

Caracterización geodinámica del corredor vial Tunja - La Playa

Geodynamic's characterization of the Tunja - La Playa road

Héctor Yobany González González*
César Guzmán Rodríguez Bolívar**

Resumen

El objetivo principal de la investigación fue determinar en el corredor vial Tunja-La Playa las zonas susceptibles a fenómenos de remoción en masa, causados por eventos de tipo sísmico, y efectuar el análisis de licuación para los depósitos presentes. Luego del procesamiento de la información, se determinó que el corredor presenta sectores muy puntuales donde la susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa es alta, afectados principalmente por topografía y tipo de suelos. Igualmente, en el análisis de licuación se determinó que existe una alta susceptibilidad en los depósitos fluviolacustres del norte de la ciudad de Tunja, que son atenuados por la gran distancia entre estos sitios y las fuentes simogénicas analizadas.

Palabras clave: Caracterización geodinámica, Licuación, Remoción en masa, Corredor vial.

Abstract

The main objective was to determine in the road between Tunja - La Playa's, the susceptible areas to the mass removal phenomena caused by the seismic type events and the liquation analysis to the present deposits. After the information analysis it was determined that the corridor presents some very punctual sectors where there is a high susceptibility to the phenomena of mass removal, affected mainly by the topography and type of soils. Equally it was determined in the liquation analysis, that there is a high susceptibility in the fluvial-lacustrine deposits of the Tunja city's northern part, that are attenuated by the great distance between these places and the seismic-genetic sources analyzed.

Key words: Geodynamic characterization, Liquation, Mass removal phenomena, Vial corridor.

* Ingeniero Civil UPTC.

** Ingeniero Civil UPTC. Correo e.:ingcesarodriguez@yahoo.es

1. Introducción

El proyecto se enmarca dentro del proceso de microzonificación sísmica del corredor industrial de Boyacá, adelantado por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. La microzonificación hace aportes en cuanto a la determinación de zonas homogéneas de estabilidad a lo largo de líneas vitales que pueden ser afectadas por la ocurrencia de eventos sísmicos, evaluando factores como el tipo de material, topografía, tectónica, hidrología, actividades antrópicas, evidencias de fenómenos de remoción en masa, entre otros, de tal forma que se puedan localizar cartográficamente los sitios críticos, para así tomar las medidas correspondientes, por parte de autoridades locales, o adelantar estudios más detallados.

2. Caracterización geodinámica del corredor vial entre Tunja y el sector de La Playa

El corredor de estudio inicia su recorrido en el sector del Retén Sur de la ciudad de Tunja, por la avenida oriental, continúa por la Avenida Norte, sigue por la Carretera Central del Norte, hacia Paipa, y termina en el sector de La Playa (intersección con el municipio de Tuta). Su recorrido comprende zonas veredales de los municipios de Tunja, Cómbita, Oicatá y Tuta. El sector analizado tiene un ancho que varía entre 194 y 1091 metros a lado y lado de la vía, de acuerdo con las condiciones topográficas y geológicas encontradas; su longitud es de 25,74 kilómetros y un área aproximada de 3.367,4 ha.

En el sector de estudio se encuentran desde rocas sedimentarias, correspondientes al Cretáceo superior de origen costero, hasta depósitos cuaternarios de origen fluviolacustre, siendo estas formaciones, de la más antigua a la más reciente: formación Guaduas, Cacho, Bogotá, Tilatá y depósitos del cuaternario de origen aluvial, lacustres, fluviolacustres y coluviales. [1].

Inicialmente se recopiló información sobre geología e hidrología y se realizó el diseño de las exploraciones. Se determinó la ubicación de los puntos donde se realizaron 11 sondeos: 4 dentro del casco urbano y

los restantes en el sector rural, donde se tuvo en cuenta la pendiente transversal del terreno, fenómenos de remoción en masa, usos del suelo, erosión, geología y geomorfología.

Teniendo en cuenta las características del terreno, el conocimiento biofísico del terreno, el nivel y escala de estudio, se consideró pertinente la aplicación de la metodología de González y Ramírez (1988), que tiene en cuenta parámetros de material (suelo, roca o intermedio), Relieve, drenaje, erosión, clima, vegetación, sismicidad e inestabilidad.

Con base en los resultados de los ensayos de campo y laboratorio, fueron analizadas sus propiedades estáticas, como humedad natural, resistencia a la penetración estándar, el porcentaje de finos, el límite líquido, índice plástico y el esfuerzo vertical, para la obtención de parámetros dinámicos de los suelos con base en estudios avanzados en Boyacá, Cundinamarca y Antioquia.

La metodología planteada para el análisis de amplificación de ondas cortantes se basa, fundamentalmente, en la relación $\frac{H}{Lcr}$ que es crítica cuando se encuentra entre 0,5 y 1,5, y cuyo valor de 1 es el más desfavorable [2], [3], donde:

- H: es la altura del talud, sea natural o artificial.
- Lcr: Corresponde a la longitud crítica del talud, dada por:
- Vs: Velocidad de onda cortante correspondiente a los materiales que conforman el talud.
- T: Periodo predominante del depósito.

Los resultados de este análisis se cruzaron con los mapas de estabilidad para la obtención de la afectación de la amplificación de ondas cortantes por topografía en zonas inestables.

Dentro del análisis de amenaza sísmica del corredor, se contó con información de 7.553 eventos procesados estadísticamente para su evaluación mediante el *software* especializado EQRISK [4], para la estimación de la intensidad y riesgo en un periodo de diseño de 500 años en varios puntos del corredor.

El análisis de los parámetros de estabilidad y sismicidad del corredor se realizó en forma digital, mediante el Sistema de Información Geográfica Idrisi 3.2, Autocad 2004 y demás *software* especializado para presentar la información obtenida y recolectada en mapas temáticos.

3. Conclusiones

- De acuerdo con la evaluación de estabilidad se determinó que los sitios más desfavorables corresponden a botaderos sobre cárcavas o cauces naturales, donde se han conformado terraplenes.
- Los resultados del análisis de licuación para el sector del Mortiñal mostraron que corresponde a una zona potencialmente licuable, con un factor de seguridad de 0,39 para una magnitud de 5,25, donde la fuente sismogénica más influyente corresponde al Nido de Bucaramanga.
- Dado que la topografía del corredor vial es predominantemente plana, se presentan pocos sectores susceptibles a la amplificación de ondas de corte como agente detonante de deslizamientos.
- Dentro de las zonas analizadas y referenciadas como susceptibles de amplificación de ondas cortantes por topografía, se encontró que uno de los más susceptibles es el sector del costado norte del barrio La Fuente en Tunja, donde ya se han presentado este tipo de problemas debido a vibraciones por deficiencias en el anclaje de tubería en sus zonas más bajas.
- Después de la aplicación de Ecuaciones de Donovan Internacional para evaluar la amenaza, utilizando el *software* especializado EQRISK, se pudo concluir que la intensidad es de 196 cm/s^2 ($A_a = 0,2 \text{ g}$) y que es constante en varios puntos del corredor, analizados para un riesgo de 0,002 y un tiempo de retorno de 500 años.

Referencias

- [1] Cáceres, Luis: *Erosión por flujo superficial y subsuperficial en los alrededores de la ciudad de Tunja*. Tesis de Grado Magíster en Geotecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 1998
- [2] ASHFORD, S., SITAR, N., LYSMER, J. & DENG, N. (1997). Topographic effects on the seismic response of steep slopes. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 87:3, 701-709.
- [3] SUAREZ, Jaime. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Cap. 9 Amenazas sísmicas.
- [4] Alvarez L. Los modelos de estimación de la peligrosidad sísmica. http://sipan.inictel.gob.pe/cursos/ceresis/lalvarez/clases/uploads/Clase_5a.doc

Bibliografía

Acis. Nsr – 98. Sección 115-10.

ALVAREZ L. *Los modelos de estimación de la peligrosidad sísmica*. http://sipan.inictel.gob.pe/cursos/ceresis/lalvarez/clases/uploads/Clase_5a.doc

ARANGO, Ignacio: *Ingeniería sísmica aplicada a problemas geotécnicos*. Woodward Clyde Consultants. San Francisco, California.

ASHFORD, S., SITAR, N., LYSMER, J. & DENG, N. (1997). Topographic effects on the seismic response of steep slopes. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 87:3, 701-709.

CÁCERES, Luis: *Erosión por flujo superficial y subsuperficial en los alrededores de la ciudad de Tunja*. Tesis de Grado Magíster en Geotecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 1998.

GONZÁLEZ, Álvaro Jaime: *Sistema semicuantitativo de evaluación a escala intermedia de zonas homogéneas de estabilidad*. 1998.

MONTES, Milena y Julián Villate: *Caracterización geomecánica de los suelos de Tunja Sector 2.*

RAMÍREZ, Óscar: *Zonificación geotécnica de Tunja.* Tesis de maestría en geotecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 1990.

RINCÓN Orlando, ÍTALO Reyes: *Determinación de los efectos de sitio a nivel preliminar para la ciudad de Tunja, utilizando la relación H/V.*

REYES, Andrea y Adolfo López: *Caracterización geomecánica de los suelos de Tunja sector 1.* Trabajo de Grado Ing. Civil UPTC, 2001.

SUAREZ, Jaime. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Cap. 9 Amenazas sísmicas.

Fecha de recepción: 28 de junio de 2006
Fecha de aprobación: 5 de julio de 2006