

La problemática geotécnica del suroccidente de Barranquilla

José M. Guardo Polo *

Resumen

Desde mediados de la década de los ochenta en la zona suroccidental de Barranquilla se han venido presentando fenómenos de remoción en masa (deslizamientos) como consecuencia de una serie de factores naturales y antrópicos, los cuales han dejado en condiciones habitacionales y sociales críticas a aproximadamente dos mil familias de escasos recursos económicos.

La situación anterior ha llamado la atención de entidades gubernamentales y privadas, entre éstas la Universidad del Norte, las cuales se han vinculado de diversas formas a esta problemática, con medidas direccionadas a mitigar los traumatismos de las familias que lo perdieron todo y de las que aún se encuentran habitando el sector suroccidental.

En este artículo se destaca la fuerte incidencia de las condiciones geotécnicas de la zona suroccidental en la problemática presente, y se reseñan algunas acciones realizadas para su control.

Términos claves:

- **Geotecnia:** Término genérico que se utiliza para describir la especialidad dentro de la ingeniería civil que estudia el comportamiento y diseño de suelos, cimientos y obras de tierra. Se basa en la geología, ciencia que estudia la composición e historia de la corteza terrestre.
- **Susceptibilidad:** Potencialmente dispuesto a experimentar variaciones ante circunstancias eventuales, naturales o antrópicas.
- **Amenaza natural:** Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente desastroso que afecta un área dada para un período de retorno específico.
- **Riesgo:** Se refiere al número esperado de pérdidas de vidas, heridos, interrupción de actividades económicas, daños en propiedades como resultado de un fenómeno desastroso.
- **Riesgo específico:** Grado de pérdida esperada como resultado de un fenómeno particular.
- **Vulnerabilidad:** Grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno de magnitud dada.
- **Derrumbe:** Desprendimientos repentinos de volumen de material acumulado, por acción de la gravedad.
- **Deslizamiento:** Movimiento hacia abajo y hacia fuera de los materiales que constituyen un talud en suelo natural, relleno, roca o combinación de ellos.
- **Erosión:** Fenómeno físico que produce degradación y remoción de suelos en un período de tiempo determinado.

Fecha de recepción: 10 de octubre del 2000

* Ingeniero Civil, Universidad de Cartagena; Magister en Ingeniería Civil, Vías Terrestres, Universidad del Cauca; Especialista en Gerencia y Control de la Construcción, Universidad del Norte. Profesor de Mecánica de Suelos y Pavimentos de la Universidad del Norte. (e-mail: jguardo@uninorte.edu.co)

- *Inundación*: Cubrimiento de terrenos, y en ocasiones de poblaciones, como consecuencia de desbordamientos de corrientes o del mar.
- *Riesgos biológicos*: Son ocasionados por organismos vivos microscópicos, presentes en el ambiente, que al entrar en el organismo del individuo producen enfermedades infectocontagiosas, intoxicaciones o reacciones alérgicas.
- *Riesgos físicos*: Son de naturaleza física o ambiental y causan efectos nocivos en las personas expuestas a ellos según el grado de intensidad (ejemplo, vibraciones, radiaciones, ruido).

Abstract

Since middle 80's , in south western zone of Barranquilla, phenomena of dirt moving (landslide) have been occurring as a consequence of a series of natural and anthropic factors. These landslides have made almost two thousand families of scarce economical resources to live in critical housing and social conditions.

The above described situation has drawn the attention of government and private entities such as Universidad del Norte, which has been linked in many ways to this problem through measures addressed to alleviate the traumatism of families that have lost everything and of those ones still living in the south western sector.

In this article, the strong incidence of geothecnic conditions of the southwestern zone is highlighted. It also reviews some action carried out for controlling them.

Key words: Geotechnics, physical risk, biological risk, natural risk.

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Barranquilla, actualmente elevada a la categoría de Distrito Especial, Industrial y Portuario, históricamente ha desempeñado un papel importante en el desarrollo regional y nacional apoyándose en fortalezas derivadas de su ubicación geográfica: las actividades portuarias, fluviales, marítimas y comerciales.

El desarrollo de la ciudad se remonta a 1850, con el establecimiento de la navegación de vapor por el río Magdalena. En el período comprendido entre 1930 y 1956 se realizaron inversiones en infraestructura de transporte, seguidas de un notorio avance en el sector industrial.

En 1950 Barranquilla era aún una ciudad pequeña constituida por dos zonas: El Barrio Arriba, el cual se extendía hasta la carrera 21, y el Barrio Abajo, que llegaba hasta la carrera 50. Para esta época empieza la intervención del Instituto de Crédito Territorial, que construye viviendas en barrios como San José, Sevilla y Simón Bolívar.

A partir de 1956 se hizo evidente el efecto de las migraciones derivadas de los problemas políticos y la situación de violencia imperante en algunas regiones del interior del país.

Se presenta, entonces, un altísimo desarrollo poblacional, y a finales de la década de los sesenta era ya una realidad una malla urbana caracterizada por

un crecimiento demasiado acelerado y desordenado hacia la zona suroccidental, y se apreciaba ausencia o desacertada función planificadora.

La ciudad se desarrolla hacia la parte suroccidental, habitada por un núcleo poblacional de bajo poder adquisitivo, vulnerable a un gran número de riesgos de naturaleza física y de carácter social.

2. PROBLEMÁTICA GENERAL

La zona suroccidental de Barranquilla está constituida por los siguientes barrios, agrupados en comunas: 7 de Abril, 20 de Julio, Santo Domingo de Guzmán, Santa María, Carrizal, Las Américas, San Luis, La Cuchilla de Villate, Lipaya, Villa Flor, San Pedro I, San Roque, La Sierrita, Santuario, Romance, California, La Manga, Villa San Pedro Alejandrino, La Esmeralda, La Paz, El Bosque, Las Malvinas, La Gloria, La Pradera, Evaristo Sourdís, 7 de Agosto, El Pueblo, Me Quejo, Ciudad Modesto, Carlos Meisel, Los Olivos, Nueva Colombia, Los Rosales, Cordialidad, Villa Rosario, Las Estrellas, El Valle, Por Fin. Algunos de estos barrios no pertenecen estrictamente a la zona suroccidental pero evidencian los mismos problemas.

La problemática general de esta parte de la ciudad es bastante compleja, pero se reconoce que radica principalmente en un proceso de urbanización no planeado, lo cual ha generado asentamientos subnormales en zonas de riesgo, sin ninguna adecuación previa del

medio natural.

Los riesgos están asociados a:

- Zonas erosionables, con pendientes pronunciadas, con agrietamientos superficiales y profundos.
- Zonas inundables, ubicadas a orillas de arroyos caudalosos sin estructuras hidráulicas adecuadas. Problemas de sedimentación asociados a la deforestación de microcuencas y al vertimiento de desechos sólidos y basuras a los cauces. Problemas de erosión y desbordamiento de cauces.
- Deficientes y en algunos casos nulas redes de servicios (gas, acueducto, alcantarillado, teléfono, electricidad, aseo).
- Construcción sobre zonas de relleños y basureros.
- Construcciones con especificaciones inadecuadas a las condiciones del entorno.
- Deficiente red vial.
- Suelos de naturaleza expansiva, saturados.

3. PROBLEMÁTICA GEOTÉCNICA

3.1. Geología

Este aspecto, el cual constituye el objetivo de este artículo, está directamente

relacionado con algunas de las causas enumeradas en el subtítulo anterior. Antes del desarrollo de este aparte conviene incluir un breve resumen de la geología imperante en la zona.

Los afloramientos de rocas más antiguos pertenecen a la formación perdices y se destacan dos conjuntos: superior, de unos 60 metros de espesor, conformado principalmente por arcillolitas y shales arcillolíticas con abundancia de yeso. Las arcillolitas se caracterizan por su alta plasticidad y expansividad; suprayaciendo estas rocas se encuentran depositaciones de arenas friables muy erodables con capas intercaladas de arcillolita. Sobre estas rocas descansan rocas pertenecientes a la formación popa, margas calcáreas, areniscas (conjunto inferior) y bancos de caliza hacia la parte superior.

El conjunto inferior, constituido por intercalaciones de limolitas, arcillolitas y capas localizadas de areniscas finas, tiene un espesor promedio de 250 metros.

Sobre el conjunto de rocas descritas se encuentran depósitos aluviales antiguos y recientes, coluviones, depósitos de flujo.

Adicionalmente se nota la presencia de depósitos producto de la acción antrópica, principalmente escombros, basuras y rellenos.

3.2. Geomorfología

La geomorfología de la zona suroccidental se caracteriza por tener diferentes orígenes. En algunos sectores la conforman escarpes de plataforma de abrasión arrecifal de origen marino. Se observan laderas de medidas muy disectadas, carcavamientos retrogresivos internos, fenómenos de remoción en masa tipo reptación y procesos erosivos de erosión laminar y surcos.

La acción antrópica se manifiesta en la ejecución de cortes para vías y explotación de canteras, adicionado a la depositación de basureros y escombreras.

Gran parte de estos accidentes han sido invadidos, y en la actualidad representan alta susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa.

Los procesos naturales y antrópicos que afectan la geomorfología de la zona suroccidental son principalmente carcavamientos tipo ladera y los escarpes de antiguas canteras y vías.

3.3. Hidrogeología

Tal como se mencionó, la mayoría de las rocas presentes en la zona suroccidental son arcillolitas o shales arcillosas, las cuales se consideran prácticamente impermeables. Sin embargo, estas rocas están altamente fracturadas y poseen intercalaciones de materiales arenosos por donde pueden filtrarse aguas de origen natural y doméstico (pozas sépticas).

3.4. Hidrología e hidráulica

Un aspecto que contribuye en gran medida a la problemática de la zona lo constituye el deficiente drenaje imperante, incluidas las aguas lluvias, aguas sub-superficiales y de aguas servidas.

Por otra parte, la presencia de cauces no definidos por donde corren las aguas lluvias y las provenientes de aguas servidas complican la problemática de la zona, principalmente en época de intensas precipitaciones.

4. DESARROLLO DE LA PROBLEMÁTICA

La componente geotécnica de la zona se ve agravada por una serie de factores, entre los cuales pueden considerarse:

- Procesos erosivos, los cuales se agrupan en tres: laminar, concentrada y por socavación.
- Deslizamientos: La susceptibilidad a este fenómeno está controlada por factores intrínsecos (materiales, geomorfologías, condiciones de drenaje, etc.), mientras que los eventos detonantes se consideran externos (excavación por erosión, lluvias, acción antrópica, etc.).

En el suroccidente se han identificado los siguientes factores detonantes:

- Elevado grado de erodabilidad de las rocas en la zona escarpada.

- Expansividad de las arcillas.
- Disposición local de discontinuidades estructurales a favor de la pendiente.
- Carcavamiento intenso retrogresivo, que afecta la base del escarpe donde localmente afloran areniscas friables.
- Filtraciones y manantiales abundantes en la parte alta de la ladera.
- Altas pendientes (16 a 25°).
- Sobrecargas derivadas de acumulación de escombros y basuras en la parte alta del escarpe.
- Colonización masiva de la ladera sin control ni planeación.
- Existencia de canteras antiguas de calizas y arenas en la parte alta del escarpe, cuyos materiales se lanzan ladera abajo. El proceso de explotación puede generar mayor fracturamiento del terreno.
- Desestabilización de la base de la ladera por efecto de la profundización natural de los canales de los arroyos principales.
- Flujos de aguas subterráneas que se presentan por la unidad de areniscas friables, particularmente concentrada hacia las zonas sinclinales (Metroparque, parte baja de Me Quejo y la Manga). De igual forma sucede por algunas intercalaciones de

areniscas y calizas fracturadas de la parte alta del escarpe. Considerando que gran parte de la parte superior de la plataforma de abrasión se encuentra impermeabilizada por pavimento, se considera que la mayor parte del flujo proviene de ruptura de ductos de agua potable o de alcantarilla.

En las partes bajas asociadas a las laderas de los arroyos se presentan deslizamientos en menor escala, los flancos derechos de los cauces son más susceptibles por presentar discontinuidades estructurales a favor de la pendiente y contribuyen a la acumulación de basuras y la acción antrópica no planificada.

Los deslizamientos de consideración se relacionan directamente con períodos lluviosos de gran intensidad, debido a que la mayoría de los drenajes se encuentran obstruidos.

La permanente modificación antrópica de los elementos que constituyen la superficie de la ladera ha sido un agente desestabilizador. Las principales modificaciones son:

- Modificación de las condiciones naturales del agua superficial (canales, zanjas, etc.)
- Modificación de las condiciones naturales del agua subterránea, pozas sépticas, pozas subterráneas.
- Remoción de suelo por corte.

- Sobrecarga por rellenos.
- Vibraciones por tráfico vehicular.
- Cambio de la estructura y condiciones de la capa superficial del suelo por tala de árboles.

En un estudio reciente realizado por Ingeominas se identificaron los siguientes deslizamientos:

4.1. Deslizamiento de El Bosque

La masa deslizada ocupa aproximadamente unos 30.000 m², con una traza de falla tipo rotacional. El fenómeno interesa 2 manzanas, y evidencia desplazamientos entre 10 y 20 metros hacia el sudoeste.

Este fenómeno se reactivó en 1995, y el censo levantado por la Oficina de Prevención y Atención de Desastre (OPAD) arrojó una cifra de 172 viviendas afectadas.

El subsuelo en la zona del deslizamiento pertenece a la formación perdicés, constituida por arcillas de clasificación CH según el sistema unificado, con límites líquidos en el rango de 70 a 90%.

Su resistencia a la compresión simple varía entre 60 y 180 Kpa.

Otro problema que aun cuando no es geotécnico tiene una notoria influencia en las inestabilidades de la zona, lo constituye el deficiente drenaje de las aguas lluvias, aguas sub-superficiales y

las aguas servidas provenientes de las viviendas del sector.

4.2. Deslizamiento de la *Cuchilla de Villate*

Este deslizamiento de tipo rotacional se presentó en 1993, entre la carrera 113 y calles 65B y 65C. La inestabilidad afecta un área de aproximadamente 30.000 m², y en la actualidad se encuentra parcialmente evacuada tras la reactivación del movimiento ocurrido en 1995, que afectó unas 85 viviendas.

Este deslizamiento está asociado a materiales pertenecientes al conjunto inferior de la formación popa, constituido por arcillas CH, con límites líquidos entre 50 y 90%.

Su resistencia a la compresión simple arroja valores mayores a 200 Kpa.

4.3. Deslizamiento de *Bajo Valle*

Este fenómeno comprende una serie de deslizamientos ocurridos hace dos décadas en zonas de basureros y posteriormente urbanizadas sin planeación, sin drenajes y con carencia de servicios de acueducto y alcantarillado.

A finales de la década de los ochenta hubo reactivación de los movimientos de características rotacionales, y en la temporada lluviosa de 1995 se presentó el último desencadenamiento de inestabilidad asociado a acumulación de escombros y basuras en la parte superior del área deslizada.

Se evidencian fenómenos de socavación y profundización de cauces asociados a pendientes altas, con erosión en la base y posterior afectación de su parte superior.

El área estudiada por Ingeominas comprende unos 32.000 m², e incluye las formaciones perdices y popa, como también depósitos de basuras y escombros. La conforman arcillolitas y shales arcillosos grises.

Los depósitos cuaternarios recientes que cubren la tercera parte del área estudiada tienen su origen en operaciones antrópicas como basureros y escombreras con espesores entre 1.0 y 3.0 metros, localizados en la parte superior de las laderas y en las márgenes de los arroyos.

En las zonas más críticas del Bajo Valle se tienen rellenos superficiales subyacidos por arcillas removidas del deslizamiento de 1995; hasta 10 metros se encuentra una arcilla amarilla con vetas grises, con límites líquidos entre 60 y 65% e índices plásticos superiores a 30%.

Su humedad natural varía entre 12 y 25%. La resistencia a la compresión simple arroja valores superiores a 200 Kpa.

5. MEDIDAS APLICADAS

La problemática general y principalmente geotécnica de la zona suroccidental de Barranquilla a la fecha no ha recibido decidida atención por parte de

los organismos competentes, principalmente entes gubernamentales de carácter local y nacional.

Esta actitud puede explicarse, por una parte, por la magnitud de la inversión necesaria para mitigar el problema, comparado con la escasez presupuestal en estas dependencias y, por otra parte, por la poca concientización acerca de la importancia que esta zona reviste para la ciudad.

No obstante lo anterior, es justo reconocer algunas acciones emprendidas por entidades de carácter privado y oficial, las cuales explicamos a continuación:

- Como un principio importante se destaca el estudio «Diagnóstico de las zonas de riesgos y Diseño de un proyecto piloto de manejo y recuperación en zonas de alto riesgo en Barranquilla», realizado para el Departamento Administrativo del Medio Ambiente de Barranquilla (Dadima) por el Instituto de Investigaciones en Geotécnicas, Minería y Química (Ingeominas), y cuyo objetivo era identificar y caracterizar las zonas de potenciales de «riesgo», definir criterios para clasificación de áreas y diseñar un proyecto piloto de manejo y recuperación de una zona de alto riesgo, en el marco del convenio N° 0063, suscrito entre el Dadima y el Ministerio del Medio Ambiente.

- La Facultad de Ingeniería Civil de la Corporación Universitaria de la Costa –CUC– realizó una investigación me-

dante la modalidad de proyecto de grado, denominado «Inventario de Riesgos Físicos del Sur-Occidente del municipio de Barranquilla, COMUNA 25», 1993, cuyos autores son: Javier Jaramillo Colpas y Osmín Vargas Gallardos.

- El programa de Ingeniería Civil de la Universidad del Norte viene adelantando investigaciones en esta zona desde 1985, y entre los proyectos de grado se destacan los siguientes, los cuales fueron orientados por el autor de este artículo:

- «Estudio tendiente a zonificar el sector Sur-occidental de Barraquilla», trabajo presentado por Ricardo Canabal y Moisés Gómez, 1986.

- «Zonificación de los suelos de Barranquilla» (John Guzmán y Nelly Pumarejo, 1992).

- «Zonificación de los suelos del Sur-Occidente de Barranquilla» (Donaldo Castilla y Diana Vanegas, 1994).

- «Planeación urbana y medio físico: Factores determinantes en el mejoramiento del Sur-occidente de Barranquilla (Comuna 2)» (David Angulo y Alvaro Escobar en 1998).

- «Planeación urbana y medio físico, zonificación de la Comuna N° 19 con base en los riesgos físicos encontrados» (Ana Alexandra Angulo, José Manuel Guardo, 1998).

- «Planeación urbana y medio físico,

zonificación de la Comuna N° 4 con base en los riesgos físicos encontrados» (María Victoria Manjarrés López, Jorge Eliécer Turbay de León, 1998).

También es justo destacar el «Plan de Inversión 1999-2002» del Distrito y la Triple A, a través del Fideicomiso Fidugan-Triple A, mediante el cual se está dotando de infraestructura de servicios de agua potable y alcantarillado a un gran número de barrios de la zona suroccidental.

De lo expuesto en este artículo y de la revisión bibliográfica consultada se pueden destacar las siguientes conclusiones y recomendaciones:

CONCLUSIONES

- Las rocas aflorantes más antiguas en la zona suroccidental de Barranquilla pertenecen a la formación perdices (arcillolitas, limolitas y areniscas); también se encuentran rocas de la formación popa (margas calcáreas, areniscas).
- Las arcillolitas son muy plásticas y expansivas, mientras que las margas son de expansividad moderada.
- En la zona hay fallas de movimientos normal en los cursos de los arroyos León y El Salado.
- El proceso geomorfológico más pronunciado es la erosión con carcavamiento intenso retrogresivo.
- Los deslizamientos son en general del tipo rotacional, con algunos componentes traslacionales a favor de la pendiente del terreno.
- Existe relación directa entre la actividad antrópica y la presencia de deslizamientos, principalmente en Me Quejo y la Cuchilla de Villate.
- Alta expansibilidad de los depósitos arcillosos.
- Elevada erodabilidad de las rocas localizadas en la zona escarpada.
- Carcavamiento intenso retrogresivo que afecta la base del escarpe, donde localmente afloran areniscas friables.
- Discontinuidades estructurales a favor de la pendiente.
- Filtraciones y manantiales abundantes en la parte superior de los taludes en algunos sectores.
- Pendientes altas del orden de 16 a 25° o mayores.
- Sobrecargas locales derivadas de acumulación de escombros y basuras en las partes altas de los escarpes.
- Precipitaciones intensas en la zona.
- Procesos desestabilizadores de la base de la ladera, debido a la profundización natural de los cauces de los principales arroyos.

- Presencia de canteras antiguas de calizas y arenas, cuyos desechos fueron lanzados ladera abajo. Y cuyo proceso de explotación pudo inducir una mayor fracturación del terreno.
- Masiva invasión de la ladera, sin ningún tipo de planeación, ni control.

RECOMENDACIONES

- Continuar con las investigaciones tendientes a identificar los riesgos existentes y realizar procesos de zonificación de acuerdo con los resultados.
- Empezar programas de reforestación en la zona escarpada y en la ladera, dada su alta susceptibilidad a la erosión.
- Desarrollar procesos de estabilización de los suelos expansivos, principalmente mediante el mantenimiento de un adecuado control de humedad.
- Desarrollar investigaciones geotécnicas que incluyan las siguientes determinaciones:
 - Espesor y características de los estratos arcillosos
 - Profundidad de los niveles de agua
 - Humedades de succión del suelo
 - Actividad de las arcillas
- Empezar programas de participación ciudadana mediante los cuales se concientice a los moradores de la zona sobre la necesidad de observar conductas de

ocupación acordes con las condiciones del entorno.

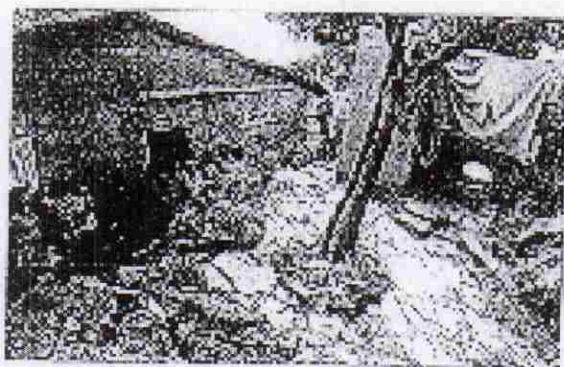
- Ejecutar monitoreos de la zona, incluyendo la colocación de instrumentación para detectar movimientos de las laderas, fluctuación de las aguas subterráneas, etc.

Bibliografía

- «DISEÑO de Obras de Estabilización en las laderas occidentales de Barraquilla». Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química, Ingeominas. Junio de 1998.
- ANGULO David, ESCOBAR Alvaro. «Planeación urbana y medio físico. Factores determinantes en el mejoramiento del Suroccidente de Barraquilla (Comuna N°2)». Universidad del Norte, Programa de Ingeniería Civil. Barraquilla, 1998.
- MANJARRÉS LÓPEZ, María Victoria y TURBAY DE LEÓN, Jorge Eliécer. «Planeación urbana y medio físico, zonificación de la Comuna N° 4 con base en los riesgos físicos encontrados». Universidad del Norte, Programa de Ingeniería Civil. Barraquilla, 1998.
- ANGULO, Ana Alexandra y GUARDO, José Manuel. «Planeación urbana y medio físico, zonificación de la Comuna N° 19 con base en los riesgos físicos encontrados». Universidad del Norte, Programa de Ingeniería Civil. Barraquilla, 1998.
- VII CONGRESO Colombiano de Geotecnia. Sociedad Colombiana de Geotecnia. Volúmenes I y 2. Santafé de Bogotá, octubre de 1998.
- GUARDO POLO, José. Investigación personal.

Las Américas se caen a pedazos

En el barrio hay treinta y siete casas destruidas por el deslizamiento de los terrenos. "Cada vez que llueve se cae otra", dicen habitantes.



Una vivienda más afectada por el deslizamiento de los terrenos que destruyeron una gran cantidad de viviendas en el barrio de San Juan de los Ríos.



El resultado de un deslizamiento de terreno que destruyó a 37 viviendas en el barrio de San Juan de los Ríos.

37 casas caídas en Las Américas

Como en abándas esternas, con
terceros países, abándas las autoridades