E244

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.

Ingenieros
Consultores
Suelos
y Cimentaciones

931

ESTUDIO DE SUELOS Y ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

PROYECTO NEBRASKA

LFO 9019

MAECO LTDA.

Santafé de Bogotá, D.C., Septiembre 9 de 1998

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.
Ingenieros
Consultores
Suelos
y Cimentaciones

Luis Fernando Orozco Rojas
Alfonso Uribe Sardiña

ESTUDIO DE SUELOS Y ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

PREDIO NEBRASKA

MAECO LTDA. LFO 9019

Este informe tiene como finalidad presentar los resultados del estudio de suelos, análisis geotécnico, geológico y análisis de cimentación para el proyecto Nebraska, ubicado entre las carreras 9 y 12 Este y las calles 84 A y 85 B Sur, en esta ciudad.

PROYECTO

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de 311 casas que se desarrollan en dos pisos de altura. Las casas se encuentran distribuidas en tres manzanas y el acceso al proyecto se logra mediante una vía vehicular ubicada en la zona central costado occidental y que reparte a los estacionamientos localizados en el sector central del terreno.

Carrera 5a. No. 67 - 50
Teléfonos: 210 01 16
249 86 01 - 248 48 11
248 03 09 - 235 35 12
310 41 21 - Fax 3104759

Las cargas de las casas se trasladan a nivel de fundación mediante muros separados por luces típicas de 3.0 m. De manera aproximada se han estimado cargas en los muros con valores no mayores a 5.0 T/ m.

TOPOGRAFÍA Y NIVELES

En el momento de realizar los sondeos el terreno presentaba una pendiente en sentido oriente-occidente y se encontraba entre las cotas 2.650 y 2.670 m de proyecto. Los niveles de piso fino de las casas no se conocen con exactitud en la actualidad pero estos seguramente se adaptarán a la topografía del terreno y por lo tanto no será necesario ejecutar cortes con alturas mayores a 3.0 m ni levantar los niveles de piso fino con relación a la superficie actual del terreno en alturas superiores a 1.0m.

SUBSUELO

Para la exploración del subsuelo se efectuaron 16 sondeos que alcanzaron profundidades comprendidas entre 0.7 y 6.2 m bajo la superficie cuyos resultados se complementaron con ensayos de veleta de corte in-situ.

Se obtuvo buen número de muestras remoldeadas para su clasificación visual y para efectuar en el laboratorio ensayos de clasificación, humedad y expansión. Los resultados de los sondeos y su localización aparecen en el plano adjunto y los ensayos de laboratorio en el anexo A.

Tal como se menciona en el informe geológico de estabilidad, el lote en estudio se localiza en el sector montañoso que delímita por el costado occidental con el Valle del Río Tunjuelo, donde se exponen las rocas sedimentarias de la formación La Regadera, con un rumbo general de N 50W y buzamientos de 35° a 45° hacia el SW, formando parte del flanco oriental el sinclinal de Usme. Sobre las unidades sedimentarias de la Formación regadera y configurando la zona más plana del Valle se presenta una secuencia de limos, arenas finas y niveles de arcillas grises, con una disposición subhorizontal pertenecientes a la Formación Tilatá. En las laderas del costado Occidental estos materiales han sido afectados por procesos de erosión superficial y concentrada. Cabe destacar, que estos materiales conformaban los estoraques del Tunjuelo. El perfil estratigráfico se puede describir así:

a. Superficialmente se encuentran rellenos en arcillas, rellenos en escombros y ladrillos que tiene espesores que varían entre 0.2 y 3.5 m. Es importante anotar que únicamente en los sondeos No. 5 y 7, ubicados al costado occidental del lote y aledaños a la carrera 9 Este, se encontraron rellenos con espesores superiores a 1.5 m.

b. Se encuentran luego arcillas y arcillas arenosas y arenas arcillosas de colores gris, café y rojo con una consistencia alta y un potencial de expansión muy crítico y que corresponde a la parte superior meteorizada de la roca arcillolita que conforma las laderas del sector. Únicamente en el sondeo No. 3 se encontraron limos arcillosos de color gris a profundidades de 5.0 m bajo la superficie, seguramente depósitados por una corriente de agua que circulaba por dicho sector.

En el momento de realizar los sondeos no se detectó agua libre.

CIMENTACIÓN

De acuerdo a lo anterior se ha concluido que la fundación más recomendable

para las casas es aquella formada por cimientos corridos que serán tiras en concreto ciclópeo coronadas por vigas de amarre.

Las tiras se apoyarán sobre las arcillas, arcillas arenosas y arenas de color café, gris y rojo a una profundidad como mínimo de 0.6 m bajo la superficie actual.

En el terreno existen rellenos con espesores que varían entre 0.2 y 3.5 m. Sinembargo con el movimiento de tierras para alcanzar los niveles de las terrazas seguramente se retirarán buena parte de estos materiales. Una vez se conozcan los niveles de piso fino definitivos, con relación a la topografía, se determinarán los niveles de fundación para cada una de las zonas. Sería conveniente que en el sector occidental de las manzanas No. 1, 2, 3, 9 y 10, se utilizarán niveles por debajo de la superficie actual del terreno para retirar parcial o totalmente los rellenos y por lo tanto disminuir la profundidad de fundación.

Si existieran zonas donde se mantuvieran los niveles actuales y allí hubieran rellenos con espesores superiores a 1.5 m, de común acuerdo con Ingeniero Calculista se estudiará la alternativa de utilizar como sistema de fundación

macizos en concreto ciclópeo de sección rectángular o cuadrada sobre los cuales se apoyaría el entramado de vigas de amarre.

La capacidad de soporte o carga de fatiga del terreno para el dimensionamiento de las fundaciones tiene un valor de 2 Kg/cm² (20 T/m²) con la que resultarán anchos mínimos a nivel de fundación y que no serán menores a 0.3 m.

A nivel de sobrecimiento y teniendo en cuenta el potencial de expansión de las arcillas del perfil se harán vigas de amarre que formarán anillos de rigidez vista en planta y que tendrán una altura como mínimo de 0.4 m. Las vigas deben ser capaces de puentear el peso del muro más cargado en una luz como mínimo de 2.5 m.

Con este sistema de cimentación se han calculado asentamientos teóricos máximos de 2 cm con asentamientos diferenciales despreciables.

El suelo se puede caracterizar como tipo S1, de acuerdo con la definición de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente y por lo tanto

el coeficiente de sitio S tiene un valor de 1.0. El potencial de licuefacción en estos suelos es nulo.

CONSTRUCCIÓN

Los cortes, que se estima que no tendrán alturas mayores a 3.0 m, deberán ser realizados con taludes a 60° con la horizontal. Los cortes serán empradizados para su protección. En los cambios de nivel donde se requiera la construcción de muros de contención estos serán diseñados según el diagrama de presión de tierras adjunto.

No se considera conveniente construir rellenos con espesores superiores a 1.0 m. Donde sea necesario levantar los niveles de piso fino en una altura mayor es conveniente analizar la alternativa de diseñar las placas de contrapiso de tipo aéreo.

Los rellenos para alcanzar los niveles de piso fino, se harán en materiales provenientes de las excavaciones que se colocarán por capas no mayores a 20 cm en las que se debe lograr una densidad como mínimo de 90% de la máxima

obtenida en el ensayo Próctor Modificado sobre una muestra representativa del material. Estos rellenos no son aptos para el soporte de las fundaciones y servirán únicamente como rellenos de nivelación; las fundaciones deberán apoyarse en todos los casos en suelo natural.

Se debe constatar que las fundaciones de la parte alta quedan por debajo de una línea imaginaria que forma 45° con la horizontal y que parte del borde inferior del cimiento aledaño más bajo. De esta manera se evitar trasladar esfuerzos de las zonas altas a aquellas más bajas.

MANEJO DE AGUAS

Tal como se menciona en el informe geológico de estabilidad se deben manejar convenientemente todas las aguas en el terreno. Las aguas de cubierta serán recogidas mediante canales y bajantes y llevadas al sistema de desagüe. Al rededor de las casas se harán zonas duras y con pendiente hacia afuera para evitar que el agua se apoce cerca a las fundaciones. Bajo las edificaciones se utilizarán tuberías flexibles tipo PVC. que son capaces de absorber pequeños

movimientos del terreno. Las tuberías se ensayarán a una presión de 1.5 veces su presión de trabajo, con el fin de detectar posibles escapes.

Por detrás de los muros de contención se harán filtros que recogerán las aguas de escorrentía y las llevarán al sistema de desagüe.

Con los niveles definitivos del proyecto y de común acuerdo con el Ingeniero Hidráulico se estudiarán la localización, pendientes y desagües de filtros y cañuelas para recoger las aguas de infiltración y escorrentía respectivamente, que aparecen descritas en el informe geológico de estabilidad.

VÍAS

Para las vías de acceso, circulación y parqueo, teniendo en cuenta un tráfico liviano, se pueden utilizar los siguientes espesores de pavimento:

Pavimento Flexible

a. Carpeta asfáltica y capa de rodadura	10 cm

b. Base Granular según las especificaciones adjuntas	15 cm
c. Subbase granular según las especificaciones adjuntas	25 cm
Total	50 cm

Pavimento Rígido

a. Placa en concreto con una resistencia equivalente a la compresión de 4.500 PSI	15 cm
b. Subbase granular	25 cm
Total	40 cm

En todos los casos el suelo de subrasante serán las arcillas y arcillas arenosas de color café, gris y rojo. Dependiendo también de los niveles de las vías se estudiará si en algunos sitios el suelo de subrasante son los rellenos existentes que en este caso serán recompactados con equipo vibratorio pesado.

Gustosamente se aclararán dudas relacionadas con esta información y se ruega enviar a esta oficina copia del plano de cimentación resultante para su oportuna revisión, igualmente avisar de iniciación de las excavaciones para visitar la obra y aprobar el suelo de fundación.

Atentamente,

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS

I.C. Matrícula 13592

Santafé de Bogotá, D.C., Septiembre 7 de 1998

AUS. *Johanna*

ANEXO A **LFO 9019**

ENSAYOS DE LABORATORIO

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.

Ingenieros
Consultores
Suelos
y Cimentaciones

OBRA LEQ-9019 NEBRASKA

FECHA 28-VIII-98

RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (metros)	DESCRIPCION	PROPIEDADES INDICE						ANALISIS GRANULOMETRICO % PASA TAMIZ				EXPANSIBILIDAD	CLASIFICACION USC	
				LL %	LP %	IP %	Wn %	IL %	LC %	No.4	No.10	No.40	No.200			
1	1	1.6 - 2.2	Arcilla gris algam. oxid. arenosa	31	15	16	22.4	46.3							CL	09
	2	2.2 - 2.8	Arena arcillosa gris	18	14	4	13.2	-20					30.9		CL-ML	—
14	1	0.7 - 1.3	Arcilla amarilla oscura	54	20	30	12.8	-24.						N. crit.	CH	—
	2	1.3 - 2.0	Arcilla gris rojiza oxidada	54	22	32	15.8	-19.4							CH	2.7
16	1	0.7 - 3.3	Arcilla café	30	17	13	12.7	-33.1						Crítica	CL	>5

CONVENCIONES:

LL: LIMITE LIQUIDO

LP: LIMITE PLASTICO

IP: INDICE DE PLASTICIDAD

Wn: HUMEDAD NATURAL

IL: INDICE DE LIQUIDEZ

LC: LIMITE DE CONTRACCION

OBSERVACIONES:

LFO-9019 NEBRASCA

RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Expansion Controlada

S #	MUESTRA	PROFUNDIDAD (mts)	TIPO DE MUES. TRA	PESO UNI. TARIO TOTAL (tons/m³)	HUMEDAD INICIAL Wo. %	HUMEDAD FINAL Wf. %	PRESION DE EXPANSION (Kg/cm²)	EXPANSIBILIDAD
14	1 --	0.7-1.3	Compact.	2.10	10.3		4.4	Muy Crítica
16	1	0.7-33	Compact.	2.06	10.9		2.2	Crítica

ESPECIFICACION 211 - BASE GRANULAR

1. DESCRIPCION

Esta especificación se refiere al suministro, colocación y compactación del material de base granular aprobado sobre una subbase, afirmado o subrasante debidamente preparada, en una o más capas, de acuerdo con los alineamientos y dimensiones que se indiquen en los planos del proyecto o que establezca el Interventor.

2. MATERIALES

2.1 AGREGADOS PETREOS

Los materiales para construir una base granular serán el resultado de trituración mecánica y provendrán de depósitos aluviales o masas rocosas o de una mezcla de ambos; sus partículas deberán ser resistentes, de características uniformes, libres de terrones de arcilla y otras sustancias objetables.

La fracción retenida en el tamiz No. 4 deberá contener, como mínimo, cincuenta por ciento (50%) en peso de partículas que presenten dos (2) o más caras con evidencia de fractura mecánica.

Los materiales deberán cumplir, además los siguientes requisitos:

2.1.1. Granulometría

Deberá ajustarse a alguna de las siguientes franjas:

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA	
	BG-1	BG-2
1 1/2"	100	
12	70 - 100	100
3/4"	60 - 90	70 - 100
3/8"	15 75	50 - 80
4	30 60	35 - 65
10	20 - 45	20 - 45
40	10 - 30	10 - 30
200	5 - 15	5 - 15

La franja por utilizar será la establecida en los documentos del proyecto o la que indique el Interventor.

Para prevenir segregaciones y garantizar la obtención de los niveles de densidad y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que suministre el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja autorizada , sin saltos bruscos en la parte superior de un tamiz a la inferior del adyacente o viceversa. El tamaño máximo nominal del agregado por utilizar no podrá exceder la mitad del espesor de la capa compactada.

2.1.2. Límites de Consistencia

La fracción del material ya preparado de base granular que pase el tamiz No. 40 deberá presentar un índice plastico no mayor de tres (3).

2.1.3. Limpieza

El equivalente de arena de la fracción inferior al tamiz No. 4, deberá ser cuando menos de treinta por ciento (30%).

2.1.4. Resistencia a la abrasión

El desgaste del agregado, determinado mediante la máquina de los Angeles, no podrá ser superior a treinta y cinco por ciento (35%).

2.1.5. Solidez

El agregado triturado no deberá mostrar señales de desintegración ni pérdida mayor de doce por ciento (12%) o de dieciocho por ciento (18%), al someterlo a cinco ciclos en la prueba de solidez en sulfato de sodio o magnesio, respectivamente.

2.1.6 Capacidad de soporte

El material de base granular, compactado al cien por ciento (100%) de la densidad máxima del Proctor Modificado, deberá presentar un CBR igual o superior a ochenta por ciento (80%),

ESPECIFICACION 201 SUBBASE GRANULAR

1. DESCRIPCION

Esta especificación se refiere al suministro, colocación y compactación de material de subbase granular aprobado sobre una superficie debidamente preparada, en una o mas capas, de acuerdo con los alineamientos y dimensiones que se indiquen en los planos del proyecto o que establezca el Interventor.

2. MATERIALES

2.1 AGREGADOS PETREOS

Los materiales para construir la subbase granular pueden ser gravas naturales o materiales provenientes de la trituración de fragmentos rocosos o una mezcla de ambos. Las partículas deberán ser duras y resistentes, de características uniformes, libres de terrones de arcilla u otras sustancias objetables y deberán satisfacer los siguientes requisitos:

2.1.1. Granulometría

Deberá ajustarse a alguna de las siguientes franjas:

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA			
	SBG-1	SBG-2	SBG-3	SBG-4
2"	100			
1 1/2"	80 - 95	100		
1"	60 - 90	70 - 95	100	100
3/4"	-	60 - 85	80 - 100	-
3/8"	40 - 70	45 - 75	50 - 80	60 - 100
4	25 - 55	30 - 60	35 - 65	45 - 80
10	15 - 35	20 - 45	25 - 50	35 - 60
40	8 - 20	8 - 25	10 -30	20 - 40
200	2 - 10	2 - 12	2 - 12	5 - 20

La franja por emplear será establecida en los documentos del proyecto o la que indique el Interventor. En todo caso, la gradación SBG-4 sólo podrá autorizarse para vías de tránsito liviano.

Con el fin de evitar segregaciones y garantizar los niveles de densidad y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que suministre el Constructor debe dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja autorizada, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior del adyacente, etc.

El tamaño máximo nominal del agregado por utilizar no podrá exceder la mitad del espesor de la capa compactada.

2.1.2. Límites de Consistencia

La fracción del material de subbase granular que pase el tamiz No. 40 deberá presentar un límite líquido menor de veinticinco (25) y un índice plástico inferior a seis (6).

2.1.3. Limpieza

El equivalente de arena de la fración inferior al tamiz No. 4, deberá ser cuando menos de veinticinco por ciento (25%).

2.1.4. Resistencia a la abrasión

El desgaste del material, determinado mediante la máquina de los Angeles, no podrá ser superior a cincuenta por ciento (50%).

2.1.5 Capacidad de soporte

El material compactado al noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad máxima del Proctor Modificado, deberá presentar un CBR igual o superior a veinticinco por ciento (25%),

ANEXO B **LFO 9019**

EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD Y ANÁLISIS DE RIESGO

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.
Ingenieros
Consultores
Suelos
y Cimentaciones

Luis Fernando Orozco Rojas
Alfonso Uribe Sardiña

EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD Y ANÁLISIS DE RIESGO.

DESARROLLO URBANÍSTICO NEBRASKA.

INTRODUCCIÓN

En este estudio se presentan los resultados de la evaluación geológica de estabilidad y análisis de riesgo, correspondiente al lote del desarrollo urbanístico Nebraska, localizado en el Sector Sur de la Ciudad de Santafé de Bogotá, sobre el Valle del Río Tunjuelo, entre las coordenadas N: 92000 - 93000 y E: 96000 - 97.000, entre las Calles 84 A y 85 B y entre las carreras 9 y 12 Este, en el Municipio de Usme.

El estudio incluye una evaluación geológica, hidrológica y geotécnica del lote, identificando los factores de riesgo y el grado de influencia en las obras del proyecto. Con base en este análisis se plantean las medidas preventivas y correctivas para mantener y mejorar la estabilidad de las laderas y en segunda instancia las medidas de carácter preventivo para controlar los riesgos sobre el desarrollo del proyecto.

Carrera 5a. No. 67 - 50
Teléfonos: 210 01 16
249 86 01 - 248 48 11
248 03 09 - 235 35 12
310 41 21 - Fax 3104759

OBJETIVOS Y ALCANCE.

El estudio se orientó en los siguientes aspectos:

- Evaluación de las amenazas de origen geológico y hidrológico que pueden afectar a corto y largo plazo la estabilidad del proyecto.

- Plantear las alternativas de solución para asegurar una condición estable de las obras del proyecto.

- Establecer las medidas correctivas y preventivas para los diferentes factores de riesgo identificados en el análisis.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El terreno a ser construido se localiza sobre las laderas que delimitan por el Costado Oriental el Valle del Río Tunjuelo, terrenos muy afectados por la actividad antrópica de explotación de materiales arcillosos. Por el Costado Sur,

el lote limita con una zona de explotación de la Ladrillera Alemana y por el Oriente con terrenos muy erosionados de la Ladrillera Santafé.

En las laderas del Costado Norte en limites con el predio, se presentan autoconstrucciones correspondientes a los Barrios El Porvenir y Alaska. En la Figura No. 1, presenta la localización del proyecto.

El desarrollo urbano contempla el loteo de un área de 32.468 m2, para la construcción de viviendas unifamiliares de interés social con desarrollo de zonas verdes y de recreación de acuerdo con las condiciones de estabilidad del predio.

MARCO GEOLÓGICO.

Condiciones Geológicas Regionales.

El lote en estudio se ubica en el sector montañoso que delimita por el Costado Occidental el Valle del Río Tunjuelo, donde se exponen las rocas sedimentarias de la Formación La Regadera, con un rumbo general de N 50 W y buzamientos

de 35° a 45° hacia el SW, formando parte del flanco oriental del Sinclinal de Usme.

Sobre las unidades sedimentarias de la Formación La Regadera y configurando la zona más plana del valle se presenta una secuencia de limos, arenas finas y niveles de arcillas grises, con una disposición subhorizontal pertenecientes a la Formación Tilatá. En las laderas del Costado Occidental estos materiales han sido afectados por procesos de erosión superficial y concentrada. Cabe destacar, que estos materiales conformaban los estoraques del Tunjuelo, de importancia turística durante el siglo pasado.

Condiciones Geológicas Locales.

En el lote del proyecto se diferencian las siguientes unidades:

- **Unidad de Areniscas. S1 - S2.**

  Estos materiales configuran el costado norte del lote formando la ladera de mayor pendiente, esta constituida por capas gruesas de areniscas de grano fino, arcillosas, con intercalaciones de arcillolitas grises en capas de

10 - 20 cm y niveles de areniscas ricas en hierro, en capas lenticulares y muy bien cementadas. En el Costado Noroccidental se expone un nivel de arenisca ferruginosa de 0.8 m. de espesor que se intercala con areniscas conglomeráticas arcillosas y de pobre cementación.

- **Unidad de Arcillolitas. C1 - C2.**

Estas unidades se exponen en las laderas del Costado Sur y parte Central del lote; corresponden a capas de arcillolitas grises, parcialmente meteorizadas con intercalaciones de areniscas arcillosas meteorizadas en superficie.

- **Unidad de Limos y Arenas. L1.**

Se exponen en el Costado Occidental del lote formando las laderas de menor pendiente, presentan una composición de arcillas color café, con niveles de limos y arenas arcillosas y cubren una unidad de areniscas arcillosas pertenecientes a la Formación Usme. Esta unidad se correlaciona con los sedimentos de la Formación Tilatá que rellena el Valle del Río Tunjuelo.

- **Materiales de Relleno. Ro.**

Estos materiales se exponen sobre las laderas del costado Occidental con espesores que oscilan entre 0.3 y 3 m. de espesor, corresponden a materiales arcillosos producto de las excavaciones del sector y escombros de materiales de construcción. Su mayor espesor se localiza en el limite occidental bordeando la vía de acceso principal.

Condiciones Estructurales.

Los niveles de arcillolitas y areniscas que configuran el sector de laderas del lote presentan las siguientes condiciones estructurales:

* Estratificación (Eo).	N50-60w / 40 SW.
* Discontinuidades (F1).	N70E / 60S.
(F2).	N60E / 75 NW.
(F3).	N50E / 90 SE.
(F4).	N30E / 90 SE.
(F5).	N - S / 80W.

* Estratificación (Eo).	N50-60w / 40 SW.
* Discontinuidades (F1).	N50-60E / 70 NW.
(F2).	N5E / 80 W.
(F3).	N50W / 90.
(F4).	N30W / 90.

De acuerdo con los anteriores datos estructurales (Figura N°2), los planos de estratificación con una inclinación de 40°, representa una condición desfavorable para las laderas de la parte central y sur del lote.

Características Hidrológicas.

Las condiciones climáticas de precipitación corresponden al régimen de la cuenca baja del río Tunjuelo (Estaciones de Santa Lucia y Bosa Barreno) caracterizado por un régimen bimodal con un periodo más lluvioso en el segundo semestre del año y otro menos lluvioso en el primer semestre, siendo los meses de Enero y Febrero los más secos. Se considera que la estación de Santa Lucia es la más representativa para el área del proyecto, con un régimen anual de 650 mm, y es octubre el mes más lluvioso con 100 mm y enero el más seco con 20 mm.

Las tormentas sobre el área de estudio tienen una distribución temporal característica. De acuerdo con los análisis realizados por Hidroestudios S.A. y Black Beat en 1984 y Ambientec Ltda., en 1986, la distribución temporal de los eventos intensos de precipitación sobre el área de interés que se muestran en la figura No. 2. En esta figura se grafica, en las abscisas el porcentaje de tiempo de duración del evento y en las ordenadas el porcentaje de volumen de precipitación hasta el tiempo considerado.

Las curvas de intensidad- frecuencia- duración, junto con el factor de reducción y el patrón de distribución temporal de la distribución, constituyen la información hidrológica básica necesaria para el diseño de la obras de control y drenaje en la zona de estudio. (Figuras No. 5, 6 y 7)

EVALUACIÓN DE RIESGO.

En esta evaluación se tuvieron en cuenta los diferentes procesos activos o potenciales de inestabilidad que pueden afectar el lote a mediano y largo plazo y se definen las medidas preventivas y correctivas para el control de estos factores a implementar durante la construcción y operación del proyecto.

De acuerdo con las condiciones geológicas y hidrológicas, enunciadas con anterioridad se identificaron los siguientes factores de riesgo:

"Amenazas", porque el sector en estudio no está ocupado actualmente por personas.

- Riesgo por Deslizamiento.
- Riesgo por Reptación.
- Riesgo por Torrencialidad.
- Riesgo Sísmico.

Amenaza (actualmente).

- **Riesgo por Deslizamiento.**

Este factor se asocia a las laderas del Costado Oriental donde la disposición estructural desfavorable determinan una condición cinética de inestabilidad ante posibles cortes de excavación originados por el uso que se pueda dar durante el desarrollo del proyecto. Asociada a estas laderas se identifica un deslizamiento en los suelos arcillosos derivados de las arcillolitas de la formación Regadera que fueron generados por la acción de las aguas de infiltración y aguas servidas de las viviendas del barrio aledaño.

De acuerdo con los criterios establecidos por la Unidad de Prevención y Atención de Emergencias (UPES), este riesgo se cataloga como de Riesgo Medio, debido a que el proceso de inestabilidad se puede controlar con obras de mitigación sencillas para garantizar así la seguridad de las viviendas ubicadas en las zonas a construir.

- **Riesgo por Reptación**

Este factor se identifica en las laderas del costado occidental, sobre los suelos arcillosos derivados de las arcillolitas del subsuelo y por la presencia de suelos coluviales, generados por la influencia de las aguas de infiltración y aguas servidas de las viviendas aledañas. Un segundo sector se asocia al costado occidental donde se presentan rellenos blandos de 0.3 a 3.0m

De acuerdo con los criterios establecidos por la Unidad de Prevención y Atención de Emergencias (UPES), este riesgo se cataloga como de Riesgo bajo donde sólo se requieren medidas mínimas de prevención y de control.

- **Riesgo por Torrencialidad.**

Esta amenaza potencial se asocia al drenaje natural del Costado Oriental que capta las aguas de escorrentía de laderas aferentes de escasa longitud y con una influencia directa sobre la parte baja y de menor pendiente del terreno, generando durante los eventos de pluviosidad un encharcamiento e inundación de este sector.

De acuerdo con los criterios establecidos por la Unidad de Prevención y Atención de Emergencias (UPES), este riesgo se cataloga como de Riesgo bajo donde solo se requieren medidas mínimas de prevención y de control.

- **Riesgo Sísmico.**

De acuerdo con el estudio de Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá, 1993, el área de estudio se incluye en la zona de transición entre la Zona V de Terrazas y Conos conformada por suelos arcillosos secos y

preconsolidados con una aceleración máxima de 0.20 g y con un potencial de licuación nulo.

De acuerdo con los criterios establecidos por la Unidad de Prevención y Atención de Emergencias (UPES), este riesgo se cataloga como de Riesgo Amenaza bajo, por las razones expuestas anteriormente.

ZONIFICACIÓN Y ESTABILIDAD.

Criterios de Zonificación.

El criterio de zonificación del área de estudio se hizo con base en su Aptitud Urbanística, donde se involucra las condiciones de estabilidad natural y factores de riesgo.

Para esta zonificación se consideraron los siguientes criterios de aptitud urbanística:

◊ **Zona de Alta Aptitud Urbanística.**

Con esta denominación se categorizan las laderas de baja pendiente donde los niveles de riesgo pueden ser controlados mediante las obras normales de adecuación del proyecto.

◊ **Zonas de Mediana Aptitud Urbanística.**

Esta categoría se asocia a las laderas en condiciones estables con pendientes moderadas, donde los niveles de riesgo por inestabilidad de taludes pueden ser controlados mediante obras geotécnicas y el diseño adecuado de los taludes.

◊ **Zonas de Baja Aptitud Urbanística.**

Esta categoría corresponde a las laderas donde se encuentra una condición potencial de inestabilidad generada por las condiciones estructurales desfavorables y por la presencia de suelos blandos de pobres características geotécnicas. El desarrollo urbano de estas zonas demanda un mayor costo en obras de estabilización.

◊ **Zona de Protección Urbanística.**

Esta categoría incluye las zonas de protección ambiental asociadas a los drenajes naturales y zonas de alta pendiente topográfica.

ZONIFICACIÓN

De acuerdo con los anteriores criterios se realiza la siguiente sectorización del terreno:

◊ **Zona I**

Corresponde a los terrenos planos del Costado Occidental conformados por suelos arcillosos color café con niveles de limos y arenas arcillosas cubiertos por materiales de relleno. Presenta un régimen principal de infiltración y está afectada por las aguas de escorrentía de las laderas adyacentes.

Los materiales superficiales muestran evidencias de saturación de los materiales de relleno. Esta zona se categoría como de alta aptitud urbanística que sólo demanda obras menores de manejo de aguas superficiales.

◊ **Zona II**

Abarca las laderas del Costado Oriental del terreno, conformadas litológicamente por la unidad de areniscas y arcillolitas con una disposición estructural desfavorable donde la pendiente del terreno es concordante con los planos de estratificación y cubiertos por suelos de origen coluvial. Se identifica una condición de inestabilidad potencial ante cortes de excavación, estas laderas además están afectadas por aguas de escorrentía produciendo la saturación de los suelos coluviales. Su adecuación urbanística demanda necesariamente obras de contención para los cortes de excavación. Esta zona se considera de baja aptitud urbanística para construcción de viviendas y puede ser dedicada a una zona verde.

◊ **Zona III**

En esta zona se contempla la ladera del Costado Sur que delimita la zona de drenaje natural. Presenta una composición de areniscas arcillosas en capas gruesas, con intercalaciones de arcillolitas y con una disposición estructural desfavorable. Se presenta afectada por las aguas de infiltración y las aguas

servidas de las construcciones de los sectores altos. Esta zona se categoriza como una zona de protección por las dificultades de adecuación urbanística debido a su pendiente topográfica y dentro de esta zona se incluye el drenaje natural en una amplitud aproximada de 10 m..

◊ **Zona IV**

Corresponde a la ladera del Costado Sur del proyecto, contigua al Barrio Alaska y a la Ladrillera Alemana; donde se exponen principalmente arcillolitas meteorizadas con niveles de areniscas con una condición estructural parcialmente desfavorable, con presencia de suelos y rellenos de las construcciones del sector.

Asociada a esta ladera se identificó un deslizamiento que afecta las arcillolitas meteorizadas y fue generado por la afluencia de aguas de infiltración y aguas servidas de las construcciones aledañas.

Se clasifica como una ladera de baja estabilidad, con restricción ante los cortes de excavación. Se categoriza como una ladera de Mediana Aptitud Urbanística que demanda la construcción de una obra de contención en la base de la ladera

y la implementación de obras de drenaje para el manejo de las aguas de escorrentía y un estricto control de las aguas servidas de las viviendas aledañas.

Por las características topográficas, en esta zona se pueden hacer pequeñas explanaciones con cortes muy restringidos para la adecuación de zonas de recreación.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL.

De acuerdo con los factores de riesgo identificados para cada una de las zonas delimitadas se recomienda la implementación durante la construcción, las siguientes medidas de prevención y control.

- Medidas de Control de Escorrentía Superficial.
- Medidas de Control de Aguas de Infiltración.
- Medidas de Control Geotécnico de Cortes.

- **Medidas de Control de la Escorrentía Superficial**

Estas obras están orientadas a captar y desaguar las aguas superficiales que afectan las diferentes zonas de desarrollo del proyecto, en especial las laderas del costado oriental que delimitan las construcciones principales del proyecto. Para este efecto se recomienda:

- Construcción de un canal escalonado en piedra pegada sobre el eje del drenaje que delimita las laderas 2 y 3. Este drenaje sólo capta las aguas de escorrentía de las laderas aferentes con un sector de 50 m. en predios fuera del lote.

- Construcción de un sistema de zanjas revestidas en media ladera con entrega al canal principal, (plano de obras de drenaje). Estas obras están orientadas a captar las aguas de escorrentía de las laderas 2 y 3.

- Construcción de una cuneta revestida perimetral a la Zona I, localizada en el cambio de pendiente y con desagüe a los colectores de aguas lluvias del proyecto.

- Para la Zona IV, se recomienda la construcción de un canal escalonado, localizado en la parte media y al cual confluye un sistema de cunetas en ladera revestidas para el manejo de la escorrentía en este sector.

Estas obras deben estar acompañadas de un programa de revegetalización en las áreas de protección dentro del proyecto.

- **Medidas de Control de Aguas de Infiltración.**

Estas obras tienen como finalidad drenar los sectores húmedos por afluencia de aguas de infiltración o aguas servidas de las construcciones aledañas. Estas zonas se identificaron en la parte baja de la Zona II, en el Costado Occidental contiguo a la casa de celaduría y en el limite Sudeste (Zona III).

Dentro de la Zona I, se reconoce un sector húmedo que parece corresponder a la saturación de los rellenos superficiales, pero de acuerdo a la investigación geotécnica no se identificó agua en el subsuelo.

Para estos sectores (Zonas II y III), se recomienda la implementación de un sistema de subdrenaje mediante filtros construidos en material granular,

encapsulado en geotextil no tejido y con desagüe a los canales colectores principales. Estos filtros deben ubicarse a la profundidad de exposición de la roca arcillosa.

Para la Zona I, se recomienda la construcción de un filtro perimetral localizado en la zona contigua a las zonas adyacentes con desagüe al sistema de alcantarillado del proyecto. Esta medida está orientada al manejo de las aguas de infiltración aportadas por las laderas adyacentes y prevenir la formación de subpresiones a las estructuras de las obras.

- **Medidas de Control Geotécnico de Cortes.**

Estas obras se orientan a asegurar la estabilidad de los cortes que puedan resultar de la adecuación de las laderas del costado oriental.

Se recomienda la construcción de una obra de contención localizada en la base de la Zona IV con las respectivas medidas de drenaje para evitar las subpresiones generadas por las aguas de infiltración (ver plano de obras de drenaje).

Para los diferentes cortes del sector de ladera se debe contemplar el diseño de muros de contención con las respectivas medidas de drenaje.

OTRAS RECOMENDACIONES

En el límite Norte de la Zona I, se exponen areniscas en una condición estable que permite la configuración de cortes de excavación con taludes ¼:1 y permitiría la ampliación en las dimensiones de la Manzana 3.

Gustosamente se aclararán dudas relacionadas con esta información,

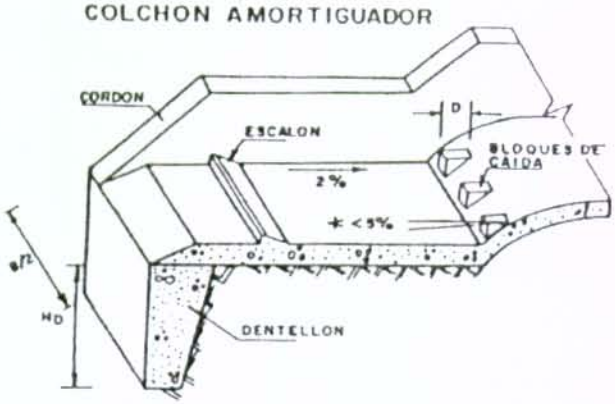
Atentamente,

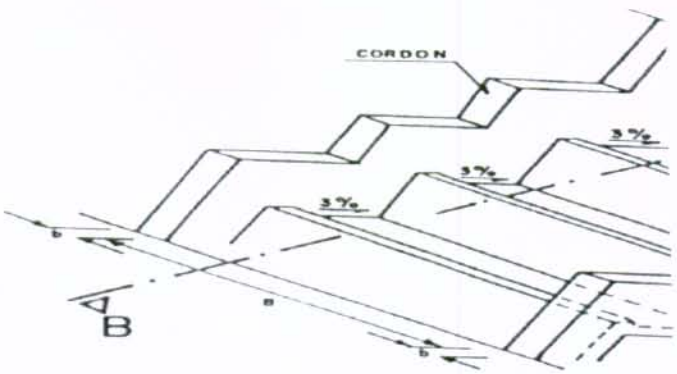
EDGAR FORERO BELTRÁN.

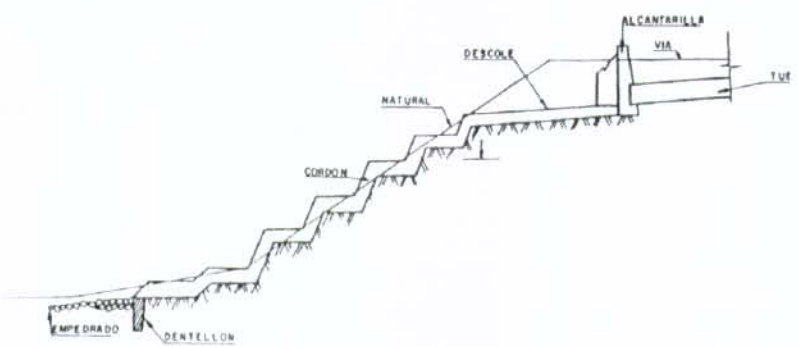
M.P. 251 C.P.G.

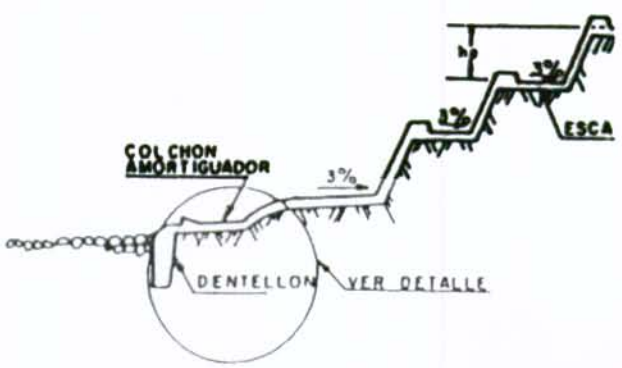
Santafé de Bogotá, D.C. Septiembre 7 de 1998

EFB. *Johanna*









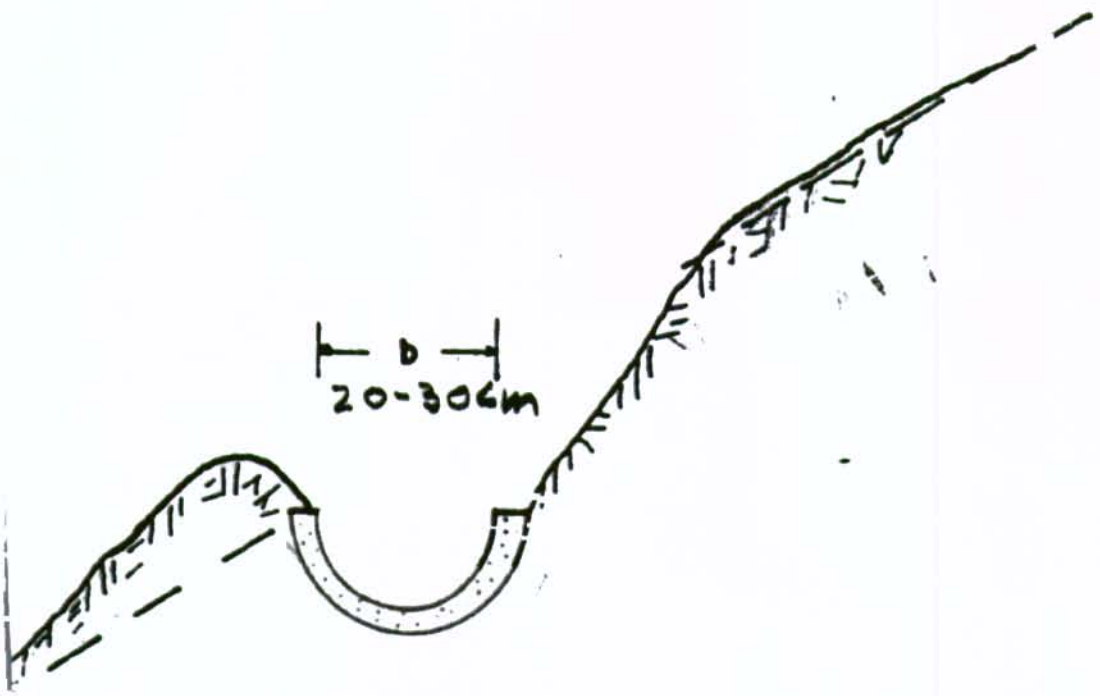
DETALLE 1

Disipador para el Manejo de Aguas de Escorrentía

LFO 9019

Septiembre 7 de 1998

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.
Ingenieros
Consultores
Suelos
y Cimentaciones

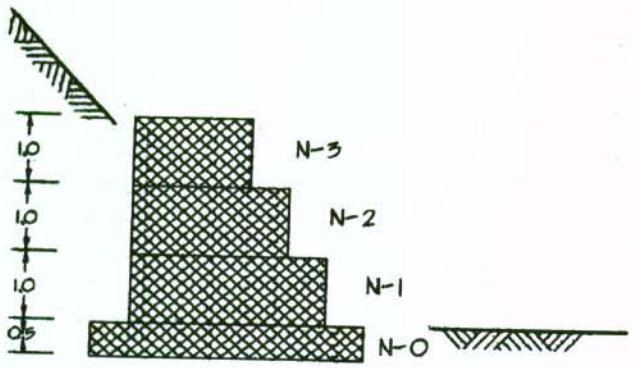


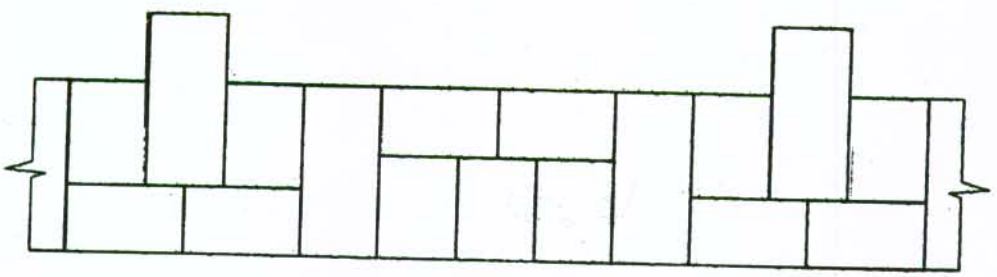
$C = 5$ cm

$F^1 = 175$ Kg/ cm²

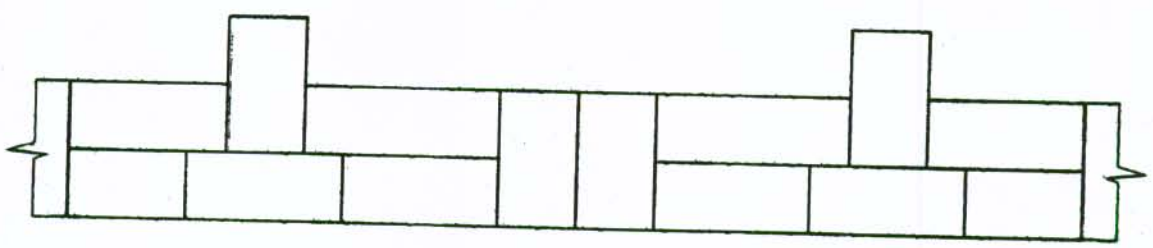
DETALLE 2
Acequias a Media Ladera en Concreto
para manejo de aguas Superficiales
LFO 9019
Septiembre 8 de 1998

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.
Ingenieros
Consultores
Suelos
y Cimentaciones

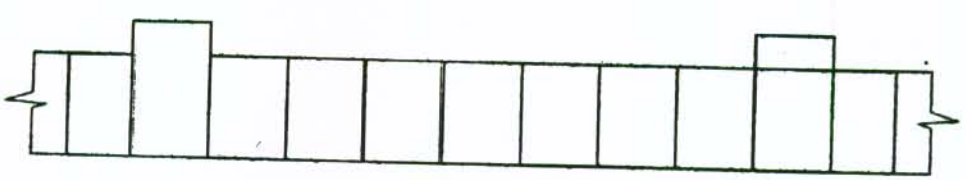




N-1



N-2



N-3

- Nivel N-4 de 1.0 a 1.5 m2 de seccion es opcional, segun perfilamiento final de los taludes.

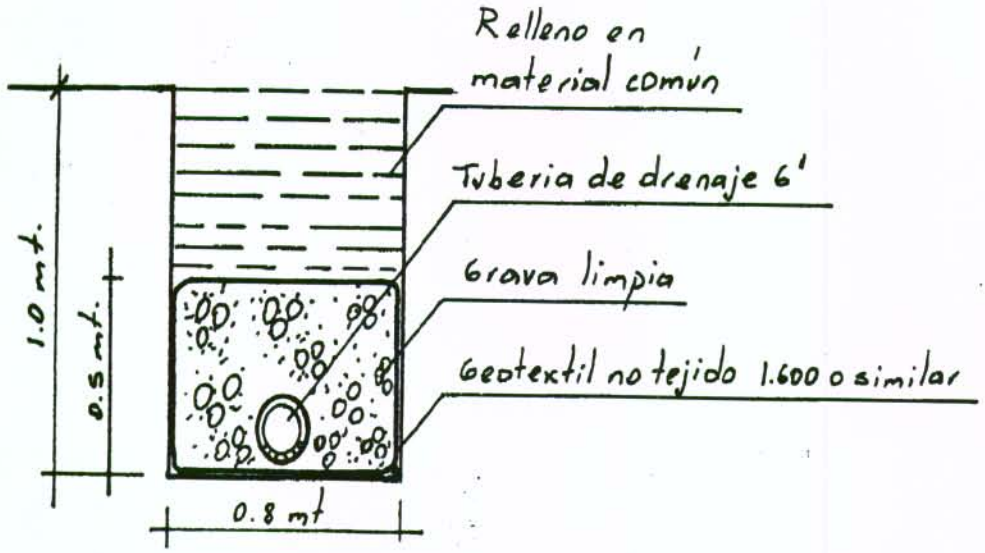
DETALLE 3

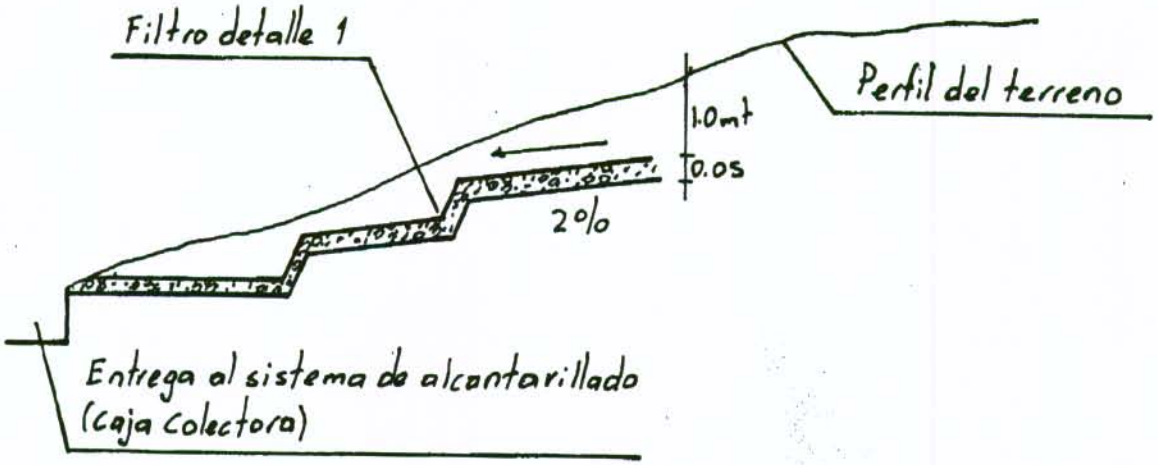
Obras de Contención en Gaviones

LFO 9019

Septiembre 7 de 1998

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.
Ingenieros
Consultores
Suelos
y Cimentaciones





DETALLE 4

Obras de Subdrenaje

LFO 9019

Septiembre 7 de 1998

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.

Ingenieros
Consultores
Suelos
y Cimentaciones





Foto1:Vista Parcial de Niveles de Areniscas
Foto 2: Vista de Niveles de Arcillolitas y Limos
LFO 9019
Septiembre 8 de 1998

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.
Ingenieros
Consultores
Suelos
y Cimentaciones





Foto 1: Vista del Drenaje Natural Oriente del Lote
Foto 2: Vista General del Lote

LFO 9019

Septiembre 8 de 1998

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.

Ingenieros
Consultores
Suelos
y Cimentaciones

SEGUNDO ORIGINAL DEL PLANO TOPOGRAFICO US 240/1-00 A ESCALA 1:1000

(Predio Nebraska – Localidad de Usme)

RADICACIONES

(Predio Nebraska – Localidad de Usme)

Santafé de Bogotá, Mayo 4 de 1998

UPES - FOPAE
E:2436 Fecha: 07/05/98 15:13 Radicación :98-1-4363
Trámite: VISITA TECNICA
Actividad: SOLICITUD, Folios: 1, Anexos: /
Destino: COORDINACION ANALISIS DE RIESGOS

Señores :
UNIDAD DE PREVISION Y ATENCION DE EMERGENCIA-UPES
Atención : Dr.Richard Alberto Vargas Hernández.
Director.
Ciudad

Apreciados Señores :

Por medio de la presente,con el fin dar cumplimiento al Decreto 657 del 25 de Octubre de 1994, me permito solicitar a ustedes, se sirvan estudiar y emitir concepto técnico al predio Nebraska ubicado entre la carreras 9 y 12 Este y entre las calles 84A y85 B sur de esta ciudad.

La anterior solicitud, la hacemos para dar cumplimiento a la nota que hace la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá en el oficio 601693 en el cual se expide la disponibilidad de servicios total para este predio y dado que se tiene proyectado adelantar allí un proyecto de vivienda de interés social del cual anexamos copia de su anteproyecto y con viabilidad aceptada por el departamento Administrativo de Planeación Distrital.

Agradeciendo la atención prestada y en espera de una pronta y favorable respuesta a esta solicitud, se suscribe de Ustedes,

Atentamente,

Andrés Franco Portocarrero
Gerente Maeco Ltda.

Anexo : Fotocopia disponibilidad de servicios EAAB.
Fotocopia documento de viabilidad expedido por DAPD
Fotocopia esquema del proyecto de vivienda.

ALCALDIA MAYOR
DE SANTAFE DE BOGOTA

1998 ABR 15 P 1:00

U.R.E.S.

Santafé de Bogotá, D.C. Marzo 16 de 1998

Señores
OFICINA PARA LA PREVENCIÓN DE EMERGENCIAS DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ
(O. P. E. S.)
Santafé de Bogotá D.C.

Referencia: Concepto Técnico sobre riesgos PREDIO NEBRASKA, alcaldía menor de Usme.

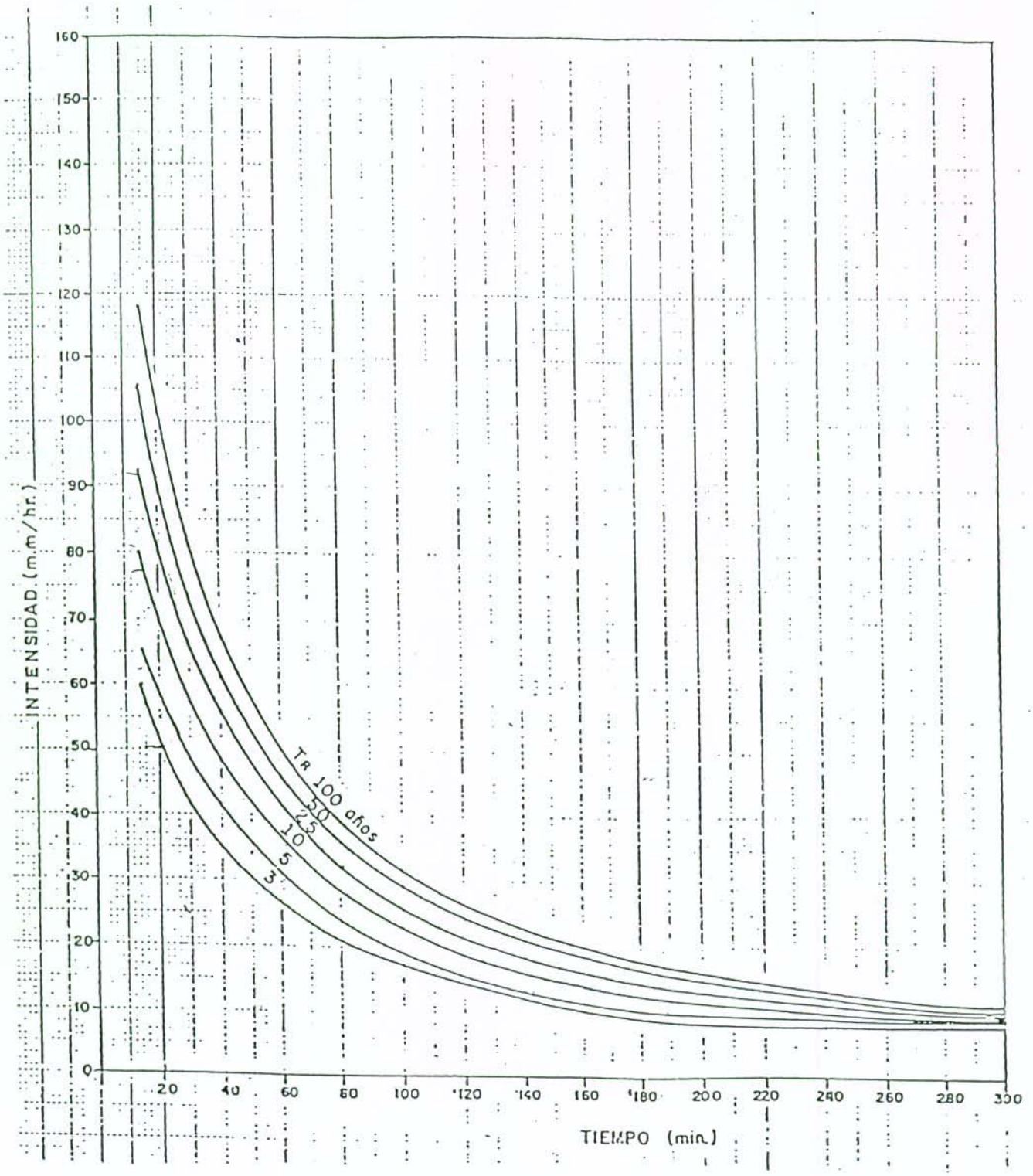
Apreciado doctor:

De la manera más cordial nos permitimos solicitarle se sirva emitir su Concepto Técnico sobre los riesgos que trata el Decreto 657 del 25 de Octubre de 1994.

Este concepto lo solicitamos con base en :

I. La exigencia realizada por la Empresa **GAS NATURAL S.A. que dice:** "Certifica la prestación del Servicio de Gas Natural a partir de diciembre de 1998, siempre y cuando la Oficina para Prevención de Emergencias de Santafé de Bogotá, **(OPES)**, en él tramite de expedición de la licencia de urbanismo, emita concepto técnico favorable sobre los riesgos de que trata el Decreto 657 del 25 de Octubre de 1994".

CURVA DE DURACION - INTENSIDAD - FRECUENCIA

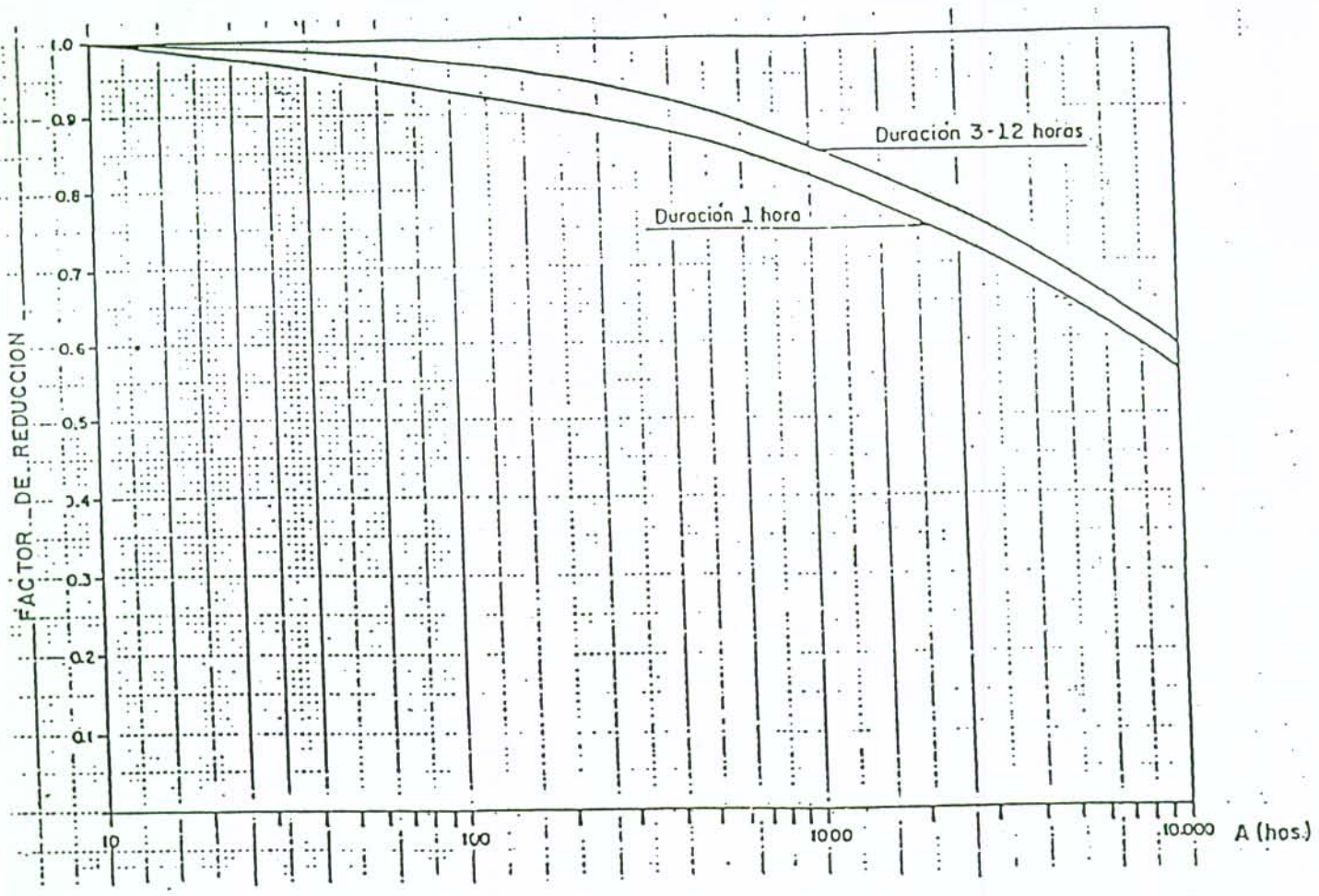


FUENTE: Hidroestudios

TOMADO DE AMBIENTEC LTDA (1988)

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.	Ingenieros Consultores Suelos y Cimentaciones
Predio NEBRASKA	LFO 9019
	FECHA: SEPTIEMBRE 7/88
Ver informe de suelos	FIGURA - 5

PERIODO DE RETORNO ENTRE 5 Y 100 AÑOS



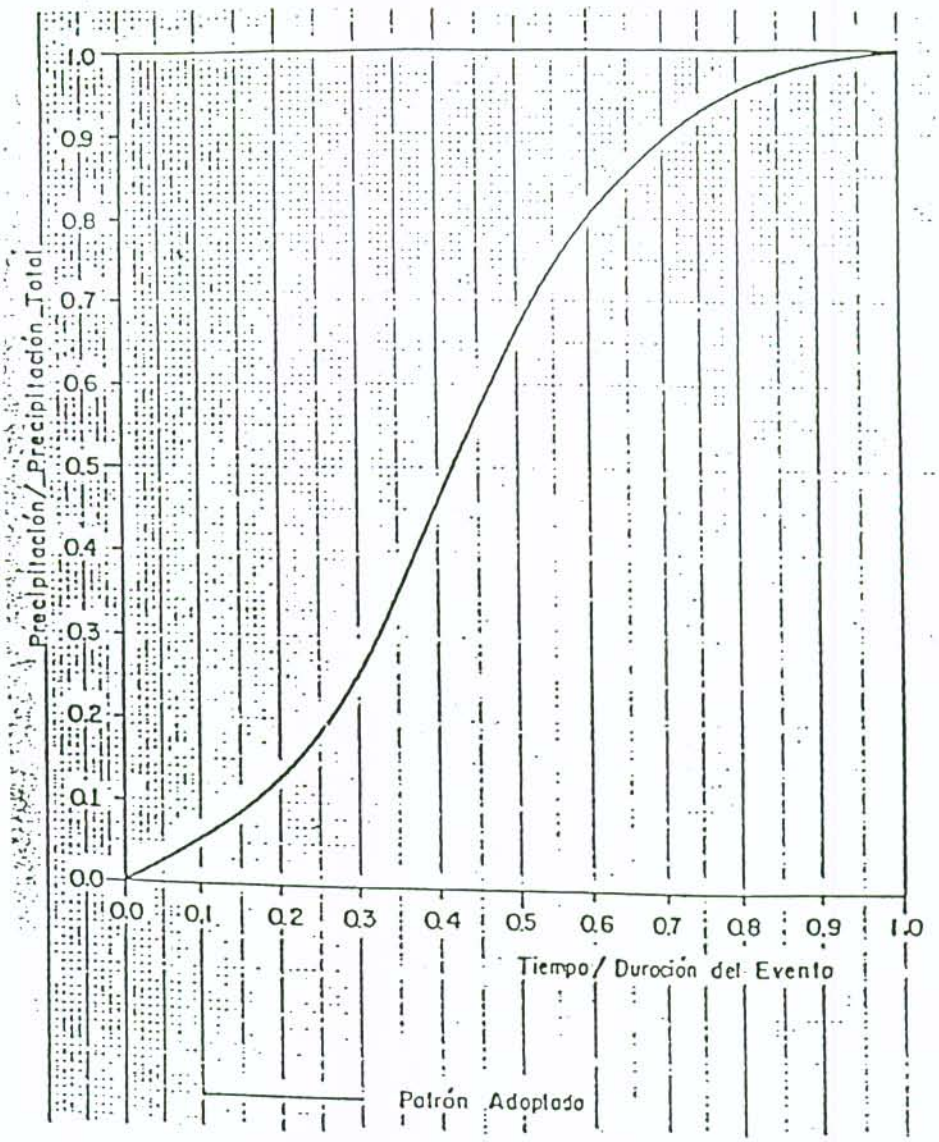
FACTOR DE REDUCCION

AREA (has)-	DURACION 1 hr	DURACION 3-12 hrs
10	1.00	1.00
100	0.93	0.97
1000	0.82	0.86
10000	0.56	0.59

TOMADO DE AMBIENTEC LTDA (1988)

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.	Ingenieros Consultores Suelos y Cimentaciones
Predio NEBRASKA	LFO 9019
	FECHA: SEPTIEMBRE 7/88
Ver informe de suelos	FIGURA – G

PATRON DE DISTRIBUCION TEMPORAL DE TORMENTAS



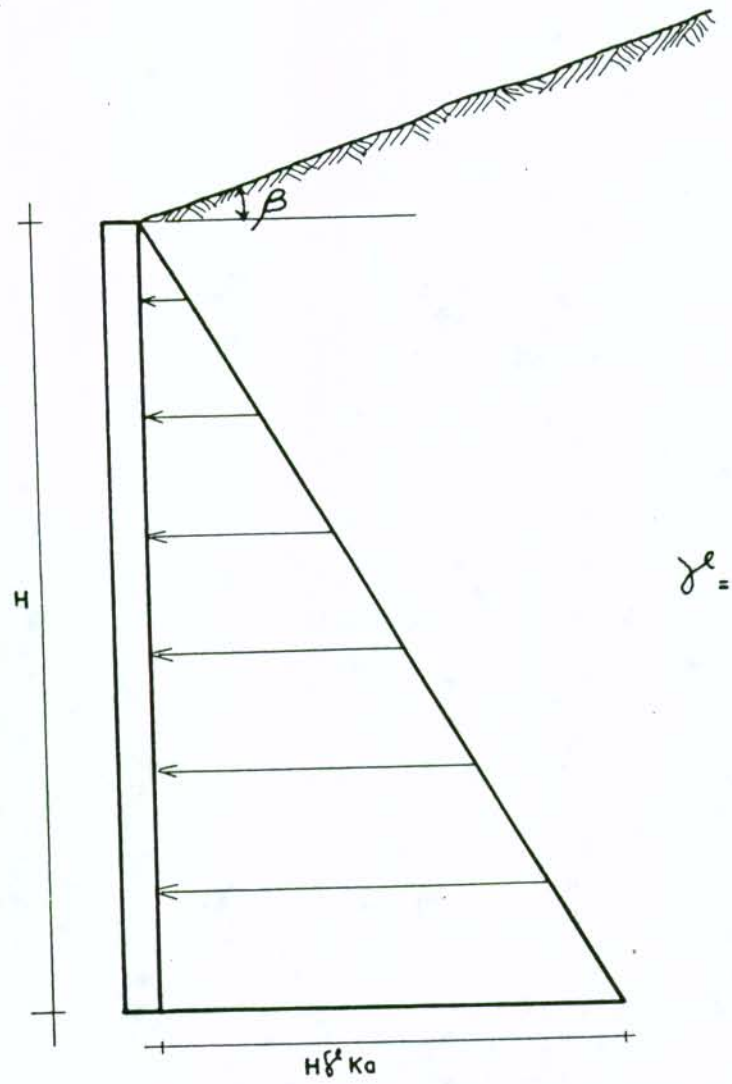
Fuente: HIDROESTUDIOS

TOMADO DE AMBIENTEC LTDA (1988)

LUIS FERNANDO OROZCO ROJAS & CIA.	Ingenieros Consultores Suelos y Cimentaciones
Predio NEBRASKA	LFO 9019
	[illegible]
Ver informe de suelos	FIGURA – 7

DIAGRAMA DE PRESION DE TIERRAS PARA

MURO DE CONTENCION



β	Ka
0	0.36
5	0.37
10	0.38
15	0.40
20	0.46
25	0.57

LFO: 9019.

FECHA: Septiembre/98.