotróficas y que aún tiene capacidad para seguir desempeñando una condición purificadora en el sistema, a diferencia de los dos primeros tercios que se encuentran en condiciones de eutrofia. Los análisis de sensibilidad y las pruebas estadísticas realizadas a los modelos revelaron que son estables, que tienen buena capacidad predictiva y muestran independencia en las variables de control y las predictivas. En concordancia con los resultados de la modelación se hacen recomendaciones para la restauración y conservación del humedal y se formulan pautas para desarrollar programas de investigación basados en modelación dinámica.

Ponencia EN - 9

Paleo-ENSO durante el último periodo glacial en la Cordillera Central colombiana

Catalina González Arango¹, Camilo Montes², Arnoud Boom³, María del Carmen Huguet⁴, Catalina Orejuela¹, Rafael E. Lozano¹, David A. Ayala¹, Andrés Camilo Zúñiga¹ & Sonia Archila⁵.

17

¹Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.
Email: gonzalez2579@uniandes.edu.co

²Departamento de Geociencias, Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia

³Department of Geography, University of Leicester. Leicester LE1 7RH, United Kingdom.

⁴Departamento de Geociencias, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

⁵Departamento de Antropología, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

Resumen

La reconstrucción de los climas y paleoambientes de los Andes tropicales de altitudes intermedias se ha visto limitada por la escasez de archivos paleoclimáticos idóneos. Aquí presentamos una reconstrucción paleoambiental multiproxy a partir del análisis palinológico, microanatómico de maderas subfósiles, de ADN antiguo, geoquímico y estratigráfico de un depósito que hace parte del abanico fluviovolcánico Pereira - Armenia en la Cordillera Central de Colombia. Hoy en día, esta es una de las zonas más húmedas de la Cordillera de los Andes gracias a los aportes de humedad provenientes del océano Pacífico a través del Chorro del Chocó y es una región muy sensible a las variaciones de precipitación asociadas con el ENSO. Las dataciones con Ur-Th/He

sugieren que el depósito data del último periodo glacial. Las condiciones ambientales predominantes en escalas decadales-mileniales las estimamos a partir del análisis palinológico, biomarcadores y microanatomía de maderas que sugieren dos fases climáticas contrastantes, una más cálida en la base del depósito y otra más fría al tope. En escalas subanuales encontramos una relación de isótopos de Carbono en maderas subfósiles y el ENSO que pudimos corroborar con un ejemplar moderno del género *Chrysochlamys* (CLUSIACEAE). El clima de la Cordillera Central colombiana mostró una estrecha relación con la dinámica del ENSO durante el intervalo estudiado. En escalas decadales-mileniales, los cinturones subandinos han sido bastante estables climáticamente, muy probablemente debido a las condiciones de alta humedad. Sin embargo, se pudieron identificar diferencias en las comunidades de plantas en la base y en el tope, que sugieren condiciones más cálidas y más frías respectivamente. Los abanicos fluviovolcánicos han demostrado ser una buena alternativa como archivo paleoclimático y paleoambiental, ya que, en ausencia de lagunas, en estos ambientes de acumulación se alcanzan a preservar matrices muy orgánicas ricas en restos vegetales protegidas de la degradación gracias al efecto aislante de las sucesivas capas de cenizas volcánicas.

Efectos del ENOS en el transporte de humedad atmosférica hacia Colombia y la precipitación en Colombia

Paola A. Arias*, Sara C. Vieira, J. Alejandro Martínez, Estefanía Navarro, Lina M. Serna, Melissa Ruiz & José S. Morales

Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental (GIGA), Escuela Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia. Email: paola.arias@udea.edu.co

Resumen

El fenómeno El Niño - Oscilación del Sur (ENOS) es el principal modulador de la hidroclimatología colombiana a escala interanual. En particular, la fase cálida del ENOS (El Niño) está asociada a la disminución de precipitación y caudales en Colombia, mientras que su fase fría (La Niña) genera impactos típicamente opuestos. El fenómeno ENOS se asocia a anomalías cálidas (El Niño) o frías (La Niña), que predominan en la región Oriental del Pacífico Tropical. A estas manifestaciones del ENOS se les denomina even-

tos Canónicos. Sin embargo, desde hace un par de décadas, la literatura ha identificado la ocurrencia de eventos ENOS con variaciones en la ubicación geográfica de estas anomalías, observadas en el centro del Pacífico Tropical y, generalmente, de menor intensidad. A esta manifestación del ENOS se le conoce como eventos Modoki. Esta presentación discute los efectos de las manifestaciones Canónicas y Modoki del fenómeno ENOS en la hidroclimatología de Colombia. En particular, eventos como El Niño Canónico generan mayores reducciones de precipitación en Colombia en comparación con El Niño Modoki, principalmente en el occidente y suroriente del país. Por su parte, La Niña Modoki genera mayores incrementos de precipitación en Colombia que La Niña Canónica, principalmente durante la temporada de diciembre, enero y febrero. Estos impactos diferenciales se deben a modificaciones en la circulación regional asociada a la Celda de Hadley y a circulaciones de bajo nivel a nivel local, como las corrientes de bajo nivel del Caribe y del Chocó. Estas modificaciones generan variaciones en el transporte de humedad atmosférica hacia Colombia, favoreciendo o inhibiendo la ocurrencia de precipitación. El adecuado pronóstico, no solo de la ocurrencia de alguna de las fases del fenómeno ENOS, sino también de su tipo de manifestación (Canónica o Modoki) es fundamental para un pronóstico adecuado de los posibles impactos de este fenómeno en la hidroclimatología colombiana.

TSUNAMI

Objetivo:

Socializar las investigaciones sobre el fenómeno tsunami realizadas por universidades y entidades del orden nacional, con el fin de identificar nuevas líneas de investigación relevantes sobre esta temática.

28 de marzo de 2019

Escuela de Ingenieros Militares, Bogotá.

INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS DE INVESTIGACIÓN FENÓMENO TSUNAMI

28 DE MARZO DE 2019



ESCUELA DE
INGENIEROS

Agenda 28 de marzo de 2019

Hora	Actividad
7:30 - 8:00 a.m.	Registro de ponentes y asistentes
8:00 - 8:10 a.m.	Saludo de bienvenida Lina Dorado González, M.Sc., <i>subdirectora para el Conocimiento del Riesgo, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)</i>
8:10 - 8:35 a.m.	Monitoreo sísmológico, estudios de la fuente sísmica, escenarios de sismo y modelamiento de tsunamis en el Servicio Geológico de Colombia Esteban Poveda, Ph.D., <i>Servicio Geológico Colombiano</i>
8:35 - 8:45 a.m.	Preguntas
8:45 - 9:10 a.m.	Recientes avances en la evaluación de la amenaza por tsunami en Colombia Ronald Sánchez, M.Sc., <i>investigador de la Dirección General Marítima (Dimar)</i>
9:10 - 9:20 a.m.	Preguntas
9:20 - 9:45 a.m.	Avances en la evaluación de la vulnerabilidad física de la costa pacífica colombiana ante eventos de tsunami Juan Manuel Lizarazo, Ph.D., <i>Universidad Nacional de Colombia</i>
9:45 - 9:55 a.m.	Preguntas
9:55 - 10:20 a.m.	Evidencias de deslizamientos submarinos en el Caribe colombiano y su potencial como generadores de tsunamis evaluados por la Dimar Javier Idárraga García, Ph.D., <i>Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), Servicio Geológico Colombiano. Investigador postdoctoral en la Dimar</i>
10:20 - 10:30 a.m.	Preguntas
10:30 - 10:40 a.m.	Receso (Libre)
10:40 - 11:05 a.m.	Mitigación de la peligrosidad ante tsunamis: caso de estudio Tumaco Luis J. Otero Díaz, Ph.D., <i>Universidad del Norte</i>
11:05 - 11:15 a.m.	Preguntas
11:15 - 11:40 a.m.	Geodesia geoespacial GNSS y los sistemas de alerta temprana por tsunami Héctor Mora, M.Sc., <i>Servicio Geológico Colombiano</i>
11:40 - 11:50 a.m.	Preguntas
11:50 a.m. - 12:15 m.	Operación del Centro Nacional de Alerta Contra Tsunami Mary Luz Rengifo, <i>Dirección General Marítima (Dimar)</i>
12:15 - 12:25 m.	Preguntas
12:30 m. - 2:00 p.m.	Almuerzo (Libre)
2:00 - 2:25 p.m.	Diseño de estructuras para tsunamis de acuerdo con el estándar ASCE7-16 Juan Carlos Reyes Ortiz, Ph.D., <i>Universidad de los Andes</i>
2:25 - 2:30 p.m.	Preguntas
2:30 - 4:00 p.m.	Mesas de trabajo
4:00 p.m.	Cierre del evento

Ponencia TS -1

Monitoreo sismológico, estudios de la fuente sísmica, escenarios de sismo y modelamiento de tsunami en Colombia

Hugo Esteban Poveda Núñez

Dirección de Geoamenazas, Servicio Geológico Colombiano

Ponencia TS - 2

Recientes avances en la evaluación de la amenaza por tsunami en Colombia

Ronald Sánchez Escobar

22 Dirección General Marítima, Sección de Riesgos Marinos - Costeros del Área de Manejo Integrado de Zona Costera en Dimar, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCCP)

Ponencia TS - 3

Avances en la evaluación de la vulnerabilidad física de la costa pacífica colombiana ante eventos de tsunami

Juan Manuel Lizarazo Marriaga

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia

Resumen

El municipio de San Andrés de Tumaco, ubicado en el departamento de Nariño, en la costa pacífica colombiana, ha sufrido varios fenómenos naturales de tsunami, producidos por sismos de gran magnitud con epicentro en la zona de subducción entre la Placa de Nazca y Sudamericana. La destrucción causada por los últimos dos

grandes eventos de este tipo, ocurridos en el año 1979 y 1906, evidenciaron que es necesario conocer la vulnerabilidad de las estructuras expuestas a esta amenaza. Con este objetivo, el Grupo de Investigación en Análisis y Diseño (GIES) del Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, a través del proyecto SATREPS (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development), ha realizado importantes avances en la evaluación de la vulnerabilidad física de las edificaciones del Pacífico colombiano. Para esto, se implementó un modelo de exposición de las viviendas del casco urbano del municipio de Tumaco y se han desarrollado curvas de fragilidad para evaluar el posible daño debido a eventos de tsunamis. Estas curvas de fragilidad tienen en cuenta los sistemas estructurales, materiales y calidad de las construcciones que posee el municipio. La cabecera municipal de este territorio está conformada por tres islas y una zona continental, y se cuenta con alrededor 21.000 construcciones. A partir de visitas de campo, se clasificaron las edificaciones de acuerdo con su sistema estructural y su material constructivo, los cuales son: Palafitos, Paneles de Madera, Mampostería, Concreto Reforzado - 1 piso (Tipo 1), Concreto Reforzado - 1 piso (Tipo 2), Concreto Reforzado - 2 pisos y Concreto Reforzado - 3 pisos. Las curvas de fragilidad analíticas propuestas para cada uno de los siete tipos de estructuras adoptadas, fueron desarrolladas empleando herramientas de análisis estructural computacional no lineal. Lo anterior, se logró a través del método de los elementos finitos combinado con un algoritmo simplificado de Monte Carlo, para obtener así funciones de fragilidad probabilísticas, las cuales permiten calcular el daño estructural de cada edificación tipo de acuerdo con la inundación esperada. Esta metodología busca ser representativa para calcular las curvas probabilísticas de fragilidad para las estructuras típicas encontradas en la costa pacífica colombiana, cuyo comportamiento ante acciones de tsunamis resultan frágiles.

Ponencia TS - 4

Evidencias de deslizamientos submarinos en el Caribe colombiano y su potencial como generadores de tsunamis evaluados por la Dimar

Javier Idárraga García

Investigador postdoctoral de la Dimar e investigador del Servicio Geológico Colombiano

Ponencia TS - 5

Mitigación de la peligrosidad ante tsunamis: caso de estudio Tumaco

Luis Jesús Otero Díaz

Departamento de Física y Geociencias, Universidad del Norte

Ponencia TS - 6

Geodesia espacial GNSS y los sistemas de alerta temprana por tsunami

Héctor Mora Páez

Coordinador, Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales, Dirección de Geoamenazas, Servicio Geológico Colombiano. Integrante del GGOS (Global Geodetic Observing System) Working Group on GNSS Augmentation for Tsunami Warning

Resumen

A raíz de la devastadora pérdida de más de 230.000 vidas como consecuencia del tsunami de Sumatra en diciembre 26 de 2004, grupos interdisciplinarios de investigadores empezaron a orientar esfuerzos para mejorar la tecnología e infraestructura asociada a la alerta de tsunamis, estableciendo que la tecnología geodésica espacial GNSS (Global Navigation Satellite Systems) podría contribuir, de forma precisa y confiable, a este propósito. Japón sufrió gran impacto por el sismo y el tsunami de Tohoku, evento que demostró con GEONET, la red de estaciones GNSS más avanzada del mundo, la gran utilidad de la tecnología geodésica con el concepto de GTEWS (Tsunami Early Warning Technology), teniendo en cuenta dos consideraciones: desplazamiento de la superficie terrestre y análisis de la ionosfera. En la primera, las mediciones GNSS del desplazamiento de la superficie pueden mejorar la velocidad y exactitud de la estimación de la magnitud sísmica, y en la segunda, un tsunami es generado por el rápido desplazamiento de un gran volumen de agua el cual genera ondas de gravedad, que junto con ondas acústicas perturban la ionosfera. Las mediciones del TEC (Total

Electron Content] con instrumental GNSS permite medir las perturbaciones generadas por la propagación del tsunami. Surgen entonces una serie de componentes requeridos para la implementación de este tipo de ayudas tecnológicas en la gestión del riesgo. Inicialmente, contar con una infraestructura geodésica GNSS de estaciones permanentes de operación continua, que soporte este tipo de aplicaciones. El Servicio Geológico Colombiano a través del proyecto GeoRED ha venido implementando gradualmente la Red Nacional de Estaciones Geodésicas con propósitos geodinámicos. Sin embargo, la efectividad de un Sistema de Alerta Temprana radica en el acceso en tiempo real de una óptima red distribuida de receptores GNSS, así como comunicaciones confiables y centros de análisis. En esta tarea se está trabajando con el apoyo de instituciones internacionales, tales como UNAVCO de Estados Unidos.

Ponencia TS - 7

Operación del Centro Nacional de Alerta por Tsunami

Mary Luz Rengifo

25

Centro Nacional de Alerta Contra Tsunami de la Dirección General Marítima (Dimar)

Resumen

En la ponencia se presentaron las funciones que cumple el Centro Nacional y Punto Focal de Alerta Contra los Tsunamis en Colombia, las cuales se asignaron a la Dirección General Marítima (Dimar) a través del Decreto 1338 de abril de 2018. También, se socializaron las responsabilidades establecidas a la Dimar en el Protocolo Nacional de Detección y Alerta de Tsunami y los umbrales de activación a partir de la magnitud del sismo considerando su epicentro para determinar si el evento es local, regional o lejano, y los estados de tsunami que se pueden declarar por el Sistema Nacional de Detección y Alerta de Tsunami, siendo estos: informativo, vigilancia, advertencia, alerta y cancelación. De igual manera, se expuso el procedimiento operativo del Centro Nacional de Alerta contra los Tsunamis (CNAT) para analizar la información y determinar si existe amenaza por tsunami para Colombia, el cual está estructurado en las fases de recepción de la información que se obtiene del sismo a partir de cualquiera de las fuentes oficiales, y si esta cumple con los umbrales establecidos en el protocolo nacional, se pasa al estado de activación, se procede a analizarla y a generar la evaluación del evento en la cual se determina el estado a declarar (informativo, vigilancia, advertencia o alerta). Esta información se difunde a través de diferentes

canales de comunicación como son: correo electrónico, mensaje de texto y radio VHF, y si se determina que existe probabilidad de tsunami para las costas colombianas, se pasa a la fase de monitoreo haciendo uso de los datos de nivel del mar registrados por las estaciones que se comparten a nivel mundial y la red propia de la Dimar. Posteriormente, con la información de los sensores u observadores en la zona, se determina en qué momento se cancela la amenaza de tsunami.

Ponencia TS - 8

Diseño de estructuras para tsunami de acuerdo al ASCE7-16

Juan Carlos Reyes

Profesor asociado y director del Laboratorio Integrado, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de los Andes, Colombia

Resumen

26

Un tsunami es una serie de grandes olas oceánicas causadas principalmente por un terremoto en el fondo del mar o deslizamientos de tierra submarinos. En Colombia, los tsunamis son poco frecuentes, pero pueden ser extremadamente peligrosos. Usualmente, las estrategias de preparación para este tipo de catástrofes incluyen las alertas tempranas y los planes de evacuación. En este sentido, la evacuación vertical es una alternativa atractiva, ya que ahorraría tiempo y recursos. Sin embargo, requiere el diseño de edificios que puedan soportar las fuerzas extremas que imponen estos eventos. Esta charla incluye una presentación de los requisitos de diseño estructural del estándar ASCE7-16 para que estructuras indispensables y de atención a la comunidad, soporten los efectos producidos por los tsunamis incluyendo: fuerzas hidrostáticas, fuerzas hidrodinámicas, impacto con escombros, efectos de socavación, erosión, licuefacción, etc. Además, se hace un recorrido por los aspectos fundamentales del fenómeno y se explica el alcance de los requisitos del estándar, así como también sus limitaciones. Finalmente, se plantea una reflexión con respecto a su aplicabilidad en el contexto colombiano.

EROSIÓN COSTERA

Objetivo:

Objetivo: Socializar las investigaciones sobre el fenómeno erosión costera realizadas por universidades y entidades del orden nacional para identificar nuevas líneas de investigación relevantes sobre esta temática.

23 de mayo de 2019

Hemiciclo, Auditorio Biblioteca
Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá



The banner features a light blue and yellow background with a stylized wave pattern on the left. It includes the UNGRD logo in the top right corner, the text 'Intercambio de experiencias investigación' in large blue font, and 'Fenómeno Erosión Costera' in a smaller blue font below it. A small illustration of a beach with palm trees and a sun is positioned to the left of the main text. In the bottom left corner, there is a logo for the Government of Colombia and the slogan 'El futuro es de todos'.

UNGRD
Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
Escuela Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

Intercambio de experiencias investigación

**Fenómeno
Erosión Costera**

El futuro es de todos
Gobierno de Colombia

Agenda 23 de mayo de 2019

Hora	Actividad
7:45 - 8:15 a.m.	Registro de ponentes y asistentes
8:15 - 8:30 a.m.	Saludo de bienvenida Lina Dorado González, M.Sc., <i>subdirectora para el Conocimiento del Riesgo, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)</i>
8:30 - 9:10 a.m.	Fenómeno erosión costera: los avances ambientales en la erosión costera Martha Eddy Arteaga Díaz, coordinadora de Riesgo Información y Participación Comunitaria, <i>Dirección de Asuntos Marinos Costeros y Recursos Acuáticos. Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente)</i>
9:10 - 10:00 a.m.	Recorrido por el Museo del Mar Lidera Universidad Jorge Tadeo Lozano
10:00 - 10:20 a.m.	El poder sanador de la participación Gustavo Wilches-Chaux, <i>consultor independiente</i>
10:20 - 10:30 a.m.	Preguntas
10:30 - 10:45 a.m.	Receso (Libre)
10:45 - 11:05 a.m.	¿Por qué la variación del nivel del mar es fundamental en la evaluación de la erosión costera? Análisis del efecto de la marea, variaciones estacionales, niveles extremos y tendencia de largo plazo en el mar Caribe Rafael Ricardo Torres Parra, Ph.D., <i>profesor, Universidad del Norte</i>
11:05 - 11:15 a.m.	Preguntas
11:15 - 11:35 a.m.	Amenaza y vulnerabilidad por erosión costera, zonas críticas, como aporte a la gestión del riesgo Constanza Ricaurte Villota, Ph.D., y Oswaldo Coca Domínguez, M.Sc., Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis" (<i>INVEMAR</i>)
11:35 - 11:45 a.m.	Preguntas
11:45 a.m. - 12:05 m.	Aportes técnicos de la Dirección General Marítima para la búsqueda de soluciones tendientes a mitigar la problemática de erosión costera en el litoral Caribe colombiano Teniente de Navío Julián Quintero, <i>Dirección General Marítima (Dimar)</i>
12:05 - 12:15 m.	Preguntas
12:15 m. - 1:30 p.m.	Almuerzo (Libre)
1:30 - 1:50 p.m.	El Rol de los Arrecifes Coralinos en la Protección Natural Costera Serguei Lonin L., Ph.D., <i>director del Grupo de Investigación en Oceanología y profesor de la Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla", Cartagena</i>
1:50 - 2:00 p.m.	Preguntas
2:00 - 2:20 p.m.	Importancia de las Ondas Infragravitatorias en la morfodinámica costera Luis Otero D., Ph.D., <i>profesor Investigador en Geociencias GEO4 de la Universidad del Norte, Universidad del Norte</i>
2:20 - 2:30 p.m.	Preguntas
2:30 - 4:30 p.m.	Mesas de Trabajo, lideradas por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres Joana Pérez Betancourt, M.Sc., <i>Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)</i>
4:30 p.m.	Cierre del evento

Ponencia EC - 1

Introducción y avances ambientales en la erosión costera

Martha Eddy Arteaga Díaz

Coordinadora de Gestión de Riesgo, Información y Participación Comunitaria Marino Costera, Dirección de Asuntos Marino, Costeros y Recursos Acuáticos, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ponencia EC - 2

El poder sanador de la participación

Gustavo Wilches-Chaux

Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Universidad Externado de Colombia

Resumen

La participación efectiva de personas y comunidades afectadas o susceptibles de ser afectadas por desastres, en las decisiones que van a incidir sobre el presente y futuro de sus vidas, no solamente es un derecho consagrado en la Constitución Política de Colombia desde su artículo 1° y en la Ley 1523 de 2012 que establece la política sobre gestión del riesgo de desastres en el país, sino que constituye una estrategia obligatoria para el Estado y otros agentes externos, y un irrenunciable para las comunidades, con miras al fortalecimiento de la resiliencia de quienes deben enfrentar las consecuencias de cualquier tipo de desastre. Existe mucha tendencia a suponer que quienes han sufrido la pérdida de sus bienes materiales, de sus fuentes de supervivencia o de miembros de sus familias o de sus comunidades, necesariamente pierden también la capacidad de pensar y participar efectivamente en los espacios y procesos en los cuales se toman las decisiones que buscan superar la condición de desastre, planificar y ejecutar las acciones necesarias para la recuperación y posterior reconstrucción de las vidas y de la 'normalidad' de las personas afectadas. Sin embargo, cada día surgen más evidencias de que, a pesar que padecen los traumatismos propios de un desastre, quienes atraviesan por una de esas situaciones indeseables, no pierden su condición de sujetos sociales con capacidad para reflexionar, debatir, proponer,

decidir y asumir nuevos desafíos con valor y creatividad. De allí, la convicción de que una prioridad de la gestión del riesgo debe ser el fortalecimiento integral de la resiliencia de esos sujetos sociales (adultos, jóvenes, niñas y niños), en alianza con los actores institucionales, el sector privado y los socio-ecosistemas de los territorios en donde sus vidas van a continuar.

Ponencia EC - 3

Aportes técnicos de la Dirección General Marítima para la búsqueda de soluciones tendientes a mitigar la problemática de erosión costera en el litoral Caribe colombiano

Julián Quintero

Teniente de Navío Dirección General Marítima, Manejo Integrado de Zonas Costeras del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe

30

Ponencia EC - 4

Importancia de las ondas infragravitatorias en la morfodinámica costera

Luis Otero

Grupo de Investigación en Geociencias, Universidad del Norte

Ponencia EC - 5

Amenaza y vulnerabilidad por erosión costera, zonas críticas, como aporte a la gestión del riesgo

Constanza Ricaurte Villota^{1,2} & Oswaldo Coca Domínguez^{1,2}

¹Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis" (INVEMAR), Santa Marta, Colombia. Email: constanza.ricaurte@invemar.org.co

²Programa de Geociencias Marinas y Costeras (GEO), Santa Marta, Colombia



Resumen

La evaluación de la amenaza y vulnerabilidad por erosión costera son esenciales para la planificación y la toma de decisiones, son parte de la gestión del riesgo y sus resultados pueden ser presentados en forma de mapas semáforo, fácilmente interpretables. Para la evaluación se propuso en este trabajo una metodología que considera tres componentes en la amenaza (magnitud, ocurrencia y susceptibilidad) y tres en la vulnerabilidad (exposición, fragilidad y falta de resiliencia), a través de una aproximación semicuantitativa, aplicando índices relativos a diferentes variables. Uno de los resultados más significativos de la evaluación del grado de amenaza y vulnerabilidad es que la calificación puede representar diferentes combinaciones de factores. Por lo tanto, es importante estudiar e interpretar los componentes por separado, lo que nos permite proponer intervenciones correctivas y/o prospectivas enfocadas a nivel local y regional. En términos de vulnerabilidad, la evaluación destacó la importancia de la ecología cultural como factor de resistencia a los peligros costeros. Se presentan entonces los resultados de todo el país, mostrando los mapas de amenaza y vulnerabilidad por erosión costera de Colombia, permitiendo identificar las zonas con rangos alto y muy alto como puntos críticos y facilitando la toma adecuada de decisiones, siendo este un aporte para la gestión del riesgo de desastres en eventos desastrosos costeros. Según el análisis, el 1.5 % y 29.6 % de las costas del país presentan muy alta y alta amenaza por erosión costera, respectivamente. Así mismo, un poco más del 14 % del total de sus costas se encuentran clasificadas dentro de vulnerabilidad alta y muy alta. Lo anterior, muestra la necesidad de tomar medidas de mitigación y adaptación, que en el contexto nacional deben ser basadas en ecosistemas, todo esto con el fin de mejorar la resiliencia de la costa y el nivel de vida de sus pobladores.

31

Ponencia EC - 6

¿Por qué la variación del nivel del mar es fundamental en la evaluación de la erosión costera? Análisis del efecto de la marea, variaciones estacionales, niveles extremos y tendencia de largo plazo en el mar Caribe

Rafael Ricardo Torres Parra

Universidad del Norte

Resumen

La zona costera es un sistema altamente dinámico que cumple funciones de protección ecológica y socioeconómica. Una de las causas de la erosión costera es la dinámica marina, la cual incluye el efecto de corrientes, olas y variaciones del nivel del mar. Este último forzante es fundamental para entender la erosión costera, porque el nivel medio del mar y su rango, determinan la zona activa de la costa, modulan la posición donde actúa la energía del oleaje y genera eventos extremos que cambian el equilibrio de las playas. El estudio del nivel del mar es complejo pues presenta variaciones en diferentes escalas temporales. En el mar Caribe, la micromarea cambia su rango hasta un 23 % a causa de variaciones de baja frecuencia. El ciclo estacional responde a cambios estéricos y por forzamiento de viento difíciles de predecir, alcanzando amplitudes del mismo orden de magnitud que los constituyentes de marea. El nivel medio del mar en el periodo 1993 - 2010 presentó una tendencia promedio de 1.7 ± 1.3 mm/año en el Caribe con gran variabilidad espacial; esta tendencia puede ampliarse localmente debido a subsidencia vertical terrestre, alcanzando valores de 5.2 ± 0.3 mm/año en Cartagena. La variación interanual causada por El Niño, genera un viento meridional más intenso, lo que aumenta el nivel medio del mar en el Caribe. Los niveles extremos del nivel del mar ocurren por el paso de huracanes o frentes fríos, los cuales interactúan con otros componentes del nivel del mar. Estos extremos evidencian una tendencia positiva en la región consistente con el aumento del nivel medio del mar.

32

Ponencia EC - 7

El rol de los arrecifes coralinos en la protección natural costera

Serguei Lonin

Director Grupo de Investigación en Oceanología, Escuela Naval de Cadetes
"Almirante Padilla", Cartagena de Indias, Colombia. Email: slonin@costa.net.co

Resumen

Las playas en general protegen la costa durante los temporales evolucionando su perfil hacia formas disipativas, generando barras sumergidas que inducen la rotura de oleajes intensos más lejos de la costa. En contraste, las playas formadas por corales, están rodeadas por un arrecife, cuya morfología depende del flujo medio de energía rompiendo el oleaje sobre ellos. Si bien el papel de estas estructuras es conocido,

hasta la fecha no se ha analizado en detalle el rol del clima marítimo en su formación. En este trabajo, se describe la hidrodinámica en el arrecife de la Isla de San Andrés para cuantificar su importancia en la disipación de la energía, así como las hipótesis en su formación. Para ello, se implementó un modelo hidrodinámico forzado por el régimen de oleaje a una alta resolución espacial, obteniendo los patrones de circulación y el transporte de sedimentos asociado a las condiciones predominantes. Dependiendo del clima marítimo se encontró un comportamiento bimodal en la hidrodinámica donde, se forman sistemas circulatorios aislados alrededor de los bajos o se genera una corriente intensa (chorro) longitudinal a lo largo de toda la barrera. Con base a estos resultados, se analizaron los parámetros que influyen en la transición bimodal sobre la morfología final del arrecife. Resulta que la aparición del chorro longitudinal se asocia con las condiciones que corresponden a los patrones de oleaje generados por los alisios y, por lo tanto, son predominantes durante la época seca del año (diciembre - marzo). Mientras tanto, el período de desove de larvas de coral corresponde a la época de lluvias (agosto - octubre). Esto último indica que es poco probable el transporte de larvas a lo largo de la barrera hacia el sur de la isla, lo que efectivamente afecta el desarrollo del arrecife en su extremo sur.

CICLONES TROPICALES

Objetivo:

Generar un espacio para compartir información y experiencias sobre ciclones tropicales e identificar líneas de investigación que requiere el país para ampliar el conocimiento acerca de la temática, lo que redundará en una mejor preparación ante la temporada ciclónica del Atlántico y el mar Caribe.

2 y 3 de julio de 2019

Universidad del Norte, Barranquilla



 El futuro es de todos Gobierno de Colombia

Un encuentro y muchas ideas para estar preparados ante los

CICLONES TROPICAL

INGRESO LIBRE
CUPO LIMITADO

 UNGRD
Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres



Agenda 2 de julio de 2019

Hora	Actividad
8:00 - 8:30 a.m.	Registro de ponentes y asistentes
8:30 - 9:00 a.m.	Instalación del evento <i>Universidad del Norte, Alcaldía de Barranquilla, Oficina de Asistencia para Desastres en el Extranjero de los Estados Unidos (OFDA) y Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)</i>
9:00 - 9:30 a.m.	Propuesta metodológica para elaborar el mapa de amenaza por huracanes en Colombia, evaluando algunos indicadores <i>María Teresa Martínez Gómez, M.Sc., Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)</i>
9:30 - 9:40 a.m.	Preguntas
9:40 - 10:20 a.m.	Vulnerabilidad de la costa continental e insular del Caribe colombiano frente a la amenaza de huracanes <i>Juan Carlos Ortiz, Ph.D., Universidad del Norte</i>
10:20 - 10:30 a.m.	Preguntas
10:30 - 10:45 a.m.	Receso
10:45 - 11:25 a.m.	Evaluación probabilista de la amenaza y el riesgo por ciclones tropicales en el Caribe colombiano. El caso de San Andrés y Providencia <i>Gabriel Bernal, Ph.D., Ingeniar Risk Intelligence</i>
11:25 - 11:35 a.m.	Preguntas
11:35 a.m. - 12:05 m.	Monitoreo en temporada de ciclones tropicales <i>Mery Esperanza Fernández, M.Sc., Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)</i>
12:05 - 12:15 m.	Preguntas
12:15 - 12:35 m.	Sistema de Gestión Amenazas de Origen Marino <i>Diana Patricia Herrera Moyano, M.Sc., Dirección General Marítima (Dimar)</i>
12:35 - 12:45 m.	Preguntas
12:45 m. - 2:00 p.m.	Almuerzo
2:00 - 2:30 p.m.	Requisitos de diseño para resistencia de fuerzas de viento en edificaciones <i>Juan Carlos Reyes, Ph.D., Universidad de los Andes</i>
2:30 - 2:40 p.m.	Preguntas
2:40 - 3:10 p.m.	Función de los manglares como amortiguadores de inundación por alto oleaje <i>Durcey Stephens Lever, director General Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA)</i>
3:10 - 3:20 p.m.	Preguntas
3:20 - 3:35 p.m.	Receso
3:35 - 4:45 p.m.	Identificación de líneas de investigación en Gestión del Riesgo <i>Lina Dorado González, M.Sc., Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)</i>
4:45 - 5:20 p.m.	Conclusiones y cierre de la jornada <i>Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)</i>

Agenda 3 de julio de 2019

Hora	Actividad
8:30 - 9:00 a.m.	Protocolo Nacional de Respuesta ante huracanes y otros ciclones tropicales en Colombia Gloria León Aristizábal y María Teresa Martínez Gómez, <i>Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)</i>
9:00 - 9:30 a.m.	Experiencia de gestión de riesgo territorial: Sistema de Alerta Temprana departamento de La Guajira Kiana Valbuena, <i>Corporación Autónoma Regional de La Guajira (Corpoquajira)</i>
9:30 - 9:40 a.m.	Preguntas
9:40 - 11:00 a.m.	Panel de preparación para la respuesta ante ciclones tropicales <ul style="list-style-type: none">- Moderador: UNGRD / OFDA Capacidades y Desafíos: <ul style="list-style-type: none">- Bomberos- Defensa Civil: Teniente Coronel (R) Ricardo Alfredo Coronado Avella- Cruz Roja: Dr. Fabián Arellano- Ejército Nacional- Aeronáutica Civil- Policía Nacional: Kelly Lucía Theran Vital, jefe Grupo Manejo de Emergencias y Desastres Región N° 8
11:00 - 11:30 a.m.	Preguntas
11:30 a.m. - 12:00 m.	Conclusiones y cierre del evento <i>UNGRD / OFDA</i>

36

Ponencia CT - 1

Propuesta metodológica para elaborar el mapa de amenaza por huracanes en Colombia, evaluando algunos indicadores

Gloria León Aristizábal & María Teresa Martínez Gómez

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. Email: glorialeon@gmail.com

Resumen

En nuestro país no es frecuente el tránsito de ciclones tropicales sobre las zonas continentales e insulares, sin embargo, por su severidad y extensión, cuando estos pasan muy cerca a de nuestras costas los efectos en las lluvias, vientos y oleaje se hacen sentir, como la noche del 1° de octubre del año 2016, cuando el huracán Matthew pasó a 125 km al norte de Punta Gallinas en La Guajira con una potente categoría 5 y con vientos máximos de 260 km/h en su núcleo central, dejando una estela de daños en el norte de Colombia. Se reportaron cerca de 20 viviendas destruidas y 1.000 averiadas,

afectando a más de 140.000 personas, en diversos municipios de los departamentos de La Guajira, Cesar, Magdalena, Bolívar, Atlántico y Sucre. Por otro lado, el 20 de noviembre, al formarse la depresión tropical, que más tarde tomó el nombre de Otto, se produjeron en el suroeste del mar Caribe precipitaciones importantes y en la isla de San Andrés lluvias intensas, cayendo solo en ese día el 25 % del promedio mensual. Este sistema alcanzó a ser un huracán categoría 1 y se mantuvo sobre esta zona del Caribe hasta el día 24, cuando giró hacia el oeste y cruzó por el extremo noroeste de Costa Rica para internarse en el océano Pacífico. Para la UNGRD la temporada de huracanes del 2016 le representó una inversión total de \$16.000 millones de pesos.

Con el propósito de construir el mapa de amenaza por ciclones tropicales en Colombia, se presenta esta propuesta metodológica aprovechando las herramientas de geointeligencia para la determinación del grado de amenaza que representan estos sistemas a su paso por el país y con el fin de que se disponga de elementos de juicio objetivos para ser usados posteriormente con un enfoque transdisciplinario en el análisis del riesgo y estimaciones de los potenciales de pérdida frente a los peligros, de manera que se puedan tomar mejores decisiones. En este estudio se revisaron varios métodos estadísticos, dinámicos e híbridos para modelar los peligros. Además, las estimaciones de las probabilidades se hacen por inferencia estadística de una base de datos de ciclones tropicales del pasado.

La metodología propuesta para la elaboración de mapas de amenaza por ciclones tropicales para Colombia es del tipo estadístico, basada en los métodos que usa el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), institución técnico-científica de la Coordinación Nacional de Protección Civil que tiene en sus atribuciones la integración del Atlas Nacional de Riesgos (ANR) de México. Esta metodología fue previamente consensuada con el IDEAM y la Dimar (Sede Central y CIOH), quienes apoyaron técnicamente este trabajo. Para el caso colombiano, la región de labor comprendió el 5°N-20°N y 65W-85W con el subconjunto de la serie HURDAT2- IBTrACS[1], periodo 1851-2016, que arrojó cerca de 500 trayectorias para el análisis de amenaza, razón por la cual las trayectorias históricas fueron enriquecidas con el subconjunto de trayectorias de las proyecciones de los modelos estadísticos, dinámicos y combinados para los ciclones durante toda la vida útil de la tormenta en la cuenca del Atlántico, que en su momento, se constituyeron en una ayuda para crear los diagramas de orientación en tiempo real. Estas proyecciones de modelos procedentes de los Centros de Alerta de Ciclones, incluidos los del Centro Nacional de Huracanes (NHC) de los EE.UU., se encuentran públicamente disponibles en la plataforma Tropical Cyclone Guidance Project (TCGP) del National Center for Atmospheric Research (NCAR).

Ponencia CT - 2

Vulnerabilidad de la costa continental e insular del Caribe colombiano frente a la amenaza de huracanes

Juan Carlos Ortiz

Universidad del Norte

Ponencia CT - 3

Evaluación probabilista de la amenaza y el riesgo por ciclones tropicales en el Caribe colombiano: El caso de San Andrés y Providencia

Gabriel Bernal & Omar Darío Cardona

Ingeniar: Risk Intelligence. Universidad Nacional de Colombia. Email:
gbernalg@unal.edu.co y odcardonaa@unal.edu.co

Resumen

En 2018 se desarrolló para la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) el Atlas de Riesgo de Colombia, el cual presenta la modelación del riesgo de desastres del país, considerando la amenaza sísmica, inundación, huracán y tsunami a nivel nacional. El modelo da cuenta del potencial de pérdidas económicas para los 1123 municipios del país. La evaluación del riesgo es totalmente probabilista, entregando métricas de riesgo robustas y bien conocidas como la Pérdida Anual Esperada y la Pérdida Máxima Probable. Se incluyen perfiles por departamento de riesgo físico y riesgo total u holístico agravado por las condiciones de contexto en que ocurren los desastres, con el objetivo de convertirse en instrumentos para fomentar el diálogo del Gobierno Nacional y las entidades territoriales. Se presentan casos específicos de estudio que, usando el mismo marco matemático, dan cuenta del riesgo a nivel

local. Dentro de los casos definidos se encuentran: riesgo sísmico en Medellín, riesgo sísmico y volcánico en Manizales, riesgo por erupciones volcánicas en Pasto, riesgo de inundación en la región de la Mojana y riesgo por huracanes en San Andrés y Providencia. Años de investigación y desarrollo de modelos de riesgo para Colombia han sido plasmados en este documento único en el país, con la intención de elevar el conocimiento del riesgo mediante su evaluación rigurosa, con técnicas apropiadas y acordes con el estado del arte, y así promover la gestión del riesgo de desastres basada en modelaciones físicas probabilistas. Todo el contenido técnico y científico de la modelación del riesgo, así como el diseño de la publicación, fue realizado ad honorem por la firma Ingeniar: Risk Intelligence de Bogotá.

Ponencia CT - 4

Monitoreo en temporada de ciclones tropicales

Mery Esperanza Fernández

Oficina de Pronósticos y Alertas del Instituto de Hidrología, Meteorología
y Estudios Ambientales (IDEAM)

39

Resumen

Propósito: Socializar las actividades de monitoreo durante la temporada de ciclones tropicales desde la Oficina del Servicio de Pronóstico y alertas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Metodología: Exposición de procedimientos de monitoreo y uso de protocolos en el IDEAM para el seguimiento y monitoreo de ciclones tropicales. Socialización de casos especiales de huracanes. Resultados: Socialización de la unificación de criterios y conceptos para un idóneo monitoreo de las entidades que monitorean los ciclones tropicales (Dimar - CIOH, FAC, AEROCIVIL e IDEAM). Resumen de las experiencias acontecidas en años anteriores ante la temporada de huracanes a través de insumos de datos hidrometeorológicos, imágenes satelitales y boletines emitidos que reposan en los archivos de la Oficina del Servicio de Pronósticos y Alertas. Socialización de los adelantados realizados en materia de monitoreo y de investigación de ciclones tropicales del último comité de huracanes (#41) en donde el IDEAM, como punto focal, participa anualmente. Socialización de mesas de trabajo con entidades a las que les corresponde realizar monitoreo de huracanes en sus operaciones cotidianas, con el fin de establecer protocolos unificados para su difusión al público en general. Socialización del uso de herramientas e insumos para

el monitoreo de ciclones tropicales desde la Oficina del Servicio de Pronóstico y Alertas del IDEAM. Propuesta de un enfoque de Sistema de Alertas tempranas multiriesgos por ciclones tropicales y sus eventos derivados. Conclusiones: Dar a conocer al público en general los procedimientos, protocolos y actividades de monitoreo que se realizan durante la temporada de ciclones tropicales desde la Oficina del Servicio de Pronóstico y Alertas del IDEAM. Dar a conocer los avances de trabajo en equipo con otras entidades que tiene objetivos similares en el monitoreo de huracanes. Lecciones Aprendidas: Con este encuentro particularmente se dieron a conocer las actividades de investigación y operativas en diferentes áreas temáticas asociadas al impacto por ciclones tropicales. Queda en la mesa, incorporar a la academia con sus excelentes aportes que permitan aplicarse en actividades operativas y de monitoreo en las entidades del gobierno que no han avanzado al respecto por falta de personal con dedicación completa para este tema.

Ponencia CT - 5

Sistema de Gestión Amenazas de Origen Marino

Diana Herrera Moyano & Deymar Rodríguez Cáceres

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe de la Dimar.

Email: dherrera@dimar.mil.co y drodriguezcaceres@dimar.mil.co

Resumen

La Dirección General Marítima (Dimar), Autoridad Marítima Colombiana, está enfocada en la gestión de riesgos a través de instrumentos jurídicos, científicos y operacionales haciendo parte del Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo establecido en la Política y Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, Ley 1523 del 2012, con funciones significativas que resaltan la gestión de amenazas marinas (Ciclones Tropicales y Tsunami), emisión de pronósticos meteomarineros, generación de cartografía temática, gestión de litorales, zonas costeras y la observación de la atmósfera y el océano. A través del decreto 1338 de 2018, por el cual se designa el 'Centro Nacional de Alerta contra los Tsunamis y Punto Focal de Alerta contra los Tsunamis', la Dimar tiene como misión evaluar la información sísmica preliminar y de nivel del mar para determinar la posibilidad de generación de un tsunami en las costas colombianas y emitir boletines informativos a la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). Mediante los Centros de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas

del Caribe y el Pacífico se desarrolla investigación científica marina sobre las cuencas colombianas con el apoyo del Servicio Hidrográfico Nacional, el Servicio Meteorológico Marino Nacional y las áreas misionales: 1. Oceanografía operacional, 2. Litorales y costas, y 3. Protección al medio marino y las seis plataformas de investigación (buques), esto con la misión de contribuir al aprovechamiento y conocimiento de nuestros mares, así como de aportar a la seguridad de la vida humana en el mar y el estudio de los riesgos asociados a las zonas costeras. Los avances científicos y herramientas desarrolladas por los Centros de Investigación, así como el soporte tecnológico para las ayudas a la navegación, contribuyen al desarrollo marítimo del país, integrado a la seguridad en la navegación, la vida humana en el mar, la toma de decisiones, la conservación del medio ambiente marino y para ejercer soberanía. Estos avances han permitido que Colombia, a través del trabajo realizado por la Dirección General Marítima, sea vista como un país con alto potencial marítimo y comprometido con la implementación de normas internacionales establecidas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), Organización Hidrográfica Internacional (OHI), Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), entre otros referentes globales del gremio.

Ponencia CT - 6

41

Requisitos de diseño para resistencia de fuerzas de viento en edificaciones

Juan C. Reyes^{1,2}, Juan D. Sandoval² & Mauricio Sánchez^{1,3}

¹Universidad de los Andes, Colombia. Email: jureyes@uniandes.edu.co

²Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS. Email: jd.sandoval3153@uniandes.edu.co

³Email: msanchez@uniandes.edu.co

Resumen

Esta presentación resume el procedimiento del diseño de edificaciones para fuerzas de viento del documento ASCE7-16 [1], el cual será propuesto para su consideración en versiones futuras de las normativas colombianas. La presentación incluye: mapas de velocidad, ajustes por ubicación de la estructura, presiones internas y externas, y

cálculo de presiones de diseño finales. También, se presentan avances de las investigaciones realizadas con el fin de proponer un nuevo mapa de velocidades de viento para diseño de edificaciones en Colombia.

Ponencia CT - 7

Función de los manglares como amortiguadores de inundación por alto oleaje

Durcey Alison Stephens Lever

Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe

Ponencia CT - 8

Protocolo Nacional de Respuesta ante huracanes y otros ciclones tropicales en Colombia

Gloria Magdally López

Subdirección para el Manejo de Desastres de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

Ponencia CT - 9

Experiencia de gestión de riesgo territorial: Sistema de Alerta Temprana departamento de La Guajira

**Kiana Rafaela Valbuena Mejía, Yovany Delgado,
Yerlis Caraballo & Luis Manuel Medina Toro.**

Corporación Autónoma Regional de La Guajira (Corpoguajira).
Email: k.valbuena@corpoguajira.gov.co y delgado@corpoguajira.gov.co



Resumen

Debido a los múltiples riesgos que se han materializado a través de los años en el departamento de La Guajira, en el año 2009, se realizó el montaje de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) en el flanco nororiente de la Sierra Nevada de Santa Marta que permite tener conocimiento de los eventos hidroclimatológicos para fortalecer la institucionalidad y la capacidad de respuesta de las comunidades ante estos. Es así, como a través de este Sistema se vienen generando conocimientos en materia de riesgos y alertando a las comunidades con la emisión de boletines diarios, apoyados en las estaciones que se instalaron y las que han sido donadas al convenio, contando actualmente con 25, que permiten reportar informes mensuales y boletines diarios, para la toma de decisión de manera oportuna, evitando efectos mayores e impactos con más intensidad en el territorio. El Sistema permite monitorear las condiciones atmosféricas del área local de los municipios del departamento de La Guajira y es complementado con el uso de imágenes satelitales de diferentes fuentes como la NASA, generando información para los coordinadores de gestión del riesgo y masificándola diariamente en medios de comunicación, como: la radio, la prensa escrita y las redes sociales.

43

Con este proyecto se conoce en tiempo real el comportamiento de la precipitación y de los niveles de la superficie del agua en los drenajes para prevenir o disminuir, mediante la detección y emisión de alertas temprana, la pérdida de vidas humanas y de bienes materiales, así como las actividades económicas (agricultura), anticipándose a la ocurrencia de inundaciones y fenómenos de remoción en masa.

El área de estudio se encuentra localizada en el departamento de La Guajira, flanco nororiental de La Sierra Nevada de Santa Marta, más específicamente en las cuencas de los ríos Tapias y Jerez. El centro de recepción es la Oficina Asesora de Planeación de Corpoguajira, municipio de Riohacha. La transmisión de información de las estaciones a la oficina de recepción, se realiza a través de sistema GPRS por las condiciones geográficas, e informa de eventos extraordinarios a las autoridades de emergencias del nivel departamental y a los quince (15) municipios, desde el sistema, con la emisión de alertas para la toma de decisiones, obteniendo como resultado:

- Fortalecimiento institucional, mediante la transferencia de saberes en conocimiento del riesgo hacia otras entidades (15 alcaldías del departamento de La Guajira).
- Herramientas que permiten realizar un análisis proactivo, de la situación de riesgos y las posibles consecuencias, para alistar a las comunidades y salvaguardar vidas.

- Alertar a las poblaciones para reacción y protección en gestión de riesgo de desastres (1.012.926 habitantes del departamento de La Guajira).
- Un sistema de monitoreo y pronóstico activo para alertar a la población, dada las probabilidades de ocurrencia de eventos, como: inundaciones, deslizamientos, huracanes, vendavales, etc.
- Impulsar una cultura de prevención de desastres por medio de la educación y divulgación.

Entonces, se puede concluir que el SAT, es una herramienta que facilita información para la toma de decisiones de los entes territoriales (alcaldías, departamento, autoridad ambiental), en coherencia con los principios de solidaridad y subsidiariedad que la ley 1523 de 2012 le confiere a las autoridades ambientales, con el fin de reducir las afectaciones que pueden sufrir los seres humanos y sus sistemas de vida, por fenómenos naturales como las inundaciones, deslizamientos, huracanes, entre otros.

El SAT, permite realizar un efectivo ordenamiento del territorio, haciéndose consciente de la ocupación del mismo y del respeto por los ecosistemas y las comunidades locales, a fin de aumentar su resiliencia, partiendo del proceso de conocimiento de la gestión de los riesgos. Por otro lado, entre las lecciones que se han generado, la articulación con la comunidad ha sido una de las más importantes, toda vez que, a través del trabajo con líderes, se ha podido garantizar el cuidado y la apropiación de las estaciones y torres a nivel local, así como la gestión de la información que las mismas estaciones generan en las diferentes cuencas y municipios, empoderando a los actores en la producción de información.

Otra gran lección que se constituye en un éxito dentro del proyecto, es la estrategia de comunicación y divulgación de los diferentes boletines y reportes que se generan en el sistema, pues al ser transmitida a través de periódicos, redes sociales, la página de la Corporación y de actores como: los coordinadores de gestión del riesgo, representantes de los organismos de respuesta y periodistas que de manera directa la publican en los medios, ha permitido que con los años se haya ido aumentando y ampliando el rango de acción del SAT, y su apropiación y reconocimiento a nivel local, departamental y regional.

Finalmente, en términos de investigación, es de vital importancia profundizar los conocimientos en los efectos locales de amenazas específicas, como ciclones y huracanes en el territorio, definiendo parámetros sobre los que se debe hacer un seguimiento más puntual, para así generar pronósticos más acertados en el territorio, ampliando la red de estaciones de monitoreo.

MOVIMIENTOS EN MASA

Objetivo:

Generar un espacio para compartir información y experiencias sobre movimientos en masa e identificar líneas de investigación que el país requiere para ampliar el conocimiento sobre la temática.

26 y 27 de septiembre de 2019

Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia, sede
Sogamoso, Boyacá



El futuro es de todos Gobierno de Colombia

ENCUENTRO ACADÉMICO

MOVIMIENTOS EN MASA

INGRESO LIBRE - CUPO LIMITADO



UNGRD
Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

Agenda 26 de septiembre de 2019

Hora	Actividad
8:00 - 8:30 a.m.	Registro de ponentes y asistentes
8:30 - 9:00 a.m.	Saludo de bienvenida Eduardo Avendaño, <i>decano de Facultad Seccional Sogamoso, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)</i> Germán Bermúdez, <i>coordinador Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres Boyacá</i> Lina Dorado González, M.Sc., <i>subdirectora para el Conocimiento del Riesgo, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)</i>
9:00 - 9:30 a.m.	El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres Lina Dorado González, M.Sc., <i>Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)</i>
9:30 - 10:00 a.m.	Importancia del conocimiento geocientífico en la evaluación de amenaza y riesgo por movimientos en masa, experiencias del SGC Marta Calvache, Ph.D., <i>Servicio Geológico Colombiano (SGC)</i>
10:00 - 10:30 a.m.	Los movimientos en masa: retos y oportunidades para el desarrollo sostenible de la infraestructura de transporte Carolina Barbanti Mansilla, <i>Instituto Nacional de Vías (INVIAS)</i>
10:30 - 10:45 a.m.	Preguntas
10:45 - 11:00 a.m.	Receso
11:00 - 11:30 a.m.	Historia de los desastres en el departamento de Boyacá Héctor Fonseca Peralta, Ph.D., <i>Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)</i>
11:30 a.m. - 12:00 m.	Estrategias para la instrumentación, monitoreo y análisis de deslizamientos activos en el Valle de Aburrá Ana María Pérez, M.Sc., <i>Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA)</i>
12:00 - 12:15 m.	Preguntas
12:15 m. - 2:00 p.m.	Almuerzo (Libre)
2:00 - 2:30 p.m.	Procesos de inestabilidad en el departamento de Boyacá, caso aplicado municipio de San Eduardo Gloria Ruiz Peña, M.Sc., <i>Servicio Geológico Colombiano (SGC)</i>
2:30 - 3:00 p.m.	Los deslizamientos en las carreteras colombianas: tipos, efectos y costos Montero Olarte, <i>Sociedad Colombiana de Geotecnia</i>
3:00 - 3:15 p.m.	Preguntas
3:15 - 3:30 p.m.	Receso
3:30 - 4:00 p.m.	Movimientos en masa en el departamento de Boyacá Germán Bermúdez, <i>coordinador Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres de Boyacá</i>
4:00 - 4:30 p.m.	Riesgos por movimientos en masa en el municipio de Paz de Río María Elena Ortiz Novoa, <i>alcaldesa de Paz de Río, Boyacá</i>
4:30 - 5:00 p.m.	Preguntas
5:00 - 6:00 p.m.	Visita al Museo Universitario de Ingeniería Geológica (MUIG) <i>Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)</i>

Agenda 27 de septiembre de 2019

Hora	Actividad
8:00 - 8:30 a.m.	Metodología para la zonificación de la susceptibilidad al desarrollo de movimientos en masa para el municipio de Miraflores, Boyacá, mediante la aplicación de la metodología del SGC y la técnica Shalstab - Tobia Luis David Mesa, M.Sc., <i>Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)</i>
8:30 - 9:00 a.m.	Uso de SIG y tecnologías geoespaciales en el estudio de movimientos en masa Alexander Vergara, Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica (CIAF), <i>Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)</i>
9:00 - 9:30 a.m.	Seguimiento y monitoreo operativo en el tema de amenaza por deslizamientos en zonas inestables Sergio Rojas, <i>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)</i>
9:30 - 10:00 a.m.	Sistema de Alerta de Bogotá Diana Arévalo, Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER)
10:00 - 10:15 a.m.	Receso
10:15 - 11:30 a.m.	Panel de expertos - Monitoreo, sistemas de alerta temprana por movimientos en masa: <ul style="list-style-type: none"> - Ing. Diana Arévalo, IDIGER - Ing. Nancy Velásquez, INVIAS - Ing. German Bermúdez, CDGRD Boyacá - Ing. Ana María Pérez, SIATA. - Ing. Yohanna Rojas, IDEAM. - Dra. Martha Calvache, SGC. - Moderadora: M.Sc. Lina Dorado González, UNGRD
11:30 a.m. - 12:45 m.	Mesas de trabajo - Identificación líneas de investigación Nubia Ramirez C., M.Sc., y Mauricio Romero Torres, Ph.D., <i>Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)</i>
12:45 m. - 1:00 p.m.	Cierre del evento
1:00 - 2:00 p.m.	Almuerzo (libre)
2:00 - 6:00 p.m.	Actividades de celebración de los 40 años de la Escuela de Ingeniería Geológica de la UPTC

47

Ponencia MM - 1

Importancia del conocimiento geocientífico en la evaluación de amenaza y riesgo por movimientos en masa.

Experiencias del SGC

Marta Lucía Calvache Velasco

Servicio Geológico Colombiano. Email: mcalvache@sgc.gov.co

Resumen

Propósito: Justificar la necesidad de invertir en conocimiento útil sobre ordenamiento del territorio, gestión del riesgo y el desarrollo sostenible del país. Metodología: Presentar la experiencia del Servicio Geológico Colombiano (SGC), antes INGEOMINAS, en casos de problemas relacionados con movimientos en masa. Algunos de los casos van a ser utilizados para analizar el problema y sus implicaciones. Resultados: La mayoría de los colombianos vivimos en zonas montañosas y regiones que por sus características geológicas y el uso de la tierra son propensas a que ocurran fenómenos de movimientos en masa. La ocurrencia de este tipo de fenómenos desencadena una gran cantidad de problemas, desde pérdida de vidas humanas, medios de vida e infraestructura. Los movimientos en masa son uno de los fenómenos naturales que representan amenazas de mayor ocurrencia en el territorio colombiano. En general, son localizados y su extensión puede variar desde pocas decenas de metros cuadrados hasta cientos de hectáreas. Igualmente, son muy variados los fenómenos que ocurren y sus características, dependiendo, entre otros aspectos, de las particularidades de las rocas, los procesos que han construido las geoformas, el comportamiento del agua en la superficie y en el área subterránea, el uso del suelo y los cambios drásticos en ese uso. Adicionalmente, las lluvias intensas y continuas, al igual que los sismos con intensidades importantes, influyen en el comportamiento de los materiales ubicados en las áreas más superficiales de la corteza terrestre. El principal punto para resaltar es que los tomadores de decisiones, la comunidad, autoridades e instituciones, incorporen el conocimiento del subsuelo, como el pilar o apoyo para interactuar con el territorio. Conclusiones: Con los ejemplos presentados, es claro que el conocimiento del subsuelo y la definición de las características esenciales de los procesos que intervienen en los movimientos en masa es fundamental para disponer las bases en la toma de decisiones relacionadas con el territorio para la mayor parte de los municipios. Sin embargo, este conocimiento no es fácil de adquirirlo por parte de las administraciones municipales, departamentales o nacionales y muchas veces cuando se tiene, no se maneja de forma eficiente.

48

Ponencia MM - 2

Los movimientos en masa: retos y oportunidades para el desarrollo sostenible de la infraestructura de transporte

Carolina Barbanti Mansilla & Nancy Velásquez Osorio

Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Email: cbarbanti@invias.gov.co

Resumen

Desde una revisión minuciosa de registros de emergencias atendidas en la red vial nacional de Colombia en un período de once años, de 2005 a 2015, se estableció que los eventos recurrentes los constituyen los movimientos en masa y erosiones. No obstante, no se evidencian en los mencionados registros las causas, ni el impacto generado sobre la infraestructura de transporte (Velásquez, 2017). Se configura por consiguiente, un inadecuado manejo de los datos de carácter técnico asociados a los eventos de emergencia atendidos por la Subdirección de Prevención y Atención de Emergencias en el periodo mencionado, hecho que se constituye hoy, en una dificultad para la realización de modelaciones matemáticas que permitan a partir de datos históricos, determinar las probabilidades de ocurrencia y el establecimiento de factores y causas evidenciadas de los movimientos en masa que han afectado los trazados viales del país, y con ello la economía en diversos contextos. Sin duda, los datos históricos aportarían a la construcción de metodologías que permitieran un acercamiento a la valoración de esta amenaza y con esto, a la generación de acciones eficaces para anticiparse a su ocurrencia. Al respecto, y dadas las limitaciones mencionadas, las metodologías en construcción avanzan en la generación de mapas de susceptibilidad a partir de un trabajo de fortalecimiento institucional, logrado por el INVIAS con el aporte del Servicio Geológico Colombiano (SGC). Por otro lado, Colombia es un país cuya lógica ha estado mediada por intereses, antes que por un sentido cultural o ambiental del territorio, con acciones de desestructuración social e institucional que desestimula el ejercicio ciudadano y resta iniciativa a los territorios para edificar su propio futuro (Instituto de Estudios del Ministerio Público, 2011), el cual se supone plasmado en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT, PBOT o EOT según corresponda), pero que respecto a las zonas aledañas a la infraestructura de transporte no es tan claro; constituyéndose en una situación evidente ante los efectos de los movimientos en masa sobre los trazados viales, y cuya ocurrencia está relacionada con la composición de los materiales involucrados, la condición de estos, las estructuras geológicas y el patrón de flujo de agua, en dónde la influencia directa o indirecta de la lluvia, la humedad del suelo, la actividad sísmica asociada a la reactivación de fallas geológicas, la deforestación, el deficiente manejo del suelo, las sobrecargas y la inadecuada distribución de las aguas en vertimientos y drenajes, se han constituido en factores contribuyentes y detonantes de estos movimientos.

Métodos: Con el fin de contar con criterios técnicos basados en el conocimiento de los factores causales de los procesos de inestabilidad, la Guía Metodológica para la Evaluación del Riesgo Físico por Movimientos en Masa en la Infraestructura Vial

realizada por el INVIAS y el SGC, propone profundizar en la caracterización geoambiental que define las zonas en las que se ha emplazado la red vial nacional. Idealmente, se debe contar con bases de datos no solo de la infraestructura vial y atención de emergencias, sino también relacionada con aspectos que permiten tener una visión prospectiva del problema en un área involucrada. Es así como se estima la geología: litologías o tipos de material deslizado, suelos y rocas, y la geomorfología: morfometría y morfología de las laderas, el uso del suelo y cobertura de la tierra, factor antrópico como posible causal de inestabilidad (INVIAS & SGC, 2018). Es importante precisar que esta información puede estar o no incluida en el territorio denominado faja de retiro

Se analizan, además, el tipo de movimiento en masa y las dimensiones: características relacionadas con la actividad del movimiento y su tipo según terminología estándar, dimensiones, percepción de la amenaza y del riesgo, y los factores causales (contribuyentes y detonantes). Al respecto, "vale la pena comentar que la mayor parte de los problemas de inestabilidad del terreno, son 'detonados' por factores antrópicos, los únicos sobre los cuales es posible ejercer algún tipo de control" (Duque, 2016). Control reglado por los lineamientos del ordenamiento territorial, las fajas de retiro estimadas por el Decreto Ley 1228 de 2008 y una adecuada coordinación institucional. Con la obtención de mapas de susceptibilidad en los corredores geológicos y la identificación de factores inherentes, contribuyentes y detonantes, se pretende una mejor comprensión del territorio y un acercamiento institucional que genere intervenciones coordinadas y efectivas, en beneficio del ordenamiento territorial al que debe apostar el país, incluyendo en ello la dinámica de la infraestructura de transporte acorde a las responsabilidades y competencias del nivel local, regional y nacional.

Resultados: El análisis de la problemática es en doble vía, es decir, el trabajo realizado en un proceso de acercamiento institucional al territorio, ha demostrado que los proyectos viales no son efectivos sin una concepción global con una mirada desde lo local y la comprensión de la interacción de la infraestructura con el territorio. Visualizar el impacto a las comunidades asentadas en la zona, sus reacciones y la generación de un posible incremento en la dinámica local, es previsible y podría ser controlado desde una correcta ejecución del ordenamiento territorial ejercido desde la autoridad local, con el apoyo y coordinación interinstitucional competente. Las fajas de retiro cobran importancia cuando son invadidas y no legalizadas por la institucionalidad, generando conflictos en el uso del suelo con costos a futuro no calculados, pero previsibles.

Conclusiones: Las competencias entre instituciones son incluyentes y permiten visibilizar las responsabilidades a nivel local y nacional. La ley 1523 de 2012 y su decreto

reglamentario 2157 de 2017 se constituye en una oportunidad para lograr una mejor coordinación interinstitucional, a partir de un trabajo colectivo con un fin común, el ordenamiento territorial. La gestión del riesgo es gradual y requiere un compromiso de la institucionalidad para seguir avanzando.

Lecciones aprendidas: Las estrategias generadas para lograr un acercamiento institucional al territorio han sido exitosas e impactan en el mejoramiento de la captura y manejo de la información suministrada por parte de las direcciones territoriales, situación que se evidencia desde el año 2016 a la fecha, en un periodo en el que la institución ha generado acciones que permiten interactuar con comunidades asentadas en las zonas de influencia de las vías, autoridades locales e instituciones con presencia territorial; que de paso han permitido la interacción con entidades del orden nacional, academia e instituciones del conocimiento en procesos de fortalecimiento institucional y mejoramiento en la captura y manejo de la información. Avances que a través de un importante esfuerzo logran la apertura a la incorporación de la gestión del riesgo en la planeación, mantenimiento y operación de la infraestructura de transporte del país.

Bibliografía

- Duque, E. (2016). Geotecnia para el trópico andino. Manizales. Instituto de Estudios del Ministerio Público. (Noviembre de 2011). Procuraduría General de la Nación. Obtenido de <https://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/Cartilla%20descentralizaci%C3%B3n.pdf>
- INVIAS & SGC. (2018). Guía Metodológica para la Evaluación del Riesgo Físico por Movimientos en Masa en la Infraestructura Vial. Bogotá.
- Velásquez, N. (2017). Mapeo y Análisis de las Emergencias en la Red Vial Nacional No Concensionada 2005 - 2015. Representación comprensible de la experiencia del sector, en términos de las emergencias atendidas en la red vial nacional. Tesis de Grado. Maestría en Gestión del Riesgo y Desarrollo. ESING. Bogotá D.C, Colombia.

Ponencia MM - 3

Historia de desastres de origen natural en el departamento de Boyacá

Héctor Fonseca

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Email: hector.fonseca@uptc.edu.co

Resumen

La revisión histórica de desastres de origen natural del departamento de Boyacá, hace parte de la investigación del trabajo doctoral del autor y de las actividades del Convenio Interadministrativo Específico No. 1610 de 2015 UPTC - Gobernación de Boyacá - CAR: "Investigación aplicada a la modelación del territorio a partir del análisis geomorfológico del departamento de Boyacá", SGI 1637, con recursos del Sistema General de Regalías. El propósito de este convenio, además de tener como insumo la cartografía topográfica en escala 1:10.000 de todo el territorio boyacense, es realizar la geomorfología en escala 1:25.000, en sus componentes de morfometría, morfogénesis y morfodinámica, así como, la susceptibilidad por geomorfología a los movimientos en masa, como punto de partida para la zonificación de la amenaza relativa por estos procesos en escala detallada. La revisión histórica de los desastres de origen natural en el periodo de investigación desde el año 1925 al 2011, aborda los procesos geomorfológicos materializados en amenazas naturales que han afectado de forma repetitiva a poblaciones altamente vulnerables.

52

Como objetivo principal se tiene la comprensión histórica de las incidencias, procesos y dinámicas sociales antes, durante y después de los eventos críticos que afectaron los centros poblados en los municipios del departamento de Boyacá, en el periodo 1925 - 2011. La hipótesis de investigación está relacionada con la premisa "los desastres no son naturales", son producto de riesgos mal manejados, en donde, tiene una alta responsabilidad el ser humano tanto por estar expuesto en la dirección de la amenaza (la cual sí puede ser netamente natural), participar de manera activa en el facilitamiento de la ocurrencia de la misma o propiciando elementos de vulnerabilidad, entendida esta última, como una construcción directamente social que es sinónimo de inseguridad, ya sea física, económica, social, política, ideológica, técnica, cultural, educativa, ecológica e institucional [1].

Para la definición de la cronología de los desastres naturales se recurrió inicialmente a un seguimiento de la prensa nacional, regional y local sobre estos eventos y sus detonantes (sismos, periodos lluviosos intensos y prolongados). Generalmente los sismos regionales y los periodos lluviosos ligados a variabilidades climáticas como el fenómeno de La Niña, tienen una connotación nacional, por lo que puede estar registrada en periódicos de circulación nacional y regional o en archivos nacionales y departamentales. Para los eventos puntuales, se recurrió a archivos municipales, parroquiales y a entrevistas de afectados. De igual manera, existen numerosos informes técnicos de los eventos más representativos aportados principalmente por el Servicio Geológico

Nacional e INGEOMINAS (hoy Servicio Geológico Colombiano), de entidades como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), y desde su creación reciente, la información de las dependencias nacionales, departamentales y municipales de gestión del riesgo.

La primera reubicación total de un pueblo de Boyacá data del año 1.727, corresponde al centro poblado de Chita, posterior al movimiento en masa que lo afectó en 1.724 [2]. Sin embargo, los mayores impactos corresponden al periodo del año 1.933 al 1.938, cuando muchas poblaciones fueron damnificadas por movimientos en masa y flujos torrenciales, detonados por periodos lluviosos intensos y prolongados, que afectaron a la mayor parte del país, dando lugar a la reubicación de Sativa Viejo a Sativa Norte, La Paz de Chitagoto a Paz de Río y de Socha Viejo a Socha [3] [4] [5].

El centro poblado de Paz de Río desde su reubicación, y su vecino caserío de Santa Teresa, han tenido varios episodios desastrosos de los cuales se resalta, los flujos torrenciales de la quebrada La Chapa, que ocurrió el 6 de abril de 1.963, uno de los eventos que más vidas ha cobrado, sobrepasando los 50 muertos [6]. De igual manera se presentan eventos desastrosos repetitivos en centros poblados, en los que se destaca Guacamayas [7] y Labranzagrande [8] [9], en donde ocurren amenazas multitemporales, detonadas en periodos lluviosos, que denotan falencias desde el punto de vista del manejo de los riesgos, con alta responsabilidad social de las vulnerabilidades globales.

El evento más reciente, con implicaciones locales y regionales, fue el ocurrido en Jericó en los años 2010 y 2011, durante el periodo lluvioso asociado a la variabilidad climática de La Niña, durante el cual, la ocurrencia de movimientos en masa de las laderas del río Chitano, afectaron a cerca de 1.950 habitantes de las veredas circundantes a la cabecera municipal, en una extensión aproximada de 2.000 hectáreas [10].

Este tipo de investigaciones de la historia ambiental y particularmente la historia de los desastres, tiene una gran aplicabilidad en la etapa de prevención del ciclo del riesgo y es parte del conocimiento del territorio, en donde la especialización de los eventos permite hacer un seguimiento multitemporal de los procesos geomorfológicos en la definición de la zonificación de las amenazas. Por otro lado, la ocurrencia repetitiva de los eventos desastrosos permite concluir que los desastres allí ocurridos no son naturales, y más bien, tienen responsabilidades sociales que deben ser tenidas en cuenta en la gestión del riesgo durante la recuperación y la prevención para reducir vulnerabilidades y aumentar la resiliencia de las comunidades que pueden ser nuevamente afectadas.

Bibliografía

1. Wilches Chau, G. (1993). La vulnerabilidad global. En A. Maskrey, Los desastres no son naturales (págs. 11-44). Lima: La Red.
2. Amaya, M. (1930). Historia de Chita. Tunja: Tunja, Imprenta Oficial.
3. Alvarado, B., & Hubach, E. (1933). La destrucción de la población de Sativa Norte (Boyacá) y el sitio para su reconstrucción. Bogotá: Ministerio de Minas y Petróleo.
4. Alvarado, B., & Hubach, E. (1933). la destrucción de la población de la Paz (Boyacá) y su futuro emplazamiento. Bogotá: Servicio Geológico Nacional.
5. Manjarrés, G. (1971). Deslizamientos en Socha Viejo. Departamento de Boyacá. Bogotá: INGEOMINAS.
6. La tragedia de Santa Teresa. (1963). El Tiempo, p 1.
7. Cucalón, I. (1968). Esguerramiento en la población de Guacamayas. Bogotá: INGEOMINAS
8. Van Der Hammen, T. (1954). Los deslizamientos en el municipio de Labranzagrande (Boyacá). Bogotá: Ministerio de Minas y Petroleos. Instituto Geológico Nacional.
9. Padilla, J. (1992). Reconocimiento Geológico Municipio de Labranzagrande, Boyacá. Bogotá: INGEOMINAS.
10. Fonseca, H. (2011). Gestión del riesgo del municipio de Jericó. Concepto técnico para la ocupación de escuelas en el área rural y construcción de soluciones de vivienda en el área urbana. Jericó: UPTC.

Ponencia MM - 4

54

Estrategias para la instrumentación, monitoreo y análisis de deslizamientos activos en el Valle de Aburrá

Pérez, A., Arce, L., Posada, G., Miranda, O., Larios, M. & Hoyos, C.

Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA)

Resumen

En general los movimientos en masa son procesos naturales de caída de material que modelan el paisaje. Autores como Bates & Jackson (1987) y Varnes (1978), definen deslizamiento como "el movimiento de una masa de rocas, detritos o tierra hacia abajo de una ladera", en los cuales, por lo general, el material se mueve pendiente abajo sobre una superficie de cizalla (Bates & Jackson, 1987; Varnes, 1978). Las zonas montañosas tropicales tienen una susceptibilidad y amenaza alta por movimientos en masa, en particular por deslizamientos, debido a la combinación de varios elementos desencadenantes como son: la topografía, grandes tasas de meteorización y lluvias intensas (Aristizábal et al., 2005; Borgomeo et al., 2014; Chen & Lee, 2003; Dahal et al., 2008; Lacasse & Nadim, 2009; Moulat et al., 2018). En el caso del Valle de Aburrá, las laderas del área metropolitana de la ciudad de Medellín presentan numerosos reportes históricos de eventos asociados a este contexto geomorfológico, conformando escenarios con alta susceptibilidad a la ocurrencia del fenómeno.

Teniendo en cuenta lo anterior, desde el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA), se plantea el diseño y la aplicación de un sistema de monitoreo continuo de las condiciones físicas de las laderas con deslizamientos activos a lo largo del Valle de Aburrá, considerando la geomorfología de los procesos activos y los depósitos asociados a estos. Relacionando a su vez, la interdependencia entre las características del material parental y la dinámica del agua dentro del perfil de suelo.

La red de monitoreo de deslizamientos activos comprende una fase de diagnóstico, con el fin de obtener toda la información posible sobre las características topográficas, geológicas, geotécnicas y ambientales de la zona en evaluación (DiBiago & Kjekstad, 2007; Lacasse & Nadim, 2009; Suárez-Díaz, 1998; Uhlemann et al., 2016), además de la caracterización de los deslizamientos y la implementación del esquema de monitoreo en función de herramientas recomendadas por diversos autores, como: las fotografías aéreas, imágenes satelitales, caracterización física e hidrológica, geológica, geomorfológica, y técnicas geofísicas en el reconocimiento de las particularidades del movimiento y el tipo de material (Best et al., 2009; Casagli et al., 2009; Crawford et al., 2018; Drahor et al., 2006; Lacasse & Nadim, 2009; Moulat et al., 2018; Kyoji-Sassa et al., 2009; Siddiqui & Osman, 2013; Singhroy, 2009).

Finalmente, se presentan las conclusiones de la primera fase de implementación de la red de monitoreo, relacionando los avances en el desarrollo de equipos y técnicas de instrumentación de bajo costo, la operación de la red de instrumentación y el análisis de la dinámica y evolución de los procesos de inestabilidad encontrados y la identificación en tiempo real de los agentes detonantes del movimiento.

Bibliografía

1. Aristizábal, E., Roser, B., & Yokota, S. (2005). Tropical chemical weathering of hillslope deposits and bedrock source in the Aburrá Valley, northern Colombian Andes. *Engineering Geology*, 81(4), 389–406. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2005.08.001>
2. Bates, R., & Jackson, J. (1987). *Glossary of Geology*. Falls Church, Virginia: Emerald Publishing Limited.
3. Best, M., Bobrowsky, P., Douma, M., Carlotto, V., & Pari, W. (2009). Geophysical Surveys at Machu Picchu, Peru: Results for Landslide Hazard Investigations. In *Landslides – Disaster Risk Reduction*.
4. Borgomeo, E., Hebditch, K. V., Whittaker, A. C., & Lonergan, L. (2014). Characterising the spatial distribution, frequency and geomorphic controls on landslide occurrence, Molise, Italy. *Geomorphology*, 226, 148–161. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.08.004>
5. Casagli, N., Tofani, V., & Adler, R. F. (2009). A Look from Space. In *Landslides – Disaster Risk Reduction*.
6. Chen, H., & Lee, C. F. (2003). A dynamic model for rainfall-induced landslides on natural slopes. *Geomorphology*, 51(4), 269–288. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00224-6](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00224-6)
7. Crawford, M. M., & Bryson, L. S. (2018). Assessment of active landslides using field electrical measurements. *Engineering Geology*, 233, 146–159. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2017.11.012>

8. Crawford, M. M., Bryson, L. S., Woolery, E. W., & Wang, Z. (2018). Using 2-D electrical resistivity imaging for joint geophysical and geotechnical characterization of shallow landslides. *Journal of Applied Geophysics*, 157, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2018.06.009>
9. Dahal, R. K., Hasegawa, S., Nonomura, A., Yamanaka, M., Dhakal, S., & Paudyal, P. (2008). Predictive modelling of rainfall-induced landslide hazard in the Lesser Himalaya of Nepal based on weights-of-evidence. *Geomorphology*, 102(3–4), 496–510. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.05.041>
10. DiBiago, E., & Kjekstad, O. (2007). Early warning, Instrumentation and Monitoring Landslides. In Asian Disaster Preparedness Center (ADPC) & Instituto Noruego de Geotecnia (NGI) (Eds.), *Asian Program for Regional Capacity Enhancement for Landslide Impact Mitigation - RECLAIM Phase II* (p. 98). Phuket-Thailand.
11. Drahor, M. G., Göktürkler, G., Berge, M. A., & Kurtulmuş, T. Ö. (2006). Application of electrical resistivity tomography technique for investigation of landslides: A case from Turkey. *Environmental Geology*, 50(2), 147–155. <https://doi.org/10.1007/s00254-006-0194-4>
12. Lacasse, S., & Nadim, F. (2009). Landslide Risk Assessment and Mitigation Strategy. In K. Sassa & P. Canuti (Eds.), *Landslides – Disaster Risk Reduction* (p. 638).
13. Moulat, M. El, Debauche, O., Mahmoudi, S., Brahim, L. A., Manneback, P., & Lebeau, F. (2018). Monitoring System Using Internet of Things for Potential Landslides. *Procedia Computer Science*, 134, 26–34. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.140>
14. Sassa, K., Fuukuoka, H., & Carreno, R. (2009). Landslide Investigation and Capacity Building in the Machu Picchu - Aguas Calientes Area (IPL C101-1). In *Landslides – Disaster Risk Reduction*.
15. Siddiqui, F. I., & Osman, S. B. A. B. S. (2013). Simple and multiple regression models for relationship between electrical resistivity and various soil properties for soil characterization. *Environmental Earth Sciences*, 70, 259–267. <https://doi.org/10.1007/s12665-012-2122-0>
16. Singhroy, V. (2009). Satellite Remote Sensing Applications for Landslide Detection and Monitoring. In K. Sassa & P. Canuti (Eds.), *Landslides – Disaster Risk Reduction* (p. 638).
17. Suarez Diaz, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga.
18. Uhlemann, S., Smith, A., Chambers, J., Dixon, N., Dijkstra, T., Haslam, E., ... Mackay, J. (2016). Assessment of ground-based monitoring techniques applied to landslide investigations. *Geomorphology*, 253, 438–451. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.10.027>
19. Varnes, D. (1978). Socioeconomic and environmental impacts of landslides in the western hemisphere.

Ponencia MM - 5

Procesos de inestabilidad en el departamento de Boyacá, caso aplicado municipio de San Eduardo

Gloria Ruiz

Servicio Geológico Colombiano. Email: gruiz@sgc.gov.co

Resumen

El Servicio Geológico Colombiano (SGC), dentro de su misión institucional tiene la evaluación y monitoreo de amenazas de origen geológico, entre las que se encuentran los movimientos en masa. En el grupo de trabajo Evaluación de Amenaza

por Movimientos en Masa se realizan trabajos de investigación en cinco frentes: (1) Zonificación de amenaza por movimientos en masa, (2) Inventario nacional de movimientos en masa, (3) Generación de guías metodológicas, (4) Apropiación social del conocimiento y (5) Asistencia Técnica y Atención de Emergencias, los cuales se interrelacionan entre sí en el proceso de investigación. Esta ponencia muestra a partir del ejemplo del municipio de San Eduardo, departamento de Boyacá, como desde la atención de una emergencia, se genera un estudio de zonificación de amenaza por movimientos en masa, aplicando las guías metodológicas generadas por el SGC, de tal manera que se obtiene como resultado información geocientífica relevante para la gestión de riesgo y el ordenamiento territorial.

Objetivo: Presentar, a partir del ejemplo del municipio de San Eduardo, como la inestabilidad presente en el departamento de Boyacá, tiene gran influencia en la toma de decisiones en el nivel regional y local en temas de gestión de riesgo y ordenamiento territorial. Metodología: A partir de una visita de emergencia realizada por el SGC los días 3 y 4 de octubre de 2018, se caracteriza el movimiento en masa y se dan recomendaciones encaminadas a evitar la pérdida de vidas humanas. El SGC realiza un estudio de amenaza por movimientos en masa en el municipio de San Eduardo, aplicando la guía metodológica del SGC (2017) [1]. Mediante la aplicación de la metodología de apropiación social del conocimiento [2] que emplea el grupo de trabajo 'Evaluación de Amenaza por Movimientos en Masa' del SGC, se viene apoyando al municipio para la implementación de los resultados del estudio en los procesos de gestión de riesgo y ordenamiento territorial.

Resultados: El 20 de septiembre de 2018 se inició un movimiento en masa complejo y compuesto en la zona rural del municipio de San Eduardo, el cual afectó en ese momento un área de 411 ha, involucrando un volumen de cerca de $5,32 \times 10^7$ m³ de material y generando la evacuación de 60 familias.[3] La inestabilidad que se presenta en el municipio de San Eduardo no es exclusiva de dicha zona, por el contrario, de acuerdo con el mapa de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000 del departamento de Boyacá, el 17.2 % de su territorio presenta amenaza muy alta, el 46.62 % amenaza alta, el 35.81 % amenaza media y solo el 0.38 % amenaza baja [4], condición que está controlada por los tipos de materiales (rocas y depósitos), la presencia de estructuras geológicas que afectan de manera importante la calidad de las rocas, sus condiciones geomorfológicas y de cobertura de la tierra. El SGC generó en el mes de octubre del mismo año un informe relacionado con las características del movimiento, dio algunas recomendaciones y decidió generar los estudios básicos de amenaza por movimientos en masa del municipio de San Eduardo, tanto en la zona rural (escala

1:25.000] como urbana (escala 1:5.000). Sin embargo, la Gobernación de Boyacá, solicitó que los estudios de la zona urbana se realizaran a escala 1:2.000 y se hicieran a nivel de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Entre los meses de noviembre de 2018 y junio de 2019, se realizó el estudio en la zona rural a escala 1:25.000, cuyos resultados se presentan a continuación. [5] Se generaron los mapas de Unidades Geológicas Superficiales, Subunidades Geomorfológicas, Cobertura de la Tierra y Uso del Suelo, y se aplicó una metodología estadística bivariada para la obtención de la susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa. Con base en los resultados el 31.59 % del municipio presenta amenaza alta, el 46.36 % amenaza media y 21.46 % amenaza baja. Estos resultados están asociados a los tipos de materiales, su nivel de fracturamiento para el caso de las rocas, la existencia de depósitos coluviales antiguos y recientes, y al cambio de uso del suelo que ha presentado una dinámica importante en los últimos años.

Bibliografía

1. E. Rodríguez et. al. (2017). Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa escala 1:25.000. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
2. G. Ruiz (2013). Acercando conocimientos para transformar realidades “caso de estudio municipio de Cáqueza” (Tesis de Maestría) Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia
3. H. García y L. Méndez (2018) Concepto técnico sobre la visita de emergencia al movimiento en masa de las veredas Villanueva y Cardoso del municipio de San Eduardo (departamento de Boyacá). Bogotá, Colombia.
4. Servicio Geológico Colombiano (2017). Las amenazas por movimientos en masa de Colombia. Una visión a escala 1:100.000. Bogotá, Colombia.
5. G. Ruiz et. al. (2019). Zonificación de amenaza por movimientos en masa en el municipio de San Eduardo - Boyacá. Escala 1:25.000. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

Ponencia MM - 6

Los deslizamientos en las carreteras colombianas: tipos, efectos y costos

Juan Montero Olarte

Sociedad Colombiana de Geotecnia. Email: juanmontero170@gmail.com

Resumen

En esta ponencia se citan los tipos de deslizamientos más frecuentes en Colombia, país Andino severamente afectado por inestabilidad, dada su condición geológica compleja, la fuerte actividad sísmica y tectónica que afecta su territorio dispuesto

en el cinturón circumpacífico, así como las condiciones climáticas extremas dada su ubicación dentro de la zona tropical. Además, expone que los deslizamientos se agrupan en tres categorías, lo cual permite entender mejor la influencia de los diferentes procesos de inestabilidad a lo largo de los corredores viales: las deformaciones de los suelos (creep), los deslizamientos en general y los deslizamientos del tipo flujo. Por otra parte, se explica brevemente la distribución de estos procesos en Colombia de conformidad con el Mapa de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa, (INGEOMINAS, 2001). Así mismo, se destaca la importancia de conocer los efectos y costos de la inestabilidad frente al compromiso de reducir esos costos y mitigar los riesgos, y a tal propósito se presenta una breve historia de tres casos de inestabilidad, que ilustran la situación planteada: el deslizamiento de Quebradablanca, el caso especial de erosión y deslizamientos de El Mirador, ambos en ambiente metamórfico, y el deslizamiento de El Cune, en ambiente sedimentario. Finalmente, se dan a conocer los costos directos e indirectos causados por estos movimientos, en los cuales el autor tuvo la oportunidad de intervenir como funcionario del Ministerio de Obras Públicas y profesor de la Universidad Nacional de Colombia.

Ponencia MM - 7

59

Remociones en masa en el departamento de Boyacá

German Rafael Bermúdez Arenas

Unidad Administrativa Especial para la Gestión del Riesgo de
Desastres, Boyacá. Email: cdgrd.boyaca@gestiondelriesgo.gov.co

Resumen

Propósito: Evidenciar los escenarios de riesgo presentes en el departamento de Boyacá. **Métodos:** Reconocimiento de Campo. **Resultados:** Informe de asistencia técnica, alimentación de la base de datos del Sistema de Información Geográfica del Departamento de Boyacá (SIGTER), generación del conocimiento del riesgo, implementación de medidas de reducción del riesgo y manejo de desastres. **Conclusiones:** Aproximadamente la mitad del área departamental 1.234.232,5, equivalente al 53 %, tienen una alta susceptibilidad a eventos de deslizamientos, especialmente cuando existe un uso inadecuado del suelo, en épocas de lluvias intensas o por movimientos sísmicos. Las provincias más susceptibles a este fenómeno son: Neira, Oriente,

Lengupa, La Libertad, Valderrama Norte, Gutiérrez y Occidente. Lecciones aprendidas: Los municipios tienen una baja capacidad de respuesta para atender una remoción en masa. No se priorizan recursos para la gestión del riego y lo relacionado con la ley 1523 de 2012. Baja capacitación para las juntas de acción comunal en temas relacionados a la gestión el riesgo de desastres. Gran cantidad de municipios no cuentan con los instrumentos de gestión del riesgo de desastres actualizados de acuerdo con lo estipulado en la Ley 1523 de 2012, como el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD), Fondo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (FMGRD) y la Estrategia Municipal de Respuesta a Emergencias (EMRE). Baja incorporación de la gestión del riesgo de desastres en el ordenamiento territorial de los municipios (EOT-PBOT-POT).

Ponencia MM - 8

Riesgos por movimientos en masa en el municipio de Paz de Río

María Elena Ortiz Novoa

Alcaldesa de Paz de Río, Boyacá

Ponencia MM - 9

Metodología para la zonificación de la susceptibilidad al desarrollo de movimientos en masa para el municipio de Miraflores, Boyacá, mediante la aplicación de la metodología del SGC y la técnica Shaltab -Tobia

Luis David Mesa Ríos

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad
Seccional Sogamoso. Email: luis.mesa01@uptc.edu.co

Resumen

El ordenamiento del territorio se convierte no solo en el instrumento fundamental

para promover el desarrollo del país, sino en la herramienta para la gestión, planificación, regulación, transformación y ocupación del espacio por y para la sociedad, por lo cual, todos los municipios en el territorio colombiano deberían estar obligados a iniciar un proceso de revisión y ajuste de los ordenamientos territoriales que incorporen los estudios de la gestión del riesgo, en cumplimiento a lo establecido dentro del decreto 1807 de 2014, estudios técnicos que deben cumplir con la rigurosidad que establece la ley y las instituciones que se encuentran a cargo del desarrollo y formalización de metodologías investigativas aplicables a las condiciones del territorio colombiano. Debido a las diversas metodologías estadísticas de análisis para la zonificación de amenazas por movimientos en masa (heurística, estocástica, bayesiana, frecuentista, determinísticas y probabilísticas), para las cuales se determinan la integración de aspectos temáticos donde el criterio experto interviene de una forma representativa, es difícil llegar a presentar una aproximación respecto a la uniformidad de categoría de amenazas que se presenta a nivel de tendencias regionales, y más aún que puedan realizarse empalmes a nivel de jurisdicción.

Es por esta razón que mediante la evaluación de los aspectos temáticos que influyen en el territorio colombiano, se plantea la posibilidad de desarrollar la aplicación de una 'Zonificación de Susceptibilidad y Amenazas al Desarrollo de Movimientos en Masa para el Municipio de Miraflores, Boyacá, mediante la aplicación de la metodología del Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la técnica Shaltab - Tobia basada en los procedimientos definidos por parte del SGC en la 'Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa Escala 1: 25.000' publicada en el año 2017. Esta metodología busca definir el grado de precisión y validación de los movimientos en masa respecto al comparativo con los resultados que se puedan obtener del método Shaltab para zonas de ladera donde predomina los movimientos en masa, dentro de la interacción suelo roca, y Tobia (Topographic Bedding Plane Intersection Angle) para laderas predominantemente compuestas por roca.

Mediante la implementación de un método alternativo de evaluación probabilística dentro de la metodología definida por parte del Servicio Geológico Colombiano, se busca establecer una ruta comparativa que permita identificar el método más óptimo para la zonificación de susceptibilidad ante el desarrollo de movimientos en masa, basada en el planteamiento original de métodos probabilísticos bayesianos y la propuesta de aplicar función de distribución de probabilidad que permite explicar el comportamiento de cada una de las variables aplicadas, resultados que a su vez serán confrontados con los resultados obtenidos de la aplicación de técnicas de Shaltab (suelo) y Tobia (roca) para la zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa. Los resultados

serán validados respecto al inventario de movimientos en masa (curvas de éxito) y el desarrollo de visitas de campo, las cuales permitirán establecer estadísticamente la mejor metodología que se acomoda a las características del terreno presentes dentro del municipio de Miraflores Boyacá.

Objetivo: Establecer y aplicar una propuesta metodológica cuantitativa para la zonificación de susceptibilidad al desarrollo de movimientos en masa mediante la aplicación de la metodología del Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la técnica Shaltab - Tobia en el municipio de Miraflores, Boyacá, tomando en cuenta las condiciones particulares del área.

Métodos: Debido a que el desarrollo del proyecto involucra la aplicación de dos metodologías, es necesario considerar que cada una constituye el manejo de una serie de actividades encaminadas a establecer el condicionamiento de procesos que determinan el resultado final. Por lo tanto, para la aplicación de la metodología desarrollada por el Servicio Geológico Colombiano se implementó el manejo de las siguientes etapas:

62

Metodología definida por el SGC. **Recolección de Información:** En esta etapa se hará la adquisición de datos y recopilación de la información necesaria para la construcción del modelo, es indispensable contar con una cartografía geológica, geomorfológica, aspectos descriptivos de la cobertura vegetal y uso del suelo, así como el desarrollo de inventarios de movimientos en masa acorde a las exigencias definidas en el formato del Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA) del SGC.

Procesamiento y construcción de los insumos temáticos secundarios: Corresponde a la construcción del modelo de susceptibilidad por movimientos en masa a escala 1:25,000, para ello es necesario generar los parámetros y atributos secundarios del análisis estadístico y probabilístico bajo los procedimientos metodológicos señalados en las zonificaciones de la susceptibilidad por movimientos en masa propuestos a desarrollarse dentro del municipio de Miraflores, departamento de Boyacá.

Cálculo de la susceptibilidad por movimientos en masa: Con la construcción de los insumos temáticos, a fin de que los resultados obtenidos se ajusten a las características propias identificadas y que en este caso se relacionan con la complejidad de los materiales expuestos que están sujetos a presentar inestabilidad durante condiciones anómalas a la tendencia climatológica regular que se cumple dentro del municipio de Miraflores.

Validación de resultados mediante curvas de éxito: La calidad de los resultados obtenidos se confrontarán con la construcción de curvas de éxito, las cuales miden la bondad de ajuste de la función de susceptibilidad a los movimientos en masa inventariados.

Metodología mediante la aplicación de la técnica Shalstab - Tobia.

Análisis estadístico: El Método Matricial o Análisis Condicional involucra el desarrollo de subdivisiones del terreno denominadas Unidades de Condiciones Únicas (UCU) (A. Clerici, 2002, J. V. De Graff, 2012), donde se integran los factores seleccionados por el especialista que condicionan la ocurrencia de movimientos en masa en el área de estudio. La probabilidad espacial de la ocurrencia de un movimiento en masa (L), tomando en cuenta la combinación de factores únicos (UCU, está dada por la densidad de los movimientos en masa en la UCU. Análisis con base física: Corresponde a la aplicación del modelo en función de las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) considerando la naturaleza en suelo o roca de las laderas. Para laderas en suelo se implementará el modelo físico Shalstab, desarrollado por Montgomery y Dietrich, (D. R. Montgomery, 1994) y utilizado en cuencas de montaña y ambientes tropicales con éxito. Este modelo considera el control topográfico sobre el flujo subsuperficial causante de los movimientos en masa superficiales detonados por lluvias. Shalstab utiliza el modelo hidrológico denominado Topog (O'Loughlin, 1986). Para el detonante lluvia, se propone evaluar escenarios de lluvias comparativas con los valores picos registrados a nivel de las estaciones locales, dentro de un periodo de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años, lo que equivale a un parámetro de modelamiento en mm/h (A. Ortega, 1984). Para las laderas en roca se aplicará el método del Índice de Tobia (Topographic Bedding Plane Intersection Angle) propuesto por Meentemeyer y Moody (R. K. Meentemeyer, 2000). El índice de Tobia, que está dado en función de la pendiente, del aspecto de la ladera, y de la dirección y ángulo de buzamiento de las estructuras o discontinuidades de la roca, viene expresada por la siguiente relación:

$$T = [\cos (\beta) * \cos (\alpha) + \operatorname{sen} (\beta) * \operatorname{sen} (\alpha) * \cos (\delta - \Theta)]$$

Dónde:

β es el buzamiento de las estructuras o discontinuidades analizadas [0-90°]

δ es la dirección del buzamiento

α es la pendiente de la ladera [0-90°]

Θ el aspecto [0-360°].

Resultados esperados: Con la generación del mapa de susceptibilidad mediante la implementación de los métodos con base física Shalstab, se determinará los porcentajes de las laderas en suelo con inestabilidad ante un evento de lluvia con una intensidad determinada, mientras que para la clasificación de laderas mediante el Índice de Tobia, se determinará el porcentaje de área con laderas cataclinales de menor buzamiento a la inclinación de la ladera. Finalmente, para la identificación de los sectores críticos se generará un mapa combinando los resultados del método estadístico con los resultados de los métodos con base física utilizando como unidad de análisis la Unidad Morfodinámica Independiente (UMI).

Tiempo de estudio: El estudio involucro un tiempo de ejecución equivalente a cinco meses, en relación con la sumatoria de tiempos que correspondieron al trabajo de campo, procesamiento de datos y validación de resultados.

Resultados: De esta manera se hace necesario determinar el uso de una metodología para la zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa que brinde un alto grado de precisión en el producto cartográfico final, el cual sea verificable en los procesos de validación respecto a los inventarios de movimientos en masa y visitas de campo.

64

Aplicabilidad en gestión del riesgo de desastres: Al desarrollar la aplicación de dos o más metodologías de zonificación de susceptibilidad y amenazas por movimientos en masa, es posible establecer marcos comparativos en aquellas áreas que contienen definido el desarrollo de inestabilidad según las características morfológicas de ciertas zonas, así como las áreas que presentan una condición de estabilidad en función de los aspectos morfométricos del terreno. Esta condición permite realizar procesos de validación y definición de zonas potenciales de amenazas, que posteriormente estarán sujetas a presentar restricciones de usos del suelo y limitaciones al desarrollar estudios detallados.

Bibliografía

- Servicio Geológico Colombiano Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa Escala 1: 25.000
- J. V. de Graff, E. Brabb, and A. King, "Landslide hazard assessment In: Primer on natural hazard management in integrated regional development planning. DRDE, General Secretariat, OAS," Washington, D.C., Tech. Rep., 1991.
- A. Clerici, S. Perego, C. Tellini, and P. Vescovi, "A procedure for landslide susceptibility zonation by the conditional analysis method," *Geomorphology*, vol. 48, no. 4, pp. 349–364, dec 2002. [Online]. Available: <http://www.science-direct.com/science/article/pii/S0169555X0200079X>
- G. F. Bonham-Carter, "Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS," p. 398, 1994.
- D. R. Montgomery and W. E. Dietrich, "A physically based model for the topographic control on shallow landsliding," *Water Resources Research*, vol. 30, no. 4, pp. 1153–1171, apr 1994.

- R. K. Meentemeyer and A. Moody, "Automated mapping of conformity between topographic and geological surfaces," *Computers and Geosciences*, vol. 26, no. 7, pp. 815-829, aug 2000.
- F. Guzzetti, A. C. Mondini, M. Cardinali, F. Fiorucci, M. Santangelo, and K.- T. Chang, "Landslide inventory maps: New tools for an old problem," *Earth- Science Reviews*, vol. 112, no. 1-2, pp. 42-66, apr 2012.
- C.-J. F. Chung, A. G. Fabbri, and C. J. Van Westen, "Multivariate Regression Analysis for Landslide Hazard Zonation." Springer, Dordrecht, 1995, pp. 107-133.
- J. V. De Graff, H. C. Romesburg, R. Ahmad, and J. P. McCalpin, "Producing landslide-susceptibility maps for regional planning in data-scarce regions," *Natural Hazards*, vol. 64, no. 1, pp. 729-749, oct 2012.
- E. M. O'Loughlin, "Prediction of Surface Saturation Zones in Natural Catchments by Topographic Analysis," *Water Resources Research*, vol. 22, no. 5, pp. 794-804, may 1986.
- A. Ortega and A. Serrano, "Índice de erosión pluvial y periodos de retorno para Fredonia, Jardín y Venecia," Ph.D. dissertation, Universidad Nacional de Colombia, 1984.
- Van Westen, C. (2013). Guidelines for the generation of 1:50.000 scale landslide inventory, susceptibility maps, and qualitative risk maps, illustrated with case studies of the provinces Thanh Hoa and Nghe An. University of Twente.
- Van Westen, C. J. (1993). Application of Geographical Information System to landslide hazard zonation. ITC Publication No. 15, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Enschede.

Ponencia MM - 10

Uso de SIG y tecnologías geoespaciales en el estudio de movimientos en masa

65

Alexander Vergara Garzón

Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica (CIAF).

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Email:
luisalexander.vergar@igac.gov.co

Resumen

El uso de las tecnologías geoespaciales, especialmente las de teledetección o sensoramiento remoto, históricamente han contribuido de forma relevante en el conocimiento de los movimientos en masa, ya sea en su etapa de detección y caracterización o en la de análisis y modelamiento de amenaza debido este tipo de eventos. A partir de algunas experiencias, el centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica (CIAF), ha realizado varios proyectos aplicados en el que se articulan armónicamente diferentes técnicas de adquisición de datos, que van desde el empleo de estaciones totales, receptores GNSS y topobatimetría, pasando por procedimientos de fotogrametría digital convencional y con drones, así como el empleo de imágenes satelitales para estudios de procesos de movimientos en masa, incluyendo los de tipo avenida torrencial en escalas 1:25.000 y 1:2000. Para los diferentes casos de estudio, nordeste antioqueño (2012 - 2014) y Villavicencio, Meta (2018), se han elaborado productos que,

dada su naturaleza, han facilitado la realización de interpretaciones ágiles y confiables respecto a las técnicas tradicionales. En este sentido, la metodología de trabajo migró completamente de procedimientos e insumos análogos a digitales con el empleo de productos fotogramétricos, ortofotomosaicos, modelos digitales de terreno DTM, imágenes multiespectrales, visualización y captura de datos en ambiente estereoscópico por medio de software específico e interoperable SIG. Así mismo, se retomó el empleo de imágenes en anaglifo, cuya aplicabilidad no solo se ha dado para procesos interpretativos, sino también para actividades de validación a partir de visitas de campo, que, apoyadas con dispositivos móviles como tabletas y aplicaciones geográficas de fácil adquisición y operación, reducen significativamente los costos de desplazamiento y actividad, compleja por demás, de acuerdo con las condiciones de orden público aún presentes en ciertas regiones del país. Todo ello ha suscitado una solución amigable y coherente de cara a los avances tecnológicos y geoespaciales, generando información cartográfica confiable bajo estándares de calidad, y en armonía con las políticas de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE).

Ponencia MM - 11

66

Pronóstico de la amenaza por deslizamientos asociadas a lluvias en zonas inestables

Sonia Bermúdez, Felipe Espejo, Yohanna Rojas & Sergio Rojas

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
(IDEAM). Email: sbermudez@ideam.gov.co

Resumen

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), como entidad de apoyo técnico y científico para el ajuste de las políticas ambientales y la toma de decisiones, por medio de su Oficina del Servicio de Pronósticos y Alertas (OSPA) presenta el pronóstico de la amenaza diaria por deslizamiento que tiene como objeto proveer información oportuna acerca de la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos asociados a lluvias.

El mapa de amenaza tiene como insumos o variables fijas la capa de susceptibilidad del terreno a los movimientos en masa (IDEAM-SGC, 2010) y la capa de pendientes, y

como detonante la precipitación de los últimos 30, 10 y 3 días, así como el pronóstico de la precipitación para las siguientes 24 horas. La presentación de los resultados se presenta a escala 1:500.000 donde se muestra el nivel de mayor amenaza por municipio. Métodos: Diariamente el IDEAM genera los mapas y el boletín de pronóstico de la amenaza por deslizamientos de tierra detonados por lluvias, empleando la siguiente metodología: Se presenta los datos de precipitación observada como uno de los tres insumos, estos datos corresponden a la precipitación diaria medida por las estaciones hidrometeorológicas del IDEAM. El modelo de deslizamientos tiene en consideración un conjunto de 29 capas ráster interpoladas, correspondientes a los últimos 29 días meteorológicos.

El segundo insumo es la precipitación estimada con base en datos de superficie y altura de los modelos GEM (Modelo Canadiense), GFS (Modelo Global), ECMWF (Modelo Europeo) y WRF (Modelo Americano), que presenta la precipitación más probable durante las siguientes 24 horas. El tercer insumo es la capa estática ráster de susceptibilidad del terreno a deslizamientos escala 1:500.000 (IDEAM- SGC, 2010). Seguidamente, los procesos, que son automatizados en la consola de R - Statitics, donde se define los criterios y umbrales de las variables para la determinación de la alerta:

1. Precipitación pronosticada - Edición SmartMet mayor de 40 mm
2. Precipitación acumulada 3 días mayor de 80 mm
3. Precipitación acumulada 10 días mayor de 200 mm
4. Susceptibilidad del terreno a movimientos de remoción en masa.
5. Pendientes (como capa máscara)

Los primeros tres criterios están relacionados con la variable precipitación que es el detonante, seguido de la susceptibilidad del terreno a deslizamientos que presenta las siguientes categorías: Nula = 0, Muy Baja = 5, Baja = 10, Media = 15, Alta = 25 y Muy Alta = 30, y finalmente la capa de pendientes que funciona como una capa máscara para las zonas con pendiente mayor al 9 % y que corresponde a la pendiente crítica para las vías terciarias según el manual de drenaje para carreteras. Resultados: Como resultado se obtiene una capa raster diaria que representa las condiciones para la ocurrencia de deslizamientos de tierra detonados por lluvia figura, con la cual se extrae el pixel de mayor alerta por municipio para realizar su presentación en el visor público de alertas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM): <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/alertabig-portlet/html/alertabig/view.jsp>.

Conclusiones: La anterior metodología permite generar el pronóstico diario de la amenaza por deslizamientos y de alguna manera identificar municipios con probabilidad de amenaza para que ocurran deslizamientos por aumento en las precipitaciones en zonas de pendiente mayor a 9 %. Lecciones aprendidas: Esta metodología depende directamente del pronóstico de precipitación, es por esto que entre más acertado sea, el pronóstico de la amenaza de deslizamiento también lo será.

Bibliografía

1. Juan. Montero, Clasificación de movimientos en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia, Publicaciones Especiales Geológicas SGC (2017).
2. Yolanda. Gonzales, Modelo logístico individual (determinado en la fase II Y III) y evaluar el resultado para diferentes clases de susceptibilidad, incluidos los periodos de retorno para el área de estudio a escala 1:100.000 (2014).
3. IDEAM, Metodología utilizada para la evaluación de la información hidrometeorológica y determinación de los umbrales de lluvia y los periodos de referencia para su aplicación a los estudios de la amenaza por movimientos en masa (2013).
4. IDEAM, Metodología para la estimación de datos faltantes en series de precipitación diaria, Documento Técnico No 2 Fase II (2013).
5. IDEAM, Base de datos estaciones convencionales y automáticas (2019).
6. Ruth. Mayorga, Determinación de umbrales de lluvia detonante de deslizamientos en Colombia. Tesis de Magister Meteorología, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Departamento de Geociencias - Bogotá (2003).
7. INVIAS, Manual de drenaje para carreteras (2009).

Ponencia MM - 12

Sistema de Alerta de Bogotá

Diana Patricia Arévalo Sánchez

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático
(IDIGER). Email: darevalo@idiger.gov.co

Resumen

El Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER), como coordinador del Sistema Distrital de Gestión de Riesgo de Desastres y Cambio Climático, es quien lidera el proceso de conocimiento de gestión del riesgo en Bogotá. Por este motivo, se comparten los avances logrados con el Sistema de Alerta de Bogotá y las experiencias generadas durante su implementación, enfocado en el escenario de riesgo por movimientos en masa.

Métodos: De acuerdo con el proceso de conocimiento del riesgo se ha implementado el Sistema de Alerta de Bogotá, el cual se estructuró para su funcionamiento basándose en los subprocesos de análisis de riesgo, monitoreo y comunicación del riesgo, en donde se han desarrollado diferentes metodologías aplicables en cada escenario de riesgo caracterizado para la ciudad. Para este espacio académico se hace énfasis en la implementación del Sistema de Alerta para el Escenario de Riesgo por Movimientos en Masa, que está basado en un análisis de la relación lluvia - deslizamiento para identificar zonas de interés que son objeto de verificación en campo, seguimiento y monitoreo, con el fin de determinar medidas de reducción de riesgo y establecer la priorización técnica para su intervención, así como la información base para la toma de decisiones previas a la respuesta. De igual manera, dicha verificación en campo ha permitido realizar una retroalimentación continua a las priorizaciones emitidas desde el Sistema de Alerta, con el propósito de ir mejorando los umbrales definidos inicialmente. Resultados: De acuerdo con los análisis de la relación lluvia - deslizamiento, desde el Sistema de Alerta de Bogotá, se emiten reportes de sitios priorizados en la ciudad en los que existe susceptibilidad a que se presenten fenómenos de movimientos en masa, con la finalidad de que el personal técnico de la Entidad acuda prontamente a esas zonas y pueda actuar de manera oportuna para identificar acciones inmediatas que permitan reducir o mitigar el riesgo en la zona priorizada, protegiendo la vida y bienes de los ciudadanos. El sistema se calibra con la información derivada de los eventos de movimientos en masa que se atienden por el equipo de profesionales del IDIGER.

Conclusiones: De manera general, se ha avanzado en la estructuración del producto de 'Sitios propensos a deslizamientos', a través del cual se brinda información a la comunidad sobre el resultado de los análisis diarios que se realizan para la ciudad, especialmente para la zona urbana. Se confirma la necesidad de fortalecer el sistema a partir del levantamiento de información técnica detallada para lograr afinar los umbrales, mejorando la efectividad de las estimaciones.

Lecciones aprendidas: Inicialmente, para el caso de estudio de la ciudad de Bogotá, se definieron umbrales generales para toda la ciudad. Posteriormente, se identificó que la generación de umbrales para la priorización de sitios susceptibles a movimientos en masa, depende de condiciones hidroclimatológicas y geológicas del territorio, así como de la intervención antrópica a nivel de detalle; factores que varían ampliamente a lo largo de las zonas de ladera de la ciudad, haciendo más complejo el ejercicio de estimación de sitios donde se puedan configurar en el corto plazo condiciones de riesgo inminente derivadas de movimientos en masa.

Índice de autores

A		
Acosta, A.....	12	
Arce, L.....	54	
Archila, S.....	17	
Arévalo Sánchez, D.A.....	68	
Arias, P.....	18	
Arteaga Díaz, M.E.....	29	
Ayala, D.A.....	17	
B		
Barbanti Mansilla, C.....	48	
Barrios, M.....	13	
Beltrán Vargas, J.E.....	16	
Bermudez Arenas, G.R.....	59	
Bermudez, S.....	66	
Bernal, G.....	38	
Bernal, N.R.....	13	
Boom, A.....	17	
C		
Calvache Velasco, M.L.....	47	
Caraballo, Y.....	42	
Cardona, O.M.....	38	
Coca Domínguez, O.....	30	
D		
Delgado, D.....	42	
Díaz Almanza, E.....	11	
E		
Espejo, F.....	66	
F		
Fernandez, M.E.....	39	
Fonseca, H.....	51	
G		
González-Arango, C.....	17	
H		
Herrera Moyano, D.....	40	
Hoyos, C.....	54	
Huget, M.C.....	17	
I		
Idárraga García, J.....	23	
L		
Larios, M.....	54	
León Aristizábal, G.....	36	
Lizarazo Marriaga, J.M.....	22	
Lombana, L.....	13	
Lonin, S.....	32	
Lozano, R.E.....	17	
M		
Martínez Gómez, M.T.....	36	
Martínez Maldonado, F.E.....	12	
Martínez, A.....	18	
Medina Toro, L.M.....	42	
Melo Franco, J.Y.....	11	
Mesa Ríos, L.D.....	60	
Miranda, O.....	54	
Montero Olarte, J.....	58	
Montes, C.....	17	
Mora Páez, H.....	24	
Morales, J.S.....	18	
N		
Navarro, E.....	18	
O		
Orejuela, C.....	17	
Ortiz Novoa, M.E.....	60	
Ortiz, J.C.....	38	
Otero Díaz, L.J.....	24	
Otero, L.....	30	
P		
Pabón Caicedo, J.D.....	15	
Paz-García, D.....	12	
Pérez, A.....	54	
Posada, G.....	54	
Poveda Núñez, H.E.....	22	
Q		
Quiñones Pinzón, M.L.....	10	
Quintero, J.....	30	
R		
Rengifo, L.M.....	25	
Reyes, J.C.....	26, 41	
Ricarte Villota, C.....	30	
Rodríguez Caceres, D.....	40	
Rojas, S.....	66	
Rojas, Y.....	66	
Romero Torres, M.....	12	

Ruiz Murcia, J.F.....	11
Ruiz, G.	56
Ruiz, M.	18
S	
Salguero Londoño, D.F.....	14
Sánchez Escobar, R.....	22
Sanchez, M.....	41
Sandoval, J.D.....	41
Serna, L.M.....	18
Stephens Lever, D.A.....	42
T	
Torres Parra, R.R.	31
Tremblé, E.A.....	12
V	
Valbuena Mejía, K.R.	42
Velásquez Osorio, N.	48
Vergara Garzón, A.....	65
Vieira, S.C.....	18
W	
Wilches-Chaux, G.....	29
Z	
Zuñiga, A.C.....	17



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia

LA PREVENCIÓN ES DE **TODOS**

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

Av. Calle 26 No. 92-32, Edificio Gold 4 - piso 2

Línea gratuita de atención: 01 8000 11 32 00

PBX: (57 1) 5529696

Bogotá D.C. - Colombia

www.gestiondelriesgo.gov.co



@UNGRD



ungrd_oficial



@GestionUNGRD



UNGRD Gestión del
Riesgo de Desastres



UNGRD

Unidad Nacional para la Gestión
del Riesgo de Desastres

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres