



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
Multidisciplinario
21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

RELACIÓN ENTRE EL COMPORTAMIENTO DE ALGUNAS VARIABLES CLIMATOLÓGICAS Y LA SUSCEPTIBILIDAD DE OCURRENCIA DE EVENTOS CATASTRÓFICOS (DESLIZAMIENTOS), EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE PEREIRA, PERÍODO 1964-2004

Institución: UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA

Autor:

Alejandro Alzate Buitrago

E-mail: aalzate@unilibrepereira.edu.co

Geólogo

Especialista en ciencias de la tierra y medio ambiente

Magíster en desarrollo sustentable con énfasis en prevención y atención de desastres



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

RESUMEN

En el municipio de Pereira, y a partir del inventario histórico de deslizamientos y los registros climatológicos de la Estación meteorológica Aeropuerto Matecaña y de la Estación Planta de Tratamiento (Empresa Aguas y Aguas de Pereira), se pudo establecer la relación entre el comportamiento de las precipitaciones y la susceptibilidad de ocurrencia de deslizamientos en el perímetro urbano. El ejercicio investigativo se soportó en la georreferenciación de 348 deslizamientos asociados a la ocurrencia de lluvias en la región de estudio, permitiendo así establecer la relación entre deslizamientos y lluvias antecedentes.

ABSTRACT

In the municipality of Pereira, and from historic landslide inventory and weather records Weather Station Airport Matecaña and Treatment Plant (company Aguas y Aguas de Pereira) station, it could establish the relationship between the behavior of precipitation and susceptibility to landslide occurrence in the urban perimeter. The research was supported in exercise georeferencing 348 landslides associated with the occurrence of rainfall in the study area, thus allowing to establish the relationship between landslides and rainfall records.

PALABRAS CLAVE: Lluvia, deslizamientos, desastres, umbrales de lluvia, prevención de desastres.

1. INTRODUCCIÓN

El propósito general de la investigación es establecer la relación existente entre el comportamiento de algunas variables climatológicas y la susceptibilidad de ocurrencia de deslizamientos, en el perímetro urbano del municipio de Pereira, durante el período 1964-2004. Generalmente los fenómenos de remoción en masa están asociados a los períodos lluviosos, ya que la precipitación es uno de los factores detonantes principales de los deslizamientos. La intensidad y la



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

duración de la lluvia necesaria para detonar el movimiento depende en cada caso de las condiciones iniciales de humedad y de la posición del nivel freático en la zona; estas variables guardan una estrecha relación con la precipitación precedente a que está sometido el talud (González, 1990).

La ciudad de Pereira es altamente susceptible a la ocurrencia de deslizamientos en virtud de sus características geológicas, geomorfológicas, climáticas y de intervención antrópica, lo cual ha generado un historial de pérdidas e impactos a nivel socio-económico que han dejado profundas huellas en su desarrollo local. Esta situación se agudiza durante los períodos de lluvias prolongadas e intensas, de corta duración, que desencadenan deslizamientos sin que hasta el presente se haya avanzado en la definición de un modelo de pronóstico basado en la determinación de los umbrales de lluvia como agentes detonantes de deslizamientos para la ciudad (Lizcano, 2006).

El ejercicio investigativo se fundamenta en el análisis de 348 deslizamientos ocurridos en el área de estudio, entre los años 1964 y 2004, y su relación con las precipitaciones locales, como agente detonante de deslizamientos y su potencial aprovechamiento como sistema de alerta temprana por parte de las autoridades competentes.

2. METODOLOGÍA

Para estimar las posibles correlaciones entre umbrales de lluvia en períodos de 15, 30, 45 y 60 días y la ocurrencia de deslizamientos, se definieron las siguientes fases:

- Fase 1: Consulta y georreferenciación de deslizamientos, según el registro histórico de desastres del municipio de Pereira.
- Fase 2: Evaluación de las precipitaciones asociadas a la ocurrencia de deslizamientos; localización y georreferenciación de cada uno de los



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

eventos y definición de umbrales de tiempo para los cuales la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa haya sido más crítica y representativa.

Fase 3: Estimación de umbrales de lluvia antecedente como agente detonante de deslizamientos para el municipio de Pereira.

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. EVALUACIÓN DE LA BASE DE DATOS DEL REGISTRO HISTÓRICO DE DESASTRES DEL MUNICIPIO DE PEREIRA

El municipio de Pereira cuenta con un registro de 348 deslizamientos ocurridos entre los años 1970 y 2000 (DOPAD, 2006). A partir del mismo, se pudo identificar la cantidad de deslizamientos ocurridos mes a mes para el período de registro mencionado y se destaca que para los trimestres secos diciembre-febrero y julio-agosto se presentaron un total de 93 y 65 deslizamientos respectivamente; en tanto que para los trimestres húmedos marzo-mayo y septiembre-noviembre se registraron un total de 113 y 77 deslizamientos respectivamente.

Los años con mayor número de reportes fueron 1996-2000, que concentran el 75% de los eventos ocurridos en el territorio municipal (260 deslizamientos). Estas cifras confirman que el reporte de deslizamientos es directamente proporcional al crecimiento urbanístico de la ciudad, en virtud de la ocupación de zonas no aptas para el urbanismo y la adecuación antitécnica de terrenos, dado que los promedios históricos de los valores de precipitaciones mensuales y anuales para el municipio de Pereira se han mantenido casi constantes.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
Multidisciplinario
21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

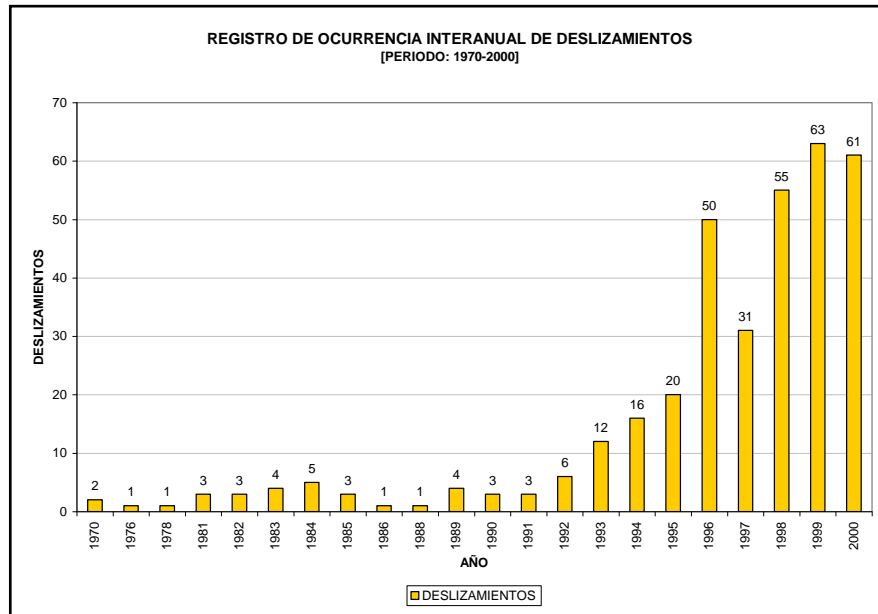
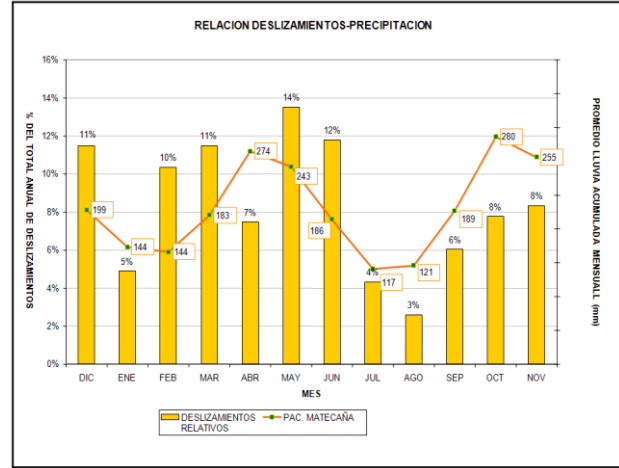
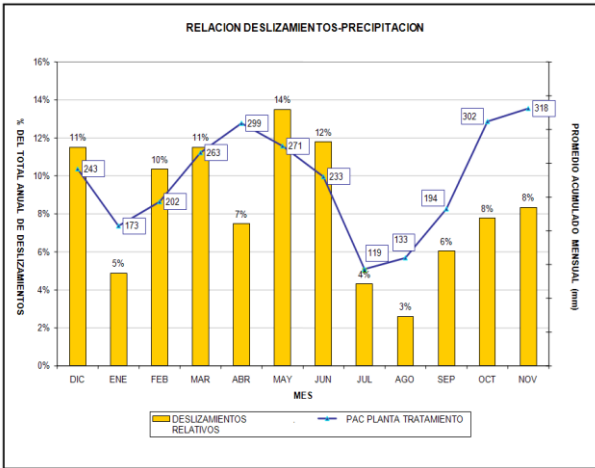


Gráfico 1. Relación año y cantidad de deslizamientos ocurridos

Adicionalmente, el análisis permitió verificar que el mes de mayo presenta la mayor concentración porcentual de deslizamientos ocurridos durante el período de análisis, hecho éste que concuerda parcialmente con el régimen bimodal de lluvias para la región. No obstante, el análisis también permite confirmar que las lluvias evento no son la causa fundamental de la ocurrencia de deslizamientos, pues como se evidencia en la gráfica, los promedios históricos de lluvias para los meses de octubre (302 mm) y noviembre (318 mm), considerados meses del régimen húmedo, siendo los valores más altos de la serie, concentran sólo el 8% respectivamente de los deslizamientos ocurridos durante el período de análisis, razón por la cual se infiere que las lluvias acumuladas son un factor determinante en la activación y/o detonación de fenómenos de remoción en masa para el territorio municipal.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
 Multidisciplinario
 21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México



Relación entre la distribución porcentual de deslizamientos y el promedio histórico mensual de precipitaciones

3.2. DETERMINACIÓN DE LOS UMBRALES DE LLUVIA CRÍTICOS COMO AGENTES DETONANTES DE DESLIZAMIENTOS

Para la determinación de los umbrales de lluvia se debe contar con información de al menos dos deslizamientos que hayan ocurrido durante el lapso de una lluvia intensa, o durante los días u horas que la tormenta haya permanecido dentro de la zona por estudiar. Con ello es posible asegurar que la lluvia juega el papel principal para la ocurrencia de dichos deslizamientos (Mendoza, 2006).

Con el objeto de verificar que la ocurrencia de los deslizamientos es dependiente de la precipitación, se tomaron valores cualitativos de los deslizamientos ocurridos por trimestre para aplicar una tabla de contingencia que certifique dicha dependencia. Estos valores pueden apreciarse en la Tabla de contingencia deslizamientos-precipitación, en donde se comparó la variable período climático con la variable fase de ocurrencia de los deslizamientos. Esta última variable ha sido considerada con el objeto de verificar la correlación existente entre el cambio



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

de períodos climáticos o período de transición, con el descenso o incremento de los deslizamientos.

Tabla 2. Relación contingencia deslizamientos-precipitación

Período climático	Fase de ocurrencia de deslizamientos			
	Inicial	Intermedia	Final	Totales
Diciembre-Febrero	40	17	36	93
Marzo-Mayo	40	26	47	113
Junio-Agosto	41	15	9	65
Septiembre-Noviembre	21	27	29	77
Totales	142	85	121	348

Es importante considerar que como los registros pluviométricos obtenidos en una estación son puntuales, los umbrales de lluvia detonante, para cada evento, también lo son. Además, cuando las estaciones meteorológicas están homogéneamente distribuidas, en una región, los datos registrados en ellas permiten determinar el umbral de lluvia acumulada para dicha región (Mayorga, 2003). La tabla 3 presenta el promedio de los umbrales de lluvia acumulada para períodos de 15, 30, 45 y 60 días, obtenidos como producto del trabajo investigativo.

Tabla 3. Umbral promedio de lluvia acumulada (mm)

PERÍODO (días)	TRIMESTRE							
	Estación: Aeropuerto Matecaña				Estación: Planta de Tratamiento			
	1	2	3	4	1	2	3	4
15	130	191	100	150	145	139	208	177
30	234	366	179	263	274	236	350	307
45	363	511	312	348	398	359	511	413
60	504	608	430	432	538	485	629	515



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

4. CONCLUSIONES

- Entre los años 1964 y 2004, del total de los 348 deslizamientos ocurridos en el municipio de Pereira se observó una gran concentración de estos eventos en estratos de cenizas volcánicas de 20 a 35 m de espesor (zonas 3 y 4 del mapa de microzonificación sísmica de Pereira), representando un 55% (149 eventos) del total de los deslizamientos reportados a nivel urbano. En cuanto a la zona rural, la tasa de ocurrencia alcanzó un 22% (77 eventos) del total de los deslizamientos reportados.
- De acuerdo con el reporte de precipitaciones suministrado por la estación meteorológica del IDEAM ubicada en el Aeropuerto Matecaña y la estación Planta de Tratamiento, para el período comprendido entre los años 1970 y 2000, la precipitación promedio anual para el municipio de Pereira en la zona urbana es de 2302 y 2750 mm respectivamente.
- Los umbrales de lluvia acumulada, acorde con el registro histórico de precipitaciones y los registros históricos de deslizamientos, permitieron determinar las precipitaciones acumuladas mensuales multianuales de 15, 30, 45 y 60 días para el municipio de Pereira, siendo sus valores 158 mm, 294 mm, 418 mm y 530 mm respectivamente para el área de influencia de la estación Aeropuerto Matecaña y de 171 mm, 299 mm, 421 mm y 552 mm para el área de influencia de la estación Planta de Tratamiento.
- La mayor cantidad de deslizamientos (177 eventos) estuvo asociada a umbrales de lluvia acumulada para el intervalo de 15 días (158 mm), según los resultados de la presente investigación.
- El análisis de la ocurrencia de deslizamientos permitió identificar que el segundo trimestre (marzo-mayo) registró el mayor número de deslizamientos



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016” Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

(113 eventos) con un porcentaje equivalente al 32,5%. Además, este trimestre contiene el mes con mayor número de deslizamientos (mayo), para el cual se registraron 47 eventos equivalentes al 13,5%.

- En los años de 1996, 1998, 1999 y 2000 se presentaron 50, 55, 63 y 61 deslizamientos respectivamente. Este hecho se asocia al crecimiento urbanístico inusual (crecimiento poblacional) en zonas no aptas para tales tipos de desarrollo.
- El primer y segundo trimestre se caracterizaron por presentar el mayor número de deslizamientos (206 eventos equivalentes al 59%), en donde mayo se registra como el mes más crítico con 47 deslizamientos, seguido de diciembre en el que se registraron 40 eventos.

BIBLIOGRAFIA

ARANGO, J. (2000). Relaciones lluvia deslizamiento y zonificación geotécnica en la comuna 2 de la ciudad de Manizales. (Tesis pregrado), Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 2000.

GÓMEZ, S. (1990). Predicción de niveles freáticos a partir de la precipitación y su influencia en la estabilidad de taludes (caso de aplicación en la meseta de Bucaramanga). (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 1990.

GONZALEZ G., Alvaro J. et al. (1990) Relaciones de Precipitación Crítica-Duración de lluvias que disparan movimientos de masa en Santafé de Bogotá. Bogotá. 1990.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortázar, Guanajuato, México

IDEAM (2006). Base de datos de la estación meteorológica del IDEAM ubicada en el aeropuerto Matecaña (Pereira). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

LIZCANO, A. et al (2006). Suelos derivados de cenizas volcánicas en Colombia.

[Artículo en Internet].

http://www.uprm.edu/civil/revistadesastres/Vol6Num2/6%20Lizcano_et_al.pdf.

[Consulta: 18 de junio de 2006].

MAYORGA M., Ruth. Determinación de umbrales de lluvia detonante de deslizamientos en Colombia. Bogotá, 2003. 207 p. Tesis (Magíster en Meteorología). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias.

DOPAD (2006), Oficina de Prevención y Atención de Desastres de Pereira. En: Inventario de desastres del municipio de Pereira (1950-. 2006.

SUÁREZ D., Jaime (2006). Respuesta Hidrogeológica de los Deslizamientos de Tierra. En: II CONGRESO COLOMBIANO DE HIDROGEOLOGÍA (4: 2006: Bucaramanga). Hidrogeotécnica en ambientes tropicales. Bucaramanga. 2006.