



Contrato interadministrativo N° 20121531

Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá / ETMVA

Estudio de factibilidad de los corredores de transporte por cable
en las localidades de Ciudad Bolívar y San Cristóbal de Bogotá
Estudio Geológico y Geotécnico Localidad de San Cristóbal V1



1 INTRODUCCIÓN

La firma INTEINSA S.A. fue contratada por La Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburra Ltda., a través del contrato CN-2012-0219, para la ejecución de los estudios Geológico – geotécnicos para los corredores de transporte público de pasajeros por cable aéreo en las localidades de Ciudad Bolívar y San Cristóbal en la ciudad de Bogotá.

El alcance del presente estudio comprende la realización de los estudios Geológico – Geotécnicos a nivel de factibilidad del corredor del sistema de cable.

En este informe se presentan los resultados de diferentes actividades llevadas a cabo para la determinación de las condiciones de estabilidad del suelo y la seguridad de las estructuras diseñadas para el sistema de cable aéreo ubicado en la localidad de San Cristóbal.

Dentro de las actividades realizadas se destacan la revisión y análisis detallado de la información existente de ámbito Geológico y de estudios Geotécnicos anteriores llevados a cabo por diferentes entidades, las visitas de campo realizadas por personal especializado de INTEINSA S.A. para la identificación de las condiciones actuales de los diferentes puntos donde se establecerán las estaciones y pilonas del cable, exploraciones del subsuelo por medio de perforaciones manuales y mecánicas, recuperación de muestras para diferentes ensayos de laboratorio con el fin de caracterizar los suelos y conocer las propiedades geotécnicas de los mismos, revisión de las condiciones de estabilidad de las estaciones y las pilonas y evaluación de la capacidad portante de las cimentaciones para las obras que integran el cable.



2 INFORMACION BÁSICA Y METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este informe, se revisaron estudios anteriores realizados para la Localidad San Cristóbal y en particular para los sectores donde se instalarán las estructuras del cable, con el fin de determinar aspectos tales como geología, geotecnia e hidráulica.

Para esto se recopiló la información existente, la cual incluyó informes técnicos, mapas e investigaciones encaminadas a la evaluación del riesgo, que en su mayoría, está disponible en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias (SIRE) y la Microzonificación Sísmica de Bogotá, de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE).

En la **Tabla 1**. *“Lista de información secundaria”* se enumeran los documentos que sirvieron como apoyo para el desarrollo del presente estudio, los cuales fueron analizados con detalle.

Adicionalmente se realizó una búsqueda de información secundaria, necesaria para complementar este informe, las fuentes se presentan en la bibliografía.



Tabla 1. Lista de información secundaria

Nombre documento	Autor	Año	Sector
Zonas de respuesta sísmica (Mapa N°2). Zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá para el diseño sismo resistente de edificaciones	Alcaldía Mayor de Bogotá Secretaría Distrital de Planeación	2010	Corredor cable
Zonificación por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la ciudad de Santa Fe de Bogotá	Ingeocim Ltda.	1998	San Cristóbal
Estudios de amenaza y riesgos por remoción en masa y la evaluación para la urbanización Villa de los Alpes, en la localidad de San Cristóbal	Geoingeniería Ltda.	2000	Villa de los Alpes
Mapa geológico Sabana de Bogotá	Ingeominas	2005	Corredor cable
Consultoría a monto agotable para estudios, diseños y asesorías geotécnicas requeridas por el IDU en Bogotá, D.C.	Bateman Ingeniería Ltda.	2006	Villa de los Alpes
Conceptos Técnicos (DI660-CT3800-CT-3785-DI1623-DI2089-DI2322-DI2373-DI3101)	FOPAE	1999 2007	Barrio Atenas, Quebrada Chorro Colorado
Mapas Plan de Ordenamiento Territorial Bogotá (amenaza por fenómeno de remoción en masa)	DPAE	2010	San Cristóbal
Norma Colombiana Sismo Resistente NSR-10	AIS	2010	Sitios críticos Corredor cable

Dentro de los documentos listados en la Tabla 1, algunos fueron de vital importancia en el desarrollo de este informe, como son los mapas de amenaza por fenómeno de remoción en masa de la localidad de San



Cristóbal y la microzonificación de Bogotá, con los cuales se pudo hacer un análisis del riesgo y así enfocar la propuesta de cimentación que asegure la estabilidad de las estructuras a construir.

La descripción geológica del proyecto se hará con la terminología sedimentológica, cuyos términos se definen a continuación en la **Figura 1**. “*Diagramas de Clasificación*”, con los respectivos diagramas de clasificación:

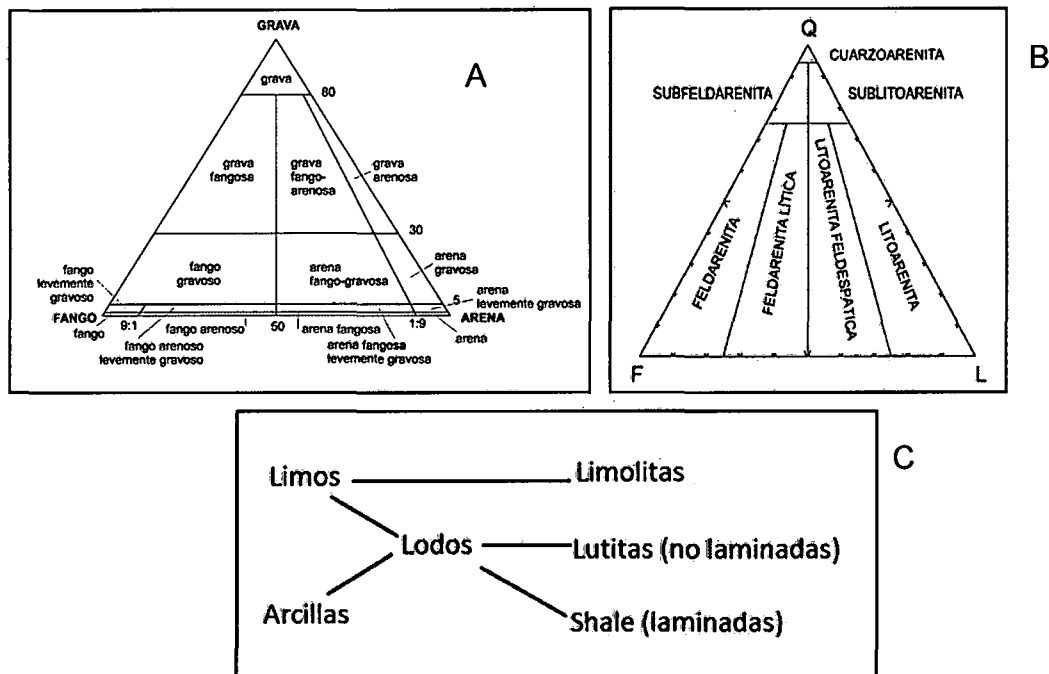


Figura 1. Diagramas de clasificación: (A) Folk et al, 1970 rocas siliciclásticas; (B) Folk, 1970 areniscas; (C) Pettijohn, 1975 lodolitas

Para evaluar la estabilidad de los taludes en suelo localizados sobre las laderas, se utilizó el programa SLIDE V5, desarrollado por Rocscience Inc. (2003), el cual resuelve problemas bidimensionales por el método del equilibrio límite, considerando diferentes teorías, entre las cuales se encuentran las de Bishop, Spencer y Morgenstern-Price, mecanismos de falla circulares y no circulares, combinaciones de carga estáticas y dinámicas, considerando además variaciones de los niveles piezométricos, distribuciones de presión de poros, variación de los coeficientes de la relación de presión de poros y redes de flujo por el método de los elementos finitos.



En este caso, se empleó la teoría de Morgenstern-Price, debido a que satisface todas las condiciones de equilibrio de fuerzas y momentos, asumiendo principalmente falla de tipo circular, porque no se pueden considerar planos preferenciales de falla.

Para los análisis dinámicos se empleó la modalidad de análisis pseudoestático, teniendo en cuenta un coeficiente de aceleración máximo en roca recomendado en la Microzonificación Sísmica de Bogotá (2010), para la zona específica en donde están localizadas las diferentes obras del sistema de cable.

De esta manera se consideraron coeficientes de aceleración horizontal y vertical (a_h y a_v), equivalentes a $2/3$ y $4/9$ de la aceleración horizontal máxima, recomendada por la Microzonificación Sísmica para cada una de las zonas en donde están localizadas las obras que conforman el sistema de cable. El valor de $2/3$ se basa en la correlación del esfuerzo cíclico resistente, desarrollada originalmente por Seed & Idris (1971 & 1978), la cual tiene en cuenta la aceleración pico del suelo normalizada por la gravedad. El valor de $4/9$ está dado a partir de las recomendaciones del apartado A.2.8 de la norma NSR-10.

El valor límite para el factor de seguridad en el caso estático y pseudoestático fue fijado en 1.5 y 1.05 respectivamente, siguiendo las recomendaciones de la tabla 6.9-1 del título H de la norma NSR-10.

En la **Figura 2. "Factores de seguridad tabla 6.9.1 NSR-10"**, se muestra los valores del factor de seguridad especificados por la NSR-10.

Condición	F_{SEM}		F_{SRUM}	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.10	1.00 (*)	No se permite	No se permite
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Taludes – Condición Seudo-estática con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1.05	1.00 (*)	No se permite	No se permite

(*) Nota: Los parámetros sísmicos seudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de Diseño

Figura 2. Factores de seguridad tabla 6.9-1 NSR-10