

FONDO DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

FOPAE

ESTUDIO DE RIESGOS POR REMOCION EN MASA Y DISEÑOS
DETALLADOS DE OBRAS DE CONTROL PROTECCION Y
ESTABILIZACION EN EL BARRIO NUEVA ESPAÑA
LOCALIDAD SAN CRISTOBAL

INFORME FINAL

MAYO 2.000

ALVARO NIVIA QUIROGA

CALLE 112 No 5-51 T : 2 134452 SANTAFE DE BOGOTA

INDICE

| | Pág. |
|---|------|
| 1. GENERALIDADES | 1 |
| 2. DIAGNOSTICO CONCEPTUAL | 6 |
| 3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO | 12 |
| 4. ESTUDIO GEOLÓGICO | 13 |
| 5. ESTUDIO HIDROLÓGICO | 17 |
| 6. ESTUDIO GEOTÉCNICO | 19 |
| 7. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE AMENAZA POR FMR | 35 |
| 8. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR FRM | 40 |
| 9. EVALUACIÓN DE RIESGO POR FMR | 47 |
| 10. ALTERNATIVAS DE MITIGACION | 49 |
| 11. DISEÑO DETALLADO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA | 54 |
| 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 55 |
| 13. BIBLIOGRAFIA | 58 |

ANEXO 1. CARTERAS DE CAMPO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

ANEXO 2. ESTUDIO GEOTÉCNICO

ANEXO 3. LISTADOS DEL PROGRAMA PCSTABLE

ANEXO 4. MEMORIAS DE CALCULO

ANEXO 5. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

ANEXO 6. ESPECIFICACIONES TECNICAS

ANEXO 7. EVALUCION DE EDIFICACIONES

ANEXO 8. ANEXO FOTOGRAFICO

ANEXO 9. PLANOS

PLANO 1: PLANO TOPOGRÁFICO

PLANO 2: MAPA GEOLÓGICO REGIONAL

PLANO 3: MAPA GEOLÓGICO LOCAL

PLANO 4: MAPA DE INVENTARIO DE PROCESOS

PLANO 5: MAPA DE ZONIFICACION DE AMENAZA

PLANO 6: MAPA DE ZONIFICACION DE VULNERABILIDAD

PLANO 7: MAPA DE ZONIFICACION DE RIESGO

PLANO 8: OBRAS DE MITIGACION

PLANO 9: DISEÑO DE OBRAS – DETALLES

PLANO 10: DISEÑO DE OBRAS – DETALLES

INFORME EJECUTIVO

El problema

El problema de estabilidad cuyas obras de control y protección son el motivo del presente estudio, radica básicamente en la presencia de depósitos de origen antrópico y suelos residuales sobre una formación de roca arcillosa que forma una ladera con pendiente del 30%, roca que a su turno ha sido intervenida para la explotación de sus materiales, creándose así pendientes mayores. Estas condiciones desfavorables propiciaron la ocurrencia, entre Junio y Julio de 1999, de un deslizamiento de tierra que destruyó parte del relleno con el que se construyó la banca de la vía de acceso al barrio Nueva España.

El fenómeno de inestabilidad no solamente afectó el mencionado relleno, sino que, en menor grado, abarca toda la ladera, desde la corona del deslizamiento hasta la Carretera de Oriente. Los estudios elaborados demostraron que la parte alta de la ladera, sobrecargada, fue afectada por una falla de tipo rotacional que desplazó un volumen relativamente importante de material del relleno y de suelo residual de la ladera natural, material que se depositó a partir de aproximadamente la mitad de la ladera.

Al presente todo el material suelto se mueve lentamente dando lugar a un flujo de detritos con bastantes deformaciones y grietas por donde se infiltra el agua, precipitando así más movimientos e inestabilidad.

Trabajos adelantados

Adicionalmente a los levantamientos topográficos, se estudió la geología del área por medio de fotointerpretación y exploraciones de campo, se llevaron a cabo sondeos y ensayos de laboratorio para la investigación detallada de las características geotécnicas de los suelos afectados por el deslizamiento.

Geológicamente el área está constituida por paquetes potentes de arcillolitas rojizas y abigarradas de la Formación Bogotá. Específicamente en el sitio estudiado, en la parte alta, la roca está cubierta por el ya mencionado relleno antrópico conformado por escombros de construcción, materiales térreos de origen orgánico, y arcillas meteorizadas de la roca parental. La masa inestable que ocupa la ladera tiene una composición similar, pero se presenta en una forma más suelta.

Los sondeos permitieron determinar un perfil general típico, así : En la parte superior un depósito de limos y arcillas orgánicas, el cual suprayace una capa de suelo residual constituido por arcilla rojiza y/o grisácea, y finalmente la arcillolita o roca parental. La resistencia de estos suelos aumenta consistentemente con la profundidad.

Con base en las investigaciones anteriores se determinaron y zonificaron los diversos procesos morfodinámicos, tomando como elementos determinantes los materiales aflorantes, los procesos de deslizamiento, la intensidad de las deformaciones ocasionadas, la erosión, el origen del agua superficial, el grado de saturación del suelo y la actividad antrópica.

Se realizaron análisis de estabilidad por equilibrio límite sobre modelos geotécnicos que cubrieron el área en evaluación. Los resultados obtenidos se expresaron en términos de factores de seguridad para los mecanismos de falla más críticos. Se pudo establecer que los depósitos recientes presentan factores de seguridad del orden de 1.5 a 2.0 o más, mientras que los taludes en arcillolita presentan un factor de seguridad de 1.8, lo cual significa un buen nivel de estabilidad del macizo. La evaluación de la estabilidad de los taludes se enfocó al análisis de los mecanismos de falla

Análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo

La evaluación de la estabilidad de los taludes se enfocó al análisis de los mecanismos de falla establecidos en el modelo geotécnico. La evaluación de la amenaza se adelantó, para cada zona geotécnica definida en los perfiles típicos, mediante análisis cuantitativos de tipo determinístico en términos del factor de seguridad.

Los análisis mostraron que el sector, en condiciones normales es estable, con probabilidades de falla asociadas menores de 0.05, y con niveles de amenaza medios a bajos en condiciones de saturación parcial. En condiciones de saturación completa los factores de seguridad son mayores de 1.5, con probabilidades de falla asociadas menores de 0.1.

El establecimiento del nivel de vulnerabilidad de las unidades de vivienda se hizo en función de los posibles daños de los elementos expuestos a causa del fenómeno amenazante. Para la cualificación de los daños se asignaron "índices de daños" en función del tipo de vivienda y del tipo de sollicitación, definiéndose así "índices de vulnerabilidad". Los resultados obtenidos indican que los niveles de vulnerabilidad de las viviendas son bajos, básicamente por las características de construcción de las mismas y por el bajo nivel de exposición. Los elementos más vulnerables son la vía de acceso al barrio y la Carretera de Oriente.

La evaluación de riesgo por FRM se hizo en términos del costo esperado de falla definido como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad.

Como conclusión de lo anterior se adelantó una estimación cualitativa del nivel de vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa, de la vía de acceso y de la Carretera de Oriente.

A la vía de acceso se le asoció un evento con un grado de amenaza actual alto, que corresponde a una falla del relleno, la cual puede seguir afectando parte de la banca. Se determinó que el deslizamiento no presenta carácter regresivo que pueda afectar las viviendas, dado el control que ejerce el macizo rocoso. Sin embargo, se le asocia un nivel de riesgo alto, dada la importancia de la vía para la comunidad.

Para la Carretera de Oriente se pudo establecer que la pata del deslizamiento presenta una probabilidad de ocurrencia de movimiento baja, con factores de seguridad esperados del orden de 2.5, aunque en el caso de saturación de la masa descienden a valores de 2.1. Se le asocia un nivel de vulnerabilidad de medio a bajo, lo que no quiere decir que el sector no deba ser tratado, dada la importancia de esta carretera.

Soluciones contempladas

De lo anterior se desprende que los sitios que ameritan la construcción de obras de control son el sitio del derrumbe de la calle 38-Sur y la pata del depósito en frente de la Carretera de Oriente.

El primer sitio básicamente requiere la reconstrucción de la banca de la vía que fue destruida por el derrumbe, para lo cual se contemplaron las soluciones de un terraplén y de una estructura de contención. Cualquiera de estas obras tiene que estar fundada sobre la roca como única forma de garantizar su estabilidad y permanencia. Para el caso del terraplén se estudiaron varios taludes, pero se llegó a la conclusión que el mínimo talud aceptable era un talud de talud 1V : 2H. Como la pendiente de la roca sigue aproximadamente la misma pendiente de la ladera, pero a una profundidad entre dos y tres metros por debajo de la superficie actual del terreno, se tendría que hacer una fundación escalonada en la cual la pata del terraplén quedaría a 47 metros de distancia del eje de la vía y 21.5 metros por debajo de la cota de la rasante. Esto significa una magnitud y un costo de la obra que la hace inviable. Por estas razones se descartó como solución al problema de la rehabilitación de la banca de la vía.

Para la estructura de contención se contempló un muro de tierra armada con tiras metálicas, con frente recubierto con "escamas" de concreto reforzado. Este tipo de muro ha sido construido con éxito en el país, y se escogió porque es suficientemente flexible para absorber deformaciones del piso de fundación y al mismo tiempo, el muro en sí, sufre pocas deformaciones. En cuanto a las deformaciones del piso de fundación, es imprescindible, como esta claramente especificado, que el muro quede fundado sobre la roca, lo que elimina prácticamente la posibilidad de asentamientos importantes, de modo que esta no es una razón que pese en la decisión del tipo de muro, aunque si da un buen margen de seguridad. La poca deformabilidad del muro sí puede tener importancia porque se disminuirían posibles hundimientos y deformaciones de la banca de la vía.

Con todo, se ha planteado también la alternativa de construir la estructura de contención como un muro de tierra reforzado con tela geotextil, técnica que también se ha empleado en el país, y que tendría a su favor la mayor económica de su construcción como se puede deducir de los estimativos de costo elaborados. En efecto, el muro de tierra armada tiene un costo estimado de 55.763 pesos por metro cúbico, en tanto que el costo del muro reforzado con geotextil es de 51.982 pesos por metro cúbico. Los costos de la excavación, el relleno y terraplén para la vía, los drenajes y otras obras complementarias son los mismos para las dos alternativas.

A este respecto, es obvio que la verdadera economía radica en la magnitud del muro, cualquiera que sea el sistema escogido, por lo cual se consideró como una mejor solución construir el muro inicialmente en la zona más crítica, o sea en aquella que fue afectada por el derrumbe, por cuanto esto demuestra las deficientes condiciones de resistencia de los suelos involucrados, constituidos por basura, detritos, suelos orgánicos, colocados sin ninguna compactación, y mal drenados. Estas condiciones son más evidentes en un tramo de 20 metros (ver plano 8), por lo cual allí se localizó el muro que permitirá rehabilitar dicho tramo.

En el resto del relleno antrópico, hacia el occidente del tramo ya mencionado, si bien, según los estudios elaborados, en caso de saturación ofrecería peligro de falla, si se puede controlar el peligro de saturación, podría no ser necesario ningún tratamiento. Se decidió entonces proveer en la parte superior, a todo lo largo del tramo en cuestión, un buen drenaje por medio de un filtro. Esta solución exige una observación permanente y sistemática del comportamiento del relleno, por medio de una instrumentación adecuada. En el evento de que se hicieran evidentes signos de inestabilidad (deformaciones o corrimientos del terreno, agrietamientos, elevación del nivel de aguas subterráneas, etc), se procedería a construir una estructura de contención, en la longitud que se estime conveniente.

Para el caso de la contención del movimiento del depósito que invade la cuneta de la Carretera de Oriente se diseñó un muro de gaviones. Como lo que precipita el movimiento del depósito es básicamente su contenido de humedad, que en caso de saturación podría llegar a ser crítico, se consideró que un sistema de subdrenes en el cuerpo del depósito coadyuvaría eficientemente en la solución del problema.

ESTUDIO DE RIESGOS POR REMOCION EN MASA Y DISEÑOS DETALLADOS DE OBRAS DE CONTROL PROTECCION Y ESTABILIZACION EN EL BARRIO NUEVA ESPAÑA. LOCALIDAD SAN CRISTOBAL

CAPITULO 1 GENERALIDADES

1.1. Alcance del Estudio

El estudio motivo del presente informe consiste en el análisis y evaluación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de inestabilidad, como deslizamientos y reptación, fenómenos que han afectado y están afectando un sector del barrio Nueva España. Con base en dichos análisis, evaluar las posibles medidas correctivas, seleccionar y diseñar las más adecuadas desde el punto de vista técnico (probabilidad de falla, factor de seguridad, viabilidad constructiva), y económico (relación beneficio-costos), para la estabilización y control de los actuales procesos de inestabilidad.

1.2. Descripción de las Actividades Realizadas

En cumplimiento de lo exigido en el Contrato CCS-604-99, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Obtención de la cartografía existente del área de interés: Planchas L-50 y L-60 del IGAC, en escala 1: 2.000, publicadas en 1.981 y restituidas con fotografías aéreas de 1.977.
- Obtención de las fotografías aéreas Nos 15 y 16, del vuelo C 1737, de Abril/77, en escala 1:8.100.
- Consulta del estudio elaborado por el Consorcio Civiles Ltda - Hidroconsulta Ltda, elaborado para el Barrio Nueva España (área adyacente a la del presente estudio), del cual se obtuvo información de los aspectos geológicos, geotécnicos e hidrológicos.
- Levantamiento topográfico del área de interés en una extensión de 1.4 Has.
- Estudio geológico con base en la fotointerpretación geológica de las fotografías aéreas mencionadas anteriormente y en reconocimientos detallados de campo.
- Investigaciones del subsuelo por medio de cinco sondeos con una longitud total de 21 metros y ensayos de laboratorio, con lo cual se caracterizaron los diferentes tipos de suelos (rellenos antrópicos, depósitos naturales, suelos residuales y roca) y se determinaron sus parámetros de resistencia In-Situ y de laboratorio.
- Con base en los anteriores datos se llevaron a cabo los análisis geotécnicos, básicos para los ulteriores estudios de zonificación de amenaza, análisis de vulnerabilidad y riesgo.

1.3. Organización del Informe

El informe se ha organizado de conformidad con el orden establecido en el Numeral 5.6 de los Términos de Referencia suministrados por el FOPAE, los cuales sirvieron de base para la elaboración de los estudios que aquí se presentan, cuyo contenido se resume a continuación:

Capítulo 1. Se presenta el alcance del estudio, la organización del Informe y las diferentes actividades realizadas para el cumplimiento de lo exigido en el contrato.

Capítulo 2. Presenta el diagnóstico conceptual, con la descripción del problema y sus posibles causas, la delimitación geométrica del área de estudio, los trabajos topográficos elaborados, la descripción preliminar de los suelos y las posteriores investigaciones del subsuelo por medio de sondeos y ensayos de laboratorio. Igualmente, se presentan los modelos y metodologías de análisis, la evaluación conceptual de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo, los cuales sirvieron de base para las alternativas de solución estudiadas.

Capítulo 3. Se presenta en este capítulo la metodología empleada para los trabajos topográficos de campo y el correspondiente plano, el cual es la base para los estudios realizados.

Capítulo 4. Presenta las características geológicas del área, tales como la estratigrafía, estructura, litología tanto de la roca parental como de los diversos depósitos cuaternarios presentes en el área y sus rasgos geomorfológicos.

Capítulo 5. Este capítulo hace relación al estudio hidrológico, en donde básicamente se determina el área que drena hacia la zona inestable. En cuanto a los aspectos hidrológicos, estimación del caudal de escorrentía e intensidad de lluvias, se acogieron los datos del estudio realizado por el Consorcio Civiles Ltda & Hidroconsulta Ltda para esta área.

Capítulo 6. En este capítulo se realizó la identificación de las características geomecánicas de los materiales del subsuelo involucrados dentro del proceso de falla. Para cuantificar las propiedades físicas de estos materiales se realizaron sondeos con barreno manual que incluyeron pruebas de campo (SPT y penetrometro), y muestreo para ensayos de laboratorio. Se llevaron a cabo cinco sondeos con un total de 21.7 metros.

Estas investigaciones permitieron determinar un perfil típico, así: inicialmente materiales varios de relleno y/o limos y arcillas orgánicas; por debajo de estos materiales de depósito aparece una capa de suelo residual constituida por arcilla gris a rojiza; y finalmente arcillolita abigarrada que corresponde a la roca parental.

Con base en el estudio geológico y geomorfológico local, y en las mencionadas exploraciones del subsuelo se desarrolló una zonificación por procesos morfodinámicos tomando como elementos determinantes los materiales aflorantes, los procesos de deslizamiento, la intensidad de las deformaciones ocasionadas, la erosión, el origen del agua subsuperficial, el grado de saturación del suelo y la actividad antrópica. Se identificaron los siguientes procesos

morfodinámicos: remoción en masa, erosión concentrada en forma de surcos y cárcavas, erosión concentrada en forma de surcos y laminar, y ausencia de procesos morfodinámicos.

Se llevó a cabo la zonificación de las laderas desde el punto de vista de su susceptibilidad al desarrollo de fenómenos de remoción en masa y se definieron perfiles estratigráficos representativos para establecer el modelo geotécnico sobre el cual se modelaron los procesos que están o pueden ocurrir en la ladera. Se formularon mecanismos hipotéticos respecto de los modos o mecanismos de falla, como son: deslizamientos superficiales de tipo rotacional y deslizamientos traslacionales. El comportamiento de la lluvia como factor detonante se analizó tomando el criterio de lluvia crítica.

Se realizaron análisis de estabilidad por equilibrio límite sobre modelos geotécnicos que cubren el área en evaluación. Los resultados obtenidos se expresan en términos de factores de seguridad para los mecanismos de falla más críticos encontrados para cada zona, elaborados sobre secciones representativas bajo condiciones de máxima aceleración de amenaza sísmica y condiciones de saturación total. Se pudo establecer que los depósitos recientes presentan factores de seguridad del orden de 1.5 a 2.0 o más, mientras que los taludes en arcillolita presentan un factor de seguridad de 1.8, lo cual significa un buen nivel de estabilidad del macizo. Asumiendo el material saturado los factores de seguridad disminuyen entre el 20% y el 25%, mostrando que el factor de la morfometría del depósito ejerce una gran influencia en la estabilidad del mismo.

Capítulo 7. En este capítulo se hace la evaluación y análisis de amenaza por fenómenos de remoción en masa. La evaluación de la estabilidad de los taludes se enfocó al análisis de los mecanismos de falla establecidos en el modelo geotécnico, y la evaluación de la amenaza se adelantó, para cada zona geotécnica definida por perfiles típicos, mediante análisis cuantitativos de tipo determinístico en términos del factor de seguridad.

La aproximación probabilística de la amenaza se adelantó por el método de Estimación de Punto (PEM), estableciendo diferentes escenarios de acuerdo con los detonantes (lluvia y sismo), lo cual permitió delimitar diferentes niveles de amenaza, teniendo en cuenta aspectos de magnitud, estado de actividad y tendencia a la propagación. Se tomó como escala de categorización de la amenaza la establecida en el estudio de INGEOCIM 1998 (Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Varias Localidades de Santafé de Bogotá, UPES-FOPAE).

Los análisis muestran que el sector, en condiciones normales, es estable, con probabilidades de falla asociadas menores de 0.05 y con niveles de amenaza medios a bajos en condiciones de saturación parcial. En condiciones de saturación completa los factores de seguridad son mayores de 1.5, con probabilidades de falla asociadas menores de 0.1.

En el caso del relleno de la parte alta, del lado derecho de la zona deslizada, el cambio de saturación del material condiciona su estabilidad, reduciéndose su factor de seguridad de 1.8 a 1.1, lo que define un nivel de amenaza alta. El deslizamiento que afecta la Carretera de Oriente, presenta un nivel de amenaza media para las condiciones actuales, sin embargo, al

modificar dichas condiciones en forma negativa, su estabilidad puede llegar a ser crítica con factores de seguridad cercanos a 1.0 o inclusive menores.

Capítulo 8. Este capítulo hace relación a la evaluación y análisis de vulnerabilidad por fenómenos de remoción en masa (FRM), para lo cual se emplearon los lineamientos metodológicos establecidos por LEONE , 1996, estableciendo el nivel de vulnerabilidad de las unidades de vivienda en función de los posibles daños de los elementos expuestos a causa del fenómeno amenazante.

Se hizo el inventario de las viviendas, estableciéndose seis tipos de viviendas, así :

- A - Viviendas con estructura aporcada en concreto
- B - Viviendas con muros cargueros, pero sin confinamiento adecuado.
- C - Viviendas de construcción normal y viviendas prefabricadas.
- D - Viviendas informales.
- E - Edificaciones en proceso de construcción.
- F - Lotes vacíos .

Se llevó a cabo la estimación cuantitativa de daños posibles para cada tipo de vivienda, aplicando los criterios propuestos por LEONE para la "intensidad del daño" y "el porcentaje de daño", tomando este último como la diferencia entre el valor del bien antes y después del evento generador del daño, dividida por su valor inicial.

El modelo de vulnerabilidad se estableció definiendo para cada zona geotécnica su área de afectación, magnitud del evento, morfometría del frente de viaje del movimiento y tipo de sollicitación, para lo cual se definieron dos tipos de sollicitaciones:

- Desplazamientos verticales DV
- Empujes E

Para la cualificación de los daños se asignaron "índices de daños" en función del tipo de viviendas y el tipo de sollicitación. Con base en lo anterior se definieron "índices de vulnerabilidad". Los resultados muestran que los niveles de vulnerabilidad de las viviendas son bajos, básicamente por las características de construcción de las mismas, y por el bajo nivel de exposición. Como elementos más vulnerables se determinan: la vía de acceso al barrio y la Carretera de Oriente.

Capítulo 9. La evaluación de riesgo por FRM se hizo en términos del costo esperado de falla, definido como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad. Adicionalmente se estableció un "índice de riesgo" IR, definido como el porcentaje del daño esperado, el cual permite establecer intervalos de riesgo.

Se consideró necesario adelantar una estimación cualitativa del nivel de vulnerabilidad y riesgo del sistema vial , por fenómenos de remoción en masa.

Vía de acceso. Se le asocia un evento con un grado de amenaza actual alto que corresponde a una falla del relleno, la cual puede seguir afectando parte de la banca. Se determinó que el deslizamiento no presenta un carácter retrogresivo que pueda afectar las viviendas, dado el control que ejerce el macizo rocoso, el cual presenta condiciones favorables a la estabilidad. Aunque su efecto sobre la comunidad sea mínimo en términos de costos de daños esperados, se le asocia un nivel de riesgo alto dada la importancia de la vía para la comunidad.

Carretera de Oriente. Se pudo establecer que la pata del deslizamiento presenta una probabilidad de ocurrencia de movimiento baja, con factores de seguridad esperados del orden de 2.5, factores que al considerar la masa saturada descienden a valores de 2.1.

Teniendo en cuenta el tipo de evento amenazante y los posibles efectos o daños sobre la vía que puede causar su ocurrencia, se le asocia un nivel de vulnerabilidad medio a bajo, lo que no quiere decir que el sector no deba ser tratado, dada la importancia de esta carretera.

Capítulo 10. Analiza las alternativas de solución para el control de los FRM, en términos del factor de seguridad, probabilidad de falla, relación beneficio/costo y viabilidad constructiva.

Para la falla rotacional de la calle 38-Sur se estudiaron medidas tendientes a reducir los agentes causantes del problema por medio del control de las infiltraciones de agua, a incrementar las fuerzas resistentes por medio de estructuras adecuadamente cimentadas, y a incrementar la resistencia del suelo natural por medio de sistemas subdrenaje. A este efecto se contempló inicialmente un terraplén con talud H2:V1, el cual resultó inviable por los grandes movimientos de tierra involucrados (corte y terraplén), ya que por tener que ser cimentado sobre la roca, la pata del terraplén quedaría 51 metros abajo del paramento de las construcciones del barrio, a la cota 2.878, siendo la cota de la calle 38-Sur, la 2.899,50.

Se contempló entonces la solución de un muro en tierra armada, bien sea con tiras metálicas o con geotextil. Esta solución se complementó con el arreglo de la calzada de la calle 38-Sur para lograr una evacuación expedita de las aguas de escorrentía provenientes de la ladera o de los tejados de las casas y con un sistema de filtros.

Para controlar el movimiento de la pata del depósito y evitar su avance hacia la Carretera de Oriente se contempló un muro de gaviones y el arreglo de la cuneta de la vía.

A fin de eliminar los movimientos y agrietamientos del cuerpo del depósito, se contempló un sistema de subdrenaje por medio de filtros y el perfilado de la superficie del terreno, complementado con arborización y empedradización.

Capítulo 11. Presenta el diseño detallado de la alternativa seleccionada, la cual consiste en un muro de tierra armada con su sistema de drenaje, para recuperar la banca de la vía de acceso al barrio; el drenaje, perfilaje, arborización y empedradización de la masa en movimiento, y un muro de gaviones paralelo a la Carretera de Oriente para controlar el movimiento de la pata del depósito.

CAPITULO 2 DIAGNOSTICO CONCEPTUAL

2.1. Descripción del problema y sus posibles causas

El problema de estabilidad que afecta un sector del barrio Nueva España corresponde a un deslizamiento de tierra que se presentó entre Junio y Julio de 1999, que transportó un relleno construido para la vía principal que sirve de acceso al barrio (Calle 38-sur). La observación del escarpe que dejó el mencionado deslizamiento hizo evidente que el relleno se construyó con material de desperdicio, presumiblemente sin la compactación adecuada. Según informaron los vecinos, desde la parte superior de la ladera se han venido arrojando desperdicios (tierra, desechos y basura) desde hace mucho tiempo, y todavía se sigue haciendo.

Inspecciones detalladas de terreno permitieron determinar que el fenómeno de inestabilidad no solamente afectó al terraplén de la vía sino que, en menor grado, abarca toda la ladera desde la corona del deslizamiento ya mencionado hasta la Carretera de Oriente. Los estudios elaborados demostraron que la parte alta de la ladera, sobrecargada por el relleno mencionado, fue afectada por una falla de tipo rotacional que desplazó un volumen relativamente importante de material constituido por material del relleno y por el suelo residual de la ladera natural, material que se depositó a partir de aproximadamente la mitad de la ladera. Al presente toda la ladera abajo del derrumbe constituye un depósito de material suelto que se mueve lentamente dando lugar a un flujo de detritos con bastantes deformaciones y grietas por donde se infiltra el agua precipitando así más movimientos e inestabilidad. Adicionalmente, antes de construir el alcantarillado, las aguas servidas del barrio se evacuaban hacia la ladera. Al presente solamente una o dos casas evacuan las aguas servidas por una tubería que deja infiltrar el agua en el depósito. El proceso descrito se desarrolla a lo largo de toda la masa en movimiento, la cual llega hasta la cuneta de la Carretera de Oriente, de tal manera que es necesario retirar el material de la pata del talud para despejar la cuneta, de forma que no afecte la banca de la carretera. Los fenómenos descritos no han involucrado hasta el presente la roca parental.

La roca parental está constituida por arcillolitas abigarradas de la Formación Bogotá. Esta roca se halla muy bien expuesta en los taludes que dejaron las explotaciones de arcilla para fabricación de ladrillo, en las inmediaciones del área de estudio. Las arcillas son duras y bien consolidadas según se pudo observar en una caja profunda que se excavó recientemente en la Calle 38-Sur. Esta calle constituye la cabeza del deslizamiento en cuestión, y en su superficie se nota que la roca está aflorante. Estas características de dureza se pueden inferir de la construcción de un edificio de cuatro pisos en el costado occidental del deslizamiento, sobre la misma ladera, el cual, es de suponer, se fundó sobre la roca, sin que, según se informó, hasta el presente se haya notado ningún agrietamiento o deformación. Lo anterior fue comprobado en una visita de inspección al edificio.

En resumen, se puede asegurar que el deslizamiento del terraplén de la vía es de tipo rotacional, y que hacia abajo es evidente que se trata de un flujo de detritos de material predominantemente de origen antrópico, flujo que seguramente es favorecido por el carácter arcilloso de la roca subyacente, la cual no está muy profunda. De hecho, en medio del depósito en movimiento se detectó un afloramiento de la arcillolita y adyacente al costado oriental de la corona, se presenta el afloramiento que se explotó para las ladrilleras.

2.2 Delimitación Geométrica del Area de Estudio

El área de estudio abarca la parte del barrio Nueva España ubicada al Norte de la Calle 38 Sur, en una longitud de 100 metros, y ladera abajo hasta la Carretera de Oriente a lo largo de 140 metros. El área de estudio forma una especie de trapecio que tiene una superficie de aproximadamente 1.4 Has. En la Figura 2.1. se presenta el área de estudio regional y local.

2.3 Requerimientos de topografía y exploración del subsuelo

Topografía. El levantamiento ejecutado consistió en radiación desde la parte baja del área, previa su liga a los puntos del IGAC, relacionados con las coordenadas y cotas que se presentan en el numeral 3 y como se indica en el Plano No 1, para obtener la morfología detallada del terreno con curvas de nivel cada 0.5 metros, con la localización de viviendas, vías, red de alcantarillado y eléctricas, y demás detalles de interés. El plano topográfico se presenta en escala 1:500. Para un mejor control del levantamiento se trazaron tres secciones normales a las curvas de nivel.

Suelos. Un primer reconocimiento geológico general permitió determinar que toda el área está formada por rocas arcillosas, rocas que, como ya se mencionó, afloran en una buena extensión del terreno bajo estudio. Naturalmente, en la parte expuesta de los afloramientos, la roca ha formado una capa de suelos residuales. En la parte más alta de la ladera, donde están ubicadas las construcciones del barrio, se presenta un depósito compacto de suelos constituido por una mezcla de arcilla, grava y arena (recebo), que según recientes estudios del área corresponde a un flujo torrencial proveniente de estratos de roca arenisca ubicados hacia la parte alta de la cuchilla que bordea la Sabana. En la zona de estudio la roca está recubierta por los depósitos ya descritos, aunque se observan pequeños afloramientos.

Las investigaciones del subsuelo se orientaron a delimitar el depósito heterogéneo (botadero), y a determinar, por medio de sondeos, la profundidad del contacto roca-depósito, a investigar el estado del suelo y de la roca en las vecindades del contacto, principalmente para conocer las variaciones de la humedad, el grado y profundidad de la meteorización de la roca y formación de suelo residual, e igualmente determinar por medio de muestreo y ensayos de laboratorio, los parámetros de resistencia del suelo y la roca necesarios para alimentar los modelos que se usaron para calcular los Factores de Seguridad en las secciones del deslizamiento estudiadas.

Para esto se llevaron a cabo cuatro sondeos sobre una sección principal trazada por el eje del movimiento, y un quinto sondeo hacia el occidente del eje mencionado. Los sondeos se denominan así:

| No | Ubicación | Profundidad |
|--------|--|-------------|
| SI-1 | En la Calle 38 Sur, prácticamente en la corona del escarpe | 6.5 m |
| SI-1 A | En la base del escarpe | 2.5 m |
| SI-2 | En la parte media de la masa en movimiento | 7.0 m |
| SI-3 | En las cercanías de la cuneta norte de la Carretera de Oriente | 2.5 m |
| SII-1 | Costado occidental del depósito, hacia su parte media | 2.5 m |

En los sondeos se llevaron a cabo pruebas de penetración estándar, y en las muestras tomadas se hicieron ensayos de clasificación, análisis granulométrico, compresión inconfiada, humedad natural, contenido de materia orgánica, peso unitario, veleta y corte directo.

2.4. Modelos y Metodologías de Análisis

Con base en las secciones transversales, en los resultados de las pruebas de campo y ensayos de suelos enumerados anteriormente, se llevaron a cabo análisis de estabilidad en las secciones transversales previamente identificadas.

A este efecto se generaron modelos bidimensionales de estabilidad de taludes, trabajados con programas actualizados como el "Stable", que permite utilizar varios métodos como el Jambu, el Bishop, o similares. Inicialmente estos modelos se aplicaron a las condiciones actuales para determinar el Factor de Seguridad que tiene el deslizamiento. Estos estudios permitieron evaluar la amenaza que afecta las instalaciones y los habitantes del barrio.

Como base de la evaluación de la amenaza se elaboró una cartografía geomorfológica que permite establecer zonas o taludes de comportamientos similares, estableciendo junto con los resultados de laboratorio una zonificación geotécnica. Se emplearon los perfiles topográficos levantados en el estudio.

De acuerdo con los resultados obtenidos se contemplaron las medidas de mitigación y estabilización aconsejables. Como dichas medidas cambian las condiciones actuales, y en consecuencia modifican las cargas actuantes sobre el talud, se elaboraron modelos que incluyen las nuevas condiciones, y se evaluó de nuevo el Factor de Seguridad.

2.5 Evaluación conceptual de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo

De acuerdo con las observaciones de terreno y la información obtenida de los vecinos del lugar, se puede considerar que, al presente, el sector que presenta las mayores condiciones de

amenaza es el comprendido actualmente entre la corona del deslizamiento y la Carretera de Oriente, ya que con el tiempo los procesos de deslizamiento pueden adquirir un carácter retrogresivo y eventualmente se podrían afectar las fundaciones de las actuales edificaciones. Esta posibilidad aunque podría considerarse remota, dada la naturaleza arcillosa de la roca, puede presentarse por ablandamiento y acción de aguas de infiltración. En relación con la vulnerabilidad, se puede considerar que lo que más afecta las condiciones de bienestar de la comunidad es la posible activación del movimiento rotacional del terraplén, porque podría perderse del todo un recurso de gran valor estratégico como es su principal vía de comunicación.

2.6. Alternativas de Solución

Es evidente que descuidar completamente el movimiento actual puede conducir a que, con el tiempo, poco a poco el deslizamiento se vuelva retrogresivo, que es lo que está sucediendo en la actualidad, y que ha sido bien notoria en la presente época de lluvias. En esta forma, la humedad podría comenzar a ablandar la roca parental arcillosa y a la larga no solo terminaría por destruir en su totalidad la actual banca de la vía, sino por poner en peligro las construcciones a causa de la pérdida de resistencia del piso de fundación. Por esta razón es indispensable defender la banca de la vía, para lo cual se contemplaron las siguientes alternativas de solución:

- Reemplazar el actual relleno que constituye la calle 38-Sur por un terraplén adecuadamente construido, fundando necesariamente sobre la roca, lo cual implica un tipo de fundación escalonado. Como la roca lleva la misma inclinación de la ladera, esta solución conlleva un volumen de excavación importante.
- Proveer la banca para la vía soportándola con una estructura de contención para lo cual se proyectaron muros de tierra armada, así:
 - 1) Muro de tierra armada con armadura metálica
 - 2) Muro de tierra armada con geotextil.

El otro problema que requiere atención es el deslizamiento de la pata del depósito que afecta la Carretera de Oriente. Para solucionar este problema se proyectó una estructura de contención consistente en un muro de gaviones.

Para controlar la erosión y formación de cárcavas en el cuerpo del depósito se aplica un tratamiento de drenaje subsuperficial y superficial, limpieza, y conformación del depósito. La conformación se haría por medio de terraceo en la medida que este sea práctico habida consideración de la topografía del terreno. El drenaje superficial se hace por medio de cunetas que se conectan con zanjas y/o tuberías y el agua se evacuará hacia el sistema de alcantarillado en la calle 38-Sur, y hacia la cuneta de la carretera en la Carretera de Oriente. Se proveerá también un sistema de subdrenaje por medio de filtros que se conectará a las zanjas y/o tuberías ya mencionadas.

- Se considera de importancia la educación de la comunidad para que tome conciencia de los perjuicios que ellos mismos se causan si siguen arrojando desperdicios sobre el talud, pues de continuar así se perdería cualquier obra que se hiciera para controlar el actual movimiento del terreno, por más sofisticada y costosa que esta fuese.

CAPITULO 3 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

3.1. Método de trabajo

El método empleado fue una poligonal cerrada con ceros atrás que consistió en partir del CT-999 (Placa en bronce del IGAC), de coordenadas 94,799.433N, 98,975.136E, cota 2,850.820, con cinco estaciones siguiendo aproximadamente los linderos del terreno. Desde los vértices de este polígono se tomaron por radiación los puntos complementarios para la determinación de los detalles y curvas topográficas del terreno. El equipo utilizado fue una Estación Total de precisión GTS 300, marca Topcon.

Se determinó la poligonal midiendo los lados y los ángulos en sus vértices partiendo de la placa CT-999, placa materializada en bronce del IGAC, con azimut de partida de 103°54'34" en el CT-998, pasando además por la placa CD 497 (94,806.408N, 99,027.613E, 2859.366) y cerrando nuevamente en la placa CT-999, con un cierre de 1:16,000. Estas placas corresponden a puntos georeferenciados del IGAC.

Una vez calculada y ajustada la poligonal a partir de las coordenadas de cada estación, se calcularon las coordenadas de los puntos (detalles) tomados desde cada una de ellas, empleándose una hoja de cálculo Excel.

Se elaboró un plano topográfico (Plano 1) a escala 1:500 utilizando el programa Autocivil 6.0, el cual fue revisado posteriormente en el terreno de manera conjunta con la Interventoría. Se realizaron, además, tres secciones longitudinales para análisis detallando los accidentes en la topografía de la zona del deslizamiento.

Se materializaron tres placas de bronce en la parte alta con sus respectivas coordenadas x, y, z, para posteriores trabajos de replanteo.

TABLA 3.1. DATOS DE REFERENCIAS TOPOGRÁFICAS

| | Delta | Coordenadas | | Cota |
|--------------------------------|---------|-------------|------------|-----------|
| | | Norte | Este | m.s.n.m. |
| Puntos de amarre | CT-999 | 94,799.433 | 98,975.136 | 2,850.820 |
| | CD-497 | 94,806.408 | 99,027.613 | 2,859.366 |
| Placas para futuros replanteos | Placa-1 | 94,850.550 | 99,261.599 | 2,899.360 |
| | Placa-2 | 94,850.680 | 99,312.702 | 2,899.748 |
| | Placa-3 | 94,894.500 | 99,273.560 | 2,906.070 |

En el Anexo 1, se presentan copias de las carteras de campo y carteras de cálculos.

CAPITULO 4 ESTUDIO GEOLOGICO

4.1. Método de trabajo

Para la realización del estudio geológico del área del deslizamiento y sus alrededores la metodología que se siguió fue la siguiente:

- Revisión Bibliográfica. Se revisaron varios documentos cartográficos y un documento técnico. Los documentos cartográficos consultados fueron:
 - Mapa Geológico de la Localidad de San Cristóbal Sur. Ingeocim Ltda. 1997.
 - Estudio de Zonificación de Riesgo por Inestabilidad del Terreno Para Diferentes Localidades de Santafé de Bogotá. Ingeocim, 1997.
 - Fotografías Aéreas Igac. Vuelo C- 1737 N^o 15 y 16, escala aproximada 1:8100. 1977.
 - Planos topográficos Igac L 50 y L 60, escala 1:2000, 1978.
 - Estudio Barrio Nueva España (Localidad San Cristóbal Sur). Zonificación de Amenaza y Riesgo por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseño Detallado de las Obras para Estabilizar. Abril de 1999.
- Estudio fotogeológico del área inestable y de sus alrededores. Esta actividad permitió obtener un mapa fotogeológico del área, en escala 1:2000.
- Control de campo. Esta labor permitió recolectar información; litológica, estructural, presencia y posición del nivel freático, grado de meteorización de los materiales e identificar los procesos morfodinámicos que afectan el sector; además se hicieron los ajustes y complementaciones del mapa fotogeológico para convertirlo en el mapa geológico del estudio.
- Elaboración de un perfil geológico típico para fines geotécnicos.

4.1.1. Características geológicas regionales

Los cerros sur orientales de Bogotá están conformados por rocas sedimentarias de edad Cretácea, Grupo Guadalupe, y Terciaria representadas por el Grupo Guadalupe y las Formaciones Guaduas, Cacho y Bogotá. Estas formaciones, en extensiones importantes, están recubiertas por depósitos recientes de origen fluviotorrencial y por depósitos originados por el flujo o fluencia plástica de grandes masas de materiales.

La geología estructural se distingue por la presencia del Anticlinal de Bogotá, cuyo flanco occidental en el sector está en posición normal, dando origen a una ladera homoclinal con inclinación superior a 45^o, hacia el occidente.

4.1.2. Estratigrafía del sector

Como se aprecia en el Plano 2, en los alrededores del área de estudio afloran estratos de la formación Bogotá, en la cual se presentan específicamente los problemas de estabilidad. Esta formación se encuentra localmente recubierta por depósitos recientes de origen fluviotorrencial y torrencial.

Las características más importantes de cada una de las unidades, de más antigua a más reciente, son las siguientes:

- **Formación Bogotá (Teb):** En el sector está constituida por paquetes potentes de arcillolitas rojizas y abigarradas, localmente de coloración gris, algo meteorizadas; intercaladas con esporádicos estratos delgados de areniscas feldespáticas. Sobre los estratos de esta formación, en el pasado se desarrolló actividad minera en el costado sudeste, área aledaña al sitio inestable.
- **Formación Cacho (Tpc):** Está infrayaciendo a la Formación Bogotá. No aflora en el área de estudio. De acuerdo con la evaluación fotogeológica aflora al oriente; en ese sector está constituida por intercalación de estratos de arenisca y de arcillolita. El contacto con la Formación Bogotá está recubierto por el depósito fluviotorrencial (Qft).
- **Depósitos Recientes:** Como se mencionó anteriormente y se ilustra en el Plano 2, están representados por un depósito extenso de origen fluviotorrencial (Qft), un depósito de origen torrencial (Qf), un relleno de origen antrópico (Qr) y un deslizamiento de masas de arcillolitas meteorizadas (Qd). La descripción litológica de estas unidades se hace posteriormente.

Rasgos estructurales

La geología estructural del sector es sencilla, lo destacable es la presencia de una estructura homoclinal, en la cual los estratos tienen orientación norte sur, azimut de buzamiento hacia el oeste e inclinación que oscila entre 50° y 60° . Las características plásticas, preponderantes en las rocas aflorantes en el sector, no permiten la toma de datos representativos de las diaclasas.

4.3. Características geológicas detalladas del área de estudio

4.3.1 Introducción. El Barrio Nueva España se localiza sobre la ladera occidental del sector suroriental de los Cerros Orientales. El área con problemas de estabilidad se localiza en el extremo sur oriental del Barrio.

En el área, de acuerdo con la interpretación fotogeológica de las fotos aéreas C-1737 No. 15 y 16 de 1977, existían pocas viviendas; el sector, en la parte alta de la ladera había sido dividido en lotes, dentro de un plan de urbanización y la ladera era estable. Se destaca también la actividad de explotación de materiales de construcción sobre el depósito fluviotorrencial, en el costado norte del área; de arcillas en el costado oriental, en la parte media y baja de la ladera,

colindante con el sitio donde posteriormente se presentó el proceso de inestabilidad; estas últimas excavaciones son de tamaño importante, pues originaron taludes de hasta 25m de altura sobre las arcillolitas de la formación Bogotá.

El análisis de fotos aéreas de noviembre de 1990, muestra varios cambios importantes en esta ladera, como son: una actividad minera más extensa sobre el fluviotorrencial y sobre las arcillolitas que implicó la destrucción de la cobertura vegetal de amplias áreas; incremento del número de viviendas con redes de acueducto y alcantarillado muy deficiente, intervención de la ladera, hoy inestable, mediante la construcción de carretables de acceso. En el Plano 2 se muestra la ubicación del evento de inestabilidad objeto de este estudio.

El evento de inestabilidad consiste en un deslizamiento rotacional que comprometió un relleno para construir una vía; este relleno fue hecho sobre una capa de humus de 1.8m de espesor que recubre las arcillolitas meteorizadas de la Formación Bogotá. Su comportamiento actual es de flujo plástico con moderada velocidad de deformación. Este proceso ha afectado la vía principal del barrio y amenaza algunas de las viviendas e infraestructura existente arriba del sitio de inestabilidad; también ha generado obstrucciones temporales en la vía a Villavicencio.

4.3.2 Rasgos Litológicos. El control de campo permitió determinar la presencia de tres clases de materiales, de los cuales, las unidades Qft y Teb tienen incidencia sobre el problema de estabilidad de la ladera. Los materiales y sus características descritas de más antiguas a más recientes, son:

- **Formación Bogotá (Teb).** Es la unidad más extensa en el sector. Está constituida por paquetes potentes de arcillolitas rojizas y abigarradas. El único paquete de areniscas que se encontró está ubicado en el costado nordeste del área, es de composición feldespática, de grano fino, color gris claro, los estratos son delgados a laminares; su espesor es de 7 metros. Esta formación, en el costado nororiental, está recubierta por un depósito fluviotorrencial, siendo su contacto una superficie de discordancia. Las arcillolitas involucradas en el proceso de inestabilidad se encuentran meteorizadas y saturadas, lo que facilita su fluencia plástica.
- **Depósito Reciente de Origen Fluviotorrencial (Qft):** Se localiza en la parte alta del cerro que bordea el área por el costado norte. De este depósito actualmente queda un pequeño remanente. Litológicamente está conformado por una matriz areno limosa, de color gris claro a amarillo, dentro de la cual están contenidos fragmentos subangulares a subredondeados de arenisca cuarzosa, gris clara; estos fragmentos son de tamaños preferenciales de grava y gujarros, pero se aprecian también algunos bloques. El depósito posee alta permeabilidad.

El espesor del depósito en la parte alta de la ladera inestable, donde no fue explotado como cantera de "recebo", es del orden de 10 metros. Un rasgo sobresaliente de este depósito es el hecho de ser un acuífero libre que en épocas de verano mantiene flujo de agua, pequeño pero continuo.

- **Flujo Torrencial (Qf).** Producto de un evento torrencial con incidencia regional, como se aprecia en el Plano 2. Este depósito no tiene incidencia directa sobre el proceso de inestabilidad, pues está expuesto hacia abajo de la vía a Villavicencio. Litológicamente está constituido por arcillas de coloración rojiza con bloques y guijarros de arenisca. Predomina el material arcilloso.
- **Relleno Antrópico (Qr).** Este relleno está conformado por escombros de construcción, materiales térreos de origen orgánico y arcilla de excavaciones. Está construido sin ningún proceso de compactación.
- **Deslizamiento Activo (Qd).** La masa inestable está conformada por escombros de construcción, materiales térreos de origen orgánico, y arcillas meteorizadas de la Formación Bogotá. El depósito se presenta saturado, por una fuente que proviene del depósito fluviotorrencial del costado norte, el cual constituye un acuífero que ha sido intervenido por explotaciones que destruyeron la cobertura vegetal localmente, y que posee una pequeña zona de recarga en la parte alta de la cuchilla que bordea la zona por el norte. Este depósito está recubriendo la arcillolita, la cual por ser impermeable obliga al agua a fluir por la superficie de discordancia, generando los nacideros en la parte alta del área inestable. La otra fuente está representada por aguas servidas, pues todavía algunas viviendas no se han conectado a la red de alcantarillado existente.

4.3.3. Rasgos estructurales locales. En este aspecto, como se mencionó en el numeral 4.2.2, lo destacable es el hecho de que los planos de estratificación poseen orientación norte – sur, e inclinación variable entre 50 y 60 grados hacia el oeste. Como la dirección del desplazamiento de la masa inestable, es aproximadamente N-40-E, la estructura de la roca no tiene mayor influencia sobre el movimiento.

En el plano 3 se presenta la Geología Local a escala 1:500, en donde se pueden apreciar en mejor detalle las unidades geológicas y de suelos antes descritos.

4.3. Geomorfología

En el numeral 4.2 se expresó que la principal característica estructural presente en el sector es una superficie homoclinal. Esta superficie está distorsionada, en su forma, de una parte, por procesos erosivos diferenciales ocasionados, inicialmente por el descenso del material fluviotorrencial; posteriormente por el agua de escorrentía, la cual en el terreno de estudio desarrolló dos pequeños cauces hacia donde confluyen todas las aguas que circulan por esta área; de otra parte, por la presencia del relleno fluviotorrencial que dio origen a un relieve en forma de colinas.

CAPITULO 5 ESTUDIO HIDROLOGICO

En la ladera donde se presentó el derrumbe del terraplén de la calle 38 sur y el deslizamiento de los materiales sueltos ya descritos, no se presentan corrientes naturales permanentes, ni presenta peligro de que corrientes aledañas que pudieran existir se desborden o inunden el barrio Nueva España.

De hecho, el barrio Nueva España está ubicado prácticamente hacia el lomo de la divisoria de una cuchilla orientada en sentido general Este - Oeste, formada por un espolón de los cerros de la formación Bogotá que bordean la sabana. La parte posterior de las actuales construcciones que hacen frente a la calle 38 Sur, dista solo unos veinte metros del lomo de la divisoria, de tal manera que el flanco de la cuchilla que drena superficialmente por escorrentía de aguas lluvias hacia las actuales casas del barrio no supera los $40 \times 100 = 4,000$ metros cuadrados. De la calle 38 Sur hasta la Carretera de Oriente, el área a considerar para los cálculos de escorrentía sería de aproximadamente de $200 \times 120 = 24,000$ metros cuadrados. Se trata entonces de planear el drenaje de unas 2.8 hectáreas, a fin de que ni las casas del barrio Nueva España ni la ladera entre el barrio y la Carretera de Oriente se afecten por causa de un drenaje superficial no adecuadamente controlado, ni por filtraciones de agua lluvia.

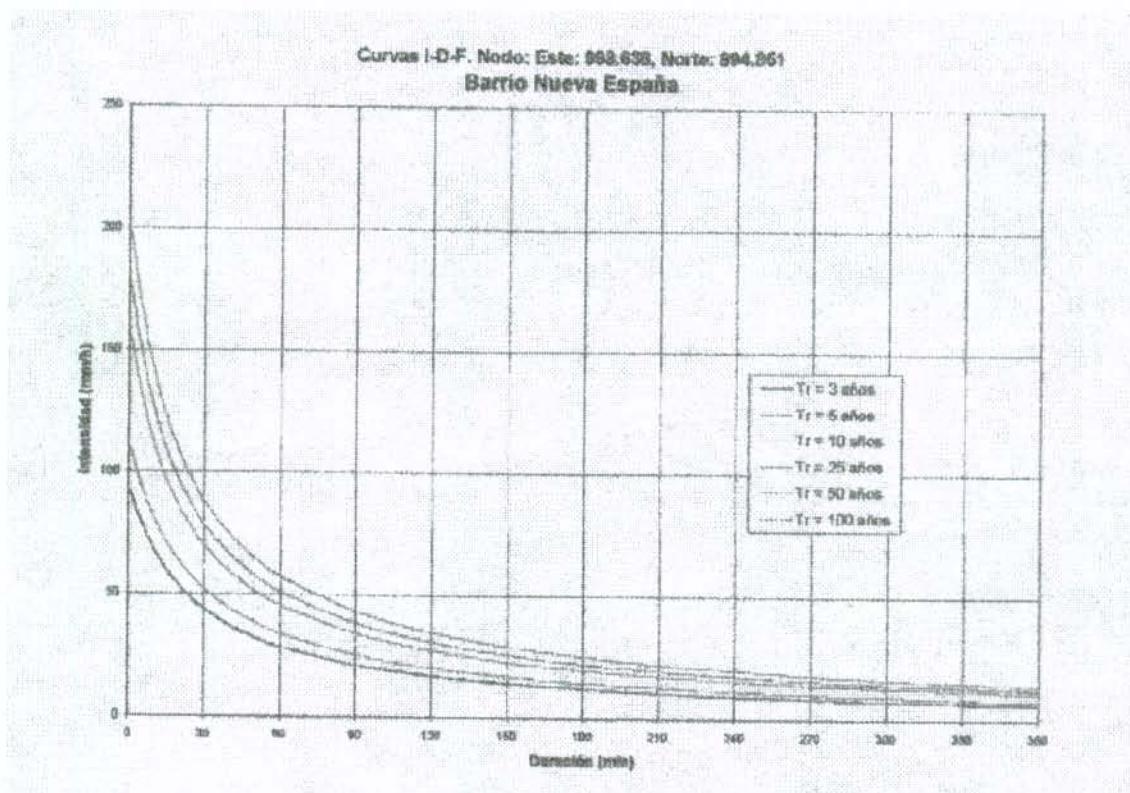
Hacia el Norte de la zona de estudio existe una zanja de drenaje que se utilizó para cortar y captar aguas lluvias de las laderas de los cerros que circundan el área general por el nororiente, zanja que coadyuda a aislar escorrentías de mayor caudal, aunque cualquier peligro por esta causa no parece muy evidente. La mencionada zanja se utilizó para captar aguas para uso de las ladrilleras que existían anteriormente, y desemboca en un estanque denominado "el desarenador". Parte del control de las aguas en la zona baja de la ladera, puede ser la limpieza y mantenimiento de la mencionada zanja, pero por pertenecer a terrenos privados, corresponde a las autoridades materializar esta idea.

Por otra parte, al presente se está construyendo un sistema de drenaje superficial y subsuperficial de un área mayor, que toma toda la ladera ubicada al nororiente de la zona de estudio, según los diseños contratados por la **DPAE** con el Consorcio Civiles - Hidroconsulta, proyecto que una vez materializado dará solución y prevención a parte de los problemas de estabilidad del barrio nueva España, y en consecuencia favorece la zona bajo consideración. El sistema mencionado drena hacia la ladera de la divisoria opuesta a la ladera del presente estudio.

No se descarta la posibilidad de que parte de las obras de drenaje consideradas como alternativas de solución, se conecten al sistema de drenaje del proyecto antes mencionado, como por ejemplo podría ser un dren en la corona del derrumbe, por la orilla de la calle 38 sur, que entregue a un pozo profundo el cual hace parte del sistema de filtros que se está construyendo.

El proyecto elaborado por el mencionado Consorcio contiene un estudio muy completo sobre aspectos hidrológicos, estimación de caudales de escorrentía, intensidad de lluvias, aspectos climáticos, etc., en cuya base se estimaron caudales para diferentes periodos de frecuencia a utilizar en los cálculos y diseños de las obras de control.

FIGURA 5.1. CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN



Fuente: "Zonificación de amenazas y riesgos por remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de las obras para estabilizar el barrio Nueva España, localidad San Cristóbal". FOPAE 1999. Consorcio CIVILES LTDA – HIDROCONSULTA LTDA.

Como estos datos necesariamente tienen que ser los mismos que se empleen en los proyectos y diseños de las obras hidráulicas del presente trabajo, nos referiremos a estos en la medida que sea necesario. En la Figura 2 se presenta los datos que consideran de mayor utilidad, tomados del Informe Final del Estudio del Barrio Nueva España (Página 39), elaborado por el Consorcio Civiles Ltda – Hidroconsulta Ltda.

CAPITULO 6 ESTUDIO GEOTECNICO

Para el estudio geotécnico se realizó una primera etapa de identificación de las características geomecánicas de los materiales del subsuelo, involucrados dentro del proceso de falla, estableciéndose parámetros geotécnicos y la profundidad a la cual se encuentra aproximadamente la roca. Con base en la información de campo y de laboratorio, se reúnen en una segunda etapa, los datos topográficos, geológicos y geomorfológicos; para la evaluación de la estabilidad sobre secciones típicas de la ladera.

La zona en estudio se encuentra afectada por un movimiento superficial de carácter rotacional, que involucra un espesor de material residual, producto de la alteración de la arcillolita de la formación Bogotá y materiales de relleno heterogéneo con basuras. La tasa de los movimientos es bastante lenta. Los materiales en la pata del deslizamiento son continuamente retirados, ya que afectan el funcionamiento de la Carretera de Oriente, quedando así sin soporte los materiales de la parte superior, dando lugar a nuevos movimientos. Gran parte de la zona del deslizamiento se encuentra delimitada por agrietamientos. Las construcciones cercanas al deslizamiento no presentan deterioros evidentes, ni grietas que se relacionen con el movimiento de la ladera.

En la parte alta del deslizamiento se observó en el sistema de agua potable escapes de agua, formando empozamientos y filtraciones en el subsuelo. Igualmente, debido a la ausencia de vegetación se determinó que en los materiales de relleno se filtra fácilmente el agua lluvia y de escorrentía, situación que termina inestabilizando y afectando el subsuelo.

Para caracterizar la zona de estudio desde el punto de vista geotécnico, se adelantaron las siguientes actividades:

6.1. Investigación del subsuelo

La investigación del subsuelo se realizó con el propósito de identificar y caracterizar la distribución subsuperficial de los materiales débiles que afectan el movimiento del terreno, así como las formaciones más resistentes que delimitan la extensión de la zona de falla.

Para cuantificar las propiedades físicas de los materiales que van a ser empleados en los análisis de estabilidad, se realizaron perforaciones con barreno manual que incluyeron los ensayos In-Situ y el muestreo para los ensayos de laboratorio. El espaciamiento de los sondeos se determinó en función del tamaño y características del deslizamiento, realizándose sondeos en la zona del movimiento y por fuera del mismo. Las perforaciones se ubicaron siguiendo el eje de mayor movimiento y los flancos laterales; arriba del escarpe principal, en el cuerpo y en la pata del deslizamiento.

6.1.1. Exploración

Para conocer en detalle el estado actual del subsuelo en la zona donde se encuentra el deslizamiento, se desplazó al sitio una comisión de perforación al mando del Ingeniero de Suelos que realizó los siguientes trabajos:

- a. Reconocimiento de la zona del deslizamiento y ubicación de los sitios para la investigación subsuperficial.
- b. Registro fotográfico de la zona, incluyendo cada sector de interés en el movimiento y las zonas aledañas.
- c. Identificación de las diferentes causas y fenómenos de inestabilidad que se presentan en la zona de estudio.
- d. Ejecución de cinco (5) sondeos mediante el sistema de barreno manual para el muestreo y determinación de los parámetros geotécnicos del subsuelo, alcanzando las profundidades que se presentan a continuación:

| SONDEO No. | PROFUNDIDAD, m |
|------------|----------------|
| SI-1 | 6.50 |
| SI-A | 2.50 |
| SI-2 | 7.00 |
| SI-3 | 3.20 |
| SII-1 | 2.50 |
| TOTAL | 21.70 |

La localización de los sondeos se presenta, en planta, en la figura 6.1, y en perfil, en la figura 6.2.

- e. Toma de muestras inalteradas en suelos finos utilizando tubos de pared delgada tipo shelby y en bloque, remoldeadas mediante la cuchara partida y en bolsa.
- f. Descripción visual en campo de los diferentes estratos encontrados en las perforaciones, para su posterior clasificación en el laboratorio con el sistema de la AASHTO y la USC.
- g. Lectura de los niveles freáticos durante el desarrollo de las perforaciones, no detectándose agua freática en ninguno de los sitios de exploración en el momento de su ejecución. Sin embargo, la zona presenta sectores bastante húmedos y acumulaciones de agua superficial, debido a la ausencia de un drenaje adecuado.
- h. Todas las muestras recuperadas fueron rotuladas y empacadas adecuadamente, para su posterior envío al laboratorio de suelos.

6.1.2. Ensayos In-Situ y de laboratorio

Durante el avance de las perforaciones se realizó el muestreo continuo de los estratos, obteniendo muestras alteradas empleando el muestreador de tubo partido y muestras inalteradas mediante tubos shelby. Estas muestras fueron utilizadas para determinar los parámetros de resistencia y compresibilidad de los materiales encontrados, y las propiedades índice de los suelos. Dentro de los ensayos realizados en campo se tienen:

- a. Ejecución de la prueba de penetración estándar en suelos granulares, normalizada por la ASTM en su designación D-1586-63T, la cual se realiza dejando caer un martillo que pesa 63.5 kg sobre la barra de perforación desde una altura de 76 cm. El número de golpes N necesario para producir una penetración de 30 cm (1 pie) se considera la resistencia a la penetración estándar. Este ensayo permitió encontrar la resistencia de las diferentes formaciones de suelo y localizar la posible superficie de falla.
- b. Lectura inicial de la resistencia a la penetración inalterada de los suelos, mediante el uso del penetrómetro manual CL-700 de la Soiltest Inc.

Sobre un número representativo de las muestras del subsuelo tomadas en campo, se ejecutaron los siguientes ensayos de laboratorio:

Clasificación

- Límite líquido (LL)
- Límite plástico (LP)
- Análisis granulométrico
- Lavado sobre el tamiz No. 200 (F_{200})
- Humedad natural (ω_n)
- Peso unitario (γ)
- Contenido de materia orgánica (oc)

Resistencia al corte y compresibilidad

- Ensayo de corte directo
- Compresión inconfínada
- Resistencia con el penetrómetro manual
- Velela de laboratorio (Torvane)

Los cálculos y resultados de estos ensayos se presentan en el Anexo 2.

6.1.3. Estratigrafía

Con base en los perfiles estratigráficos obtenidos en las cinco (5) perforaciones de campo (Anexo 2), se elaboraron los perfiles típicos de la zona de estudio, los cuales presentan en general las siguientes características:

En la base se encuentra una arcillolita abigarrada de consistencia relativamente dura y en el contacto se encuentra el material producto de la degradación de la arcillolita, que permite el deslizamiento de los materiales superficiales con facilidad. Sobreyacen a este material sedimentos poco consolidados formados por arcillas y depósitos de material arcilloso heterogéneo de relleno con basuras y detritos de demolición, que sirven de matriz a fragmentos ocasionales de areniscas y bloques de roca de origen fluviotorrencial.

La clasificación de los materiales y la variación de sus propiedades con la profundidad se describe para las siguientes partes de la zona de estudio:

a. Perfil promedio para la parte alta de la zona de estudio

Estrato No. 1: De 0.00 a 1.10 m: Materiales varios de relleno, compuesto por detritos de demolición, escombros y basuras, suelto y fisurado por raíces. Clasifica por el Sistema Unificado como ML, y presenta límites líquidos que oscilan alrededor del 40%, con índices de plasticidad del orden de 10%. El índice de consistencia presenta valores de 0.80.

Estrato No. 2: De 1.10 m a 1.80 m: Limo arcilloso orgánico de color negro y grumoso. Los parámetros geomecánicos promedios que presenta este material son: Límite líquido 74%, índice de plasticidad 38% y contenido de humedad 50%. El número de penetración estándar varía entre 9 y 23.

Estrato No. 3: De 1.80 m a 2.40 m: Limo arcilloso habano de consistencia media. Con arena amarilla de grano fino e incrustaciones de fragmentos de gravas arenosas en los últimos 20 cm.

Estrato No. 4: De 2.40 m a 4.90 m: Intercalaciones de arcilla, de colores gris claro a rojizos, de consistencia media a muy dura. La resistencia al corte de este estrato reporta valores de 0.77 kg/cm² de cohesión y 10° para el ángulo de fricción interna.

Estrato No. 5: De 4.90 m a >6.50 m: Arcillolita abigarrada, de plasticidad media y consistencia dura. El material remoldeado clasifica como arcilla de alta plasticidad.

b. Perfil promedio para la parte media de la zona de estudio

Estrato No. 1: De 0.00 a 5.70 m: Materiales varios de relleno, compuestos por materiales orgánicos negros y detritos de demolición, de compacidad suelta y humedad alta.

Estrato No. 2: De 5.70 a 6.30 m: Arcillolita, arcilla rojiza alterada con vetas grises.

Estrato No. 3: De 6.30 m a >7.00 m: Arcillolita abigarrada, de plasticidad media y consistencia dura. El material remoldeado clasifica como arcilla de alta plasticidad.

c. Perfil promedio para la parte baja de la zona de estudio

Estrato No. 1: De 0.00 a 1.60 m: Limos y arcillas orgánicas de color carmelita y negro, fisurada por raíces, de consistencia blanda con incrustaciones de pedazos de madera (relleno).

Estrato No. 2: De 1.60 a 2.30 m: Arcilla rojiza con vetas grises, de consistencia media.

Estrato No. 3: De 2.30 m a >3.50 m: Arcillolita abigarrada, de plasticidad media y consistencia dura. El material remodelado clasifica como arcilla de alta plasticidad.

Los perfiles estratigráficos se presentan en el Anexo 2. En ellos puede observarse también la variación de las propiedades de resistencia con la profundidad y las propiedades índice de los suelos. Del levantamiento local de tres secciones típicas realizado por la comisión de topografía, se obtuvieron los perfiles para estudio y análisis de los principales mecanismos de falla de la ladera. Estos servirán de base para el modelo geométrico en los análisis generales de estabilidad.

6.2. Inventario de procesos

En el numeral 4.1 se expresó que la principal unidad geomorfológica presente en el sector es una superficie homoclinal. Esta superficie está distorsionada, en su forma, de una parte, por procesos erosivos diferenciales ocasionados, inicialmente por el descenso del fluvio-torrencial; posteriormente, por el agua de escorrentía, que en el área de estudio desarrollo dos pequeños cauces hacia donde confluyen todas las aguas que circulan por este sector; de otra parte, por la presencia del relleno fluvio-torrencial que dio origen a un relieve en forma de colinas.

Dentro de este contexto se ha considerado útil para los objetivos de este estudio, desarrollar una **zonificación por procesos morfodinámicos**. Para ello se han tomado como elementos determinantes de las diferentes zonas los materiales aflorantes y los de procesos de: remoción en masa por deslizamiento e intensidad de las deformaciones ocasionadas, erosión concentrada, origen del agua subsuperficial y grado de saturación del suelo; de otra parte, la actividad antrópica.

Con base en los procesos predominantes en cada sector del área se obtuvieron al final cuatro (4) zonas, identificadas como: Remoción en masa por deslizamiento (Mrd), Erosión concentrada en forma de surcos y cárcavas (Ecsc), Erosión concentrada en forma de surcos y laminar (Ecls) y, por último, Ausencia de procesos morfodinámicos (Apm). Su localización se muestra en el Plano 4. A continuación se hace una descripción de cada una de ellas.

6.2.1. Remoción en masa (Mrd). Esta clase de procesos está representada en el área por el deslizamiento rotacional, objeto central del presente estudio. Comprende terrenos inestables en arcillolitas altamente meteorizadas y totalmente saturados por aguas, preferencialmente servidas; la tabla de agua está a 3m de la superficie del terreno. Hay un proceso activo de inestabilidad superficial con desarrollo de fallas rotacionales y fluencia plástica. El área, en el

sector de mayor inestable, no tiene viviendas construidas, pero amenaza a varias viviendas ubicadas inmediatamente al norte de la vía de acceso al sector, ver Plano 5.

En el escarpe dejado por el proceso de inestabilidad (grieta principal de tracción) se observa, de la superficie hacia profundidad: un relleno antrópico, con espesor del orden de 3.5m e inmediatamente debajo, una capa de humus de color negra, de aproximadamente 1,8m de espesor; y debajo las arcillolitas meteorizadas. En el contacto entre la capa de humus y las arcillolitas aflora el agua. El agente detonante del proceso de inestabilidad fue el agua, posteriormente los habitantes del sector han usado la cresta del deslizamiento como sitio de botado de escombros de construcción y basuras inorgánicas.

6.2.2. Erosión concentrada en forma de surcos y cárcavas (Ecsc). Estos procesos se desarrollan como consecuencia del flujo descontrolado del agua de escorrentía sobre terrenos de altas pendientes y nula cobertura vegetal. En el Plano 5 se muestra el sector del terreno donde esta clase de procesos está ocurriendo. Comprende el terreno del borde oriental del área de estudio. Allí en el pasado se desarrollo explotación de arcilla; en los taludes mineros están expuestas arcillolitas y algunos estratos delgados de arenisca feldespática pertenecientes a la Formación Bogotá (Teb). La ausencia de cobertura vegetal y el flujo descontrolado del agua de escorrentía han facilitado el desarrollo procesos bastante activos de erosión concentrada con formación de surcos, cárcavas y erosión laminar que están afectando la parte alta y media de la ladera, destruyendo paulatinamente los taludes y las bermas de la antigua mina de arcilla.

6.2.3. Erosión concentrada en forma de surcos y laminar (Ecls). La acción erosiva del agua de escorrentía es menos intensa porque las pendientes del terreno son bajas. El área más extensa afectada por estos procesos esta ubicada inmediatamente al norte del sector con procesos de remoción en masa. Se desarrolla principalmente en la vía de acceso al sector y en el extremo nordeste del área, como se ilustra en el Plano 5, allí aflora el material fluviotorrencial y las arcillolitas de la Formación Bogotá. En el costado nordeste de esta zona hay un afloramiento de agua.

Los otros sitios donde estos procesos están ocurriendo, son puntuales, se ubican en los costados oeste y este del deslizamiento. En estos sitios la erosión afecta a las arcillolitas meteorizadas de la Formación Bogotá.

6.2.4. Ausencia de procesos morfodinámicos (Apm). La mayor extensión areal, como se ilustra en el Plano 4, está ocupada por terrenos en los cuales no existen procesos morfodinámicos. Estos sitios se caracterizan por poseer variadas pendientes, pero hay presencia de cobertura vegetal, compuesta por pastos y algunos arbustos. Esta característica muestra la necesidad e importancia de hacer revegetalización en las áreas afectadas por procesos de erosión concentrada.

6.3. Análisis Probabilístico de Estabilidad

Para la zonificación inicial de las laderas desde el punto de vista de su susceptibilidad al desarrollo de fenómenos de remoción en masa se partió del estudio de procesos

morfodinámicos del sector, el cual establece cuatro (4) zonas o segmentos de ladera diferenciados por su litología, materiales superficiales y afectación antrópica. Dos de las zonas corresponden a la ladera producto de un corte minero en arcillolita y en donde se presentó la falla o deslizamiento objeto de este estudio, la tercera zona corresponde al depósito Fluviotorrencial que no presenta problemas de inestabilidad.

Sobre la ladera conformadas por las arcillolitas se definen los perfiles estratigráficos representativos para establecer el modelo geotécnico que configura cada sector y sobre los cuales se modelan los procesos que están o pueden ocurrir en la ladera. Las características de cada zona se presentan en el capítulo anterior.

La zona del depósito fluviotorrencial, aunque se identificó en la parte geomorfológica, no se evalúa desde el punto de vista de estabilidad porque su influencia sobre el área crítica es nula, por una parte por su bajo espesor, menor a 1 m, el cual ha sido removido para la construcción de las viviendas, y por otra parte, la disposición del cuaternario sobre la roca en una pendiente muy baja configura un grado de estabilidad alto, como lo demuestra el estudio adelantado por CIVILES Ltda. sobre la otra vertiente de la ladera.

6.3.1. Mecanismos de Falla Potenciales

Dadas las características litológicas de los materiales presentes en las laderas en estudio, la naturaleza de los procesos geomorfológicos y teniendo en cuenta la disposición de los materiales en cada una de ellas (ver Figura 6.3), se formularon escenarios hipotéticos respecto de los modos o mecanismos de falla que bajo sollicitaciones extremas de lluvias y eventos sísmicos podrían eventualmente desencadenarse.

Dentro de este marco se consideraron los siguientes mecanismos potenciales de falla, a saber:

- Tipo 1: Deslizamientos superficiales de tipo rotacional que involucrarían únicamente los materiales arcillosos del suelo residual y/o rellenos antrópicos, y que se detonarían como consecuencia de la ejecución de sobrecarga de la ladera y por altos contenidos de humedad.
- Tipo 2: Deslizamientos traslacionales que afectarían los mismos materiales. Su superficie de falla estaría controlada por el contacto con el basamento rocoso o roca menos alterada.

El comportamiento de la lluvia como factor detonante se analizó tomando el criterio de lluvia crítica. La definición de lluvia crítica se establece según González y Zamudio, 1998, en su Trabajo "Relación de precipitación crítica – duración de lluvias que disparan movimientos en masa en Santafé de Bogotá – Colombia", adelantado para la DPAE por intermedio de INGEOCIM Ltda. Así, para el sector objeto de estudio se establece:

| | | |
|-----------------------|--------|------|
| Precipitación crítica | 214.63 | mm |
| Duración | 30.6 | días |
| Periodo de retorno | 24.6 | años |

Adicionalmente, se adelantó un análisis retrospectivo para determinar los niveles de agua con los cuales se produjo la falla, como resultado se determina que la falla se produce a bajos niveles de saturación de los rellenos, para ru (coeficiente de presión de poros) entre 0.10 y 0.30, que concuerda con la morfometría de las laderas y del relleno y sus características de permeabilidad. Para la zona baja del deslizamiento, teniendo en cuenta que los resultados de estabilidad no mostraban factores de seguridad bajos, se modeló asumiendo la masa saturada, es decir $ru = 0.50$.

El sismo como factor detonante de fenómenos de remoción en masa, se valora con base en los resultados del estudio de Microzonificación Sísmica de Santafé de Bogotá, INGEOMINAS - UNIANDES, 1997. El análisis probabilístico muestra valores a nivel de roca de aceleración máxima horizontal de 0.20 g para un período de retorno de 475 años como el evento más crítico.

Teniendo en cuenta los efectos locales y siguiendo los lineamientos del estudio de Riesgo de las Laderas de Bogotá, González y Millán, 1999, se asigna un valor de aceleración horizontal máxima de 0.20 g. Con este valor se adelanta las condiciones extremas del cálculo de probabilidad condicional con los agentes detonantes.

6.3.2. Análisis de Estabilidad

Para evaluar las condiciones generales de estabilidad de la ladera, de los sitios de particular importancia de acuerdo con la cartografía geomorfológica y en sectores identificados como potencialmente inestables y, para los mecanismos de falla considerados, se realizaron análisis de estabilidad por equilibrio límite sobre modelos geotécnicos que cubren el área en evaluación. Los perfiles de análisis se presentan en la figura 6.3 y en planta en la figura 6.1.

Los análisis de estabilidad se realizaron para cada perfil estratigráfico representativo de cada ladera variando tanto las propiedades geomecánicas de los materiales encontrados como los factores detonantes de los procesos. Igualmente dicho análisis se adelanta para diferentes tipos de falla de la ladera: falla de pie (local y total), falla local talud intermedio y falla local sobre la parte alta de la ladera.

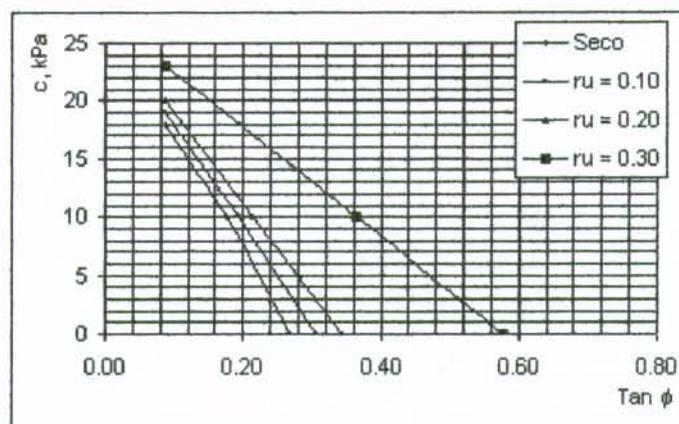
6.3.3. Caracterización Geomecánica de los Materiales

Desde el punto de vista geomecánico las propiedades de los materiales interesados se establecieron a partir de las pruebas de resistencia al corte ejecutadas, las cuales se complementaron y compararon con datos reportados en otros estudios en el sector, específicamente el adelantado por CIVILES Ltda. durante 1999 en la vertiente opuesta, y en estudios de áreas vecinas como son el Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inestabilidad del Terreno para varias localidades de Santa Fe de Bogotá, realizado por INGEOCIM (1998) y el Proyecto de Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá, realizado por la Universidad de Los Andes en 1996.

Por otra parte, mediante la comparación morfométrica de las laderas con cartografía IGAC 1981, Escala 1:2000, se adelantaron análisis retrospectivos, de los cuales se estimaron parámetros de resistencia para diferentes condiciones de sollicitaciones. Ver Tabla 6.1

**TABLA 6.1 ANALISIS RETROSPECTIVO
FALLA SUELO RESIDUAL**

| c, kPa | ϕ , ° | $\tan \phi$ | Estado | FS |
|--------|------------|-------------|-------------|------|
| 18 | 5 | 0.09 | Seco | 1.01 |
| 10 | 10 | 0.18 | Seco | 1.04 |
| 0 | 15 | 0.27 | Seco | 1.01 |
| 19 | 5 | 0.09 | $ru = 0.10$ | 1.02 |
| 10 | 11 | 0.19 | $ru = 0.10$ | 1.03 |
| 0 | 17 | 0.31 | $ru = 0.10$ | 1.03 |
| 20 | 5 | 0.09 | $ru = 0.20$ | 1.02 |
| 10 | 12 | 0.21 | $ru = 0.20$ | 1.01 |
| 0 | 19 | 0.34 | $ru = 0.20$ | 1.02 |
| 23 | 5 | 0.09 | $ru = 0.30$ | 1.03 |
| 10 | 20 | 0.36 | $ru = 0.30$ | 1.01 |
| 0 | 30 | 0.58 | $ru = 0.30$ | 1.01 |



Los parámetros promedios de resistencia efectivos adoptados a criterio de los evaluadores, con base en el análisis retrospectivo y ensayos de laboratorio fueron los siguientes:

TABLA 6.2. PARÁMETROS DE RESISTENCIA ADOPTADOS

| MATERIAL | COHESION t/m^2 | ANGULO DE FRICCIÓN (°) | PESO UNITARIO t/m^3 |
|-----------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|
| Rellenos | 0.8 | 12 | 1.77 |
| Suelo residual | 2.6 | 13 | 1.94 |
| Arcillolita (macizo rocoso) | 2.0 | 27 | 2.10 |

6.3.4. Resultados de los Análisis

En la Tabla 6.3. se resumen los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad en términos de factores de seguridad, para los mecanismos de falla más críticos encontrados para cada zona y elaborados sobre secciones representativas del área de estudio indicadas en los perfiles de análisis anexos a este documento y bajo condiciones extremas, esto es: máxima aceleración esperada de acuerdo con el estudio de amenaza sísmica para este sector y condiciones de saturación total, condición esta última poco probable, si se tiene en cuenta la fuerte pendiente del terreno, los niveles de precipitación, caudales estimados y su uso actual.

En general se puede establecer que los depósitos recientes producto de la falla de los taludes presentan una condición de estabilidad favorable con factores de seguridad en condiciones normales del orden de 1.5 a 2.0 o más. Mientras los taludes en arcillolita presentan un factor de seguridad esperado de 1.8, significando un buen nivel de estabilidad del macizo.

Teniendo en cuenta los resultados mostrados en la Tabla 6.3, y dadas las evidencias en campo, se adelantaron los análisis de estabilidad y probabilidad de falla de los depósitos o cuerpos de los deslizamientos asumiendo el material saturado. Los nuevos resultados se presentan en las Tablas 6.3.a y 6.3.b, que muestran una disminución de los factores de seguridad del orden del 15% al 30%, manifestando que el factor de la morfometría del depósito ejerce una gran influencia en la estabilidad del mismo.

TABLA 6.3 ANALISIS DE ESTABILIDAD CONDICIONAL
ZONA DESLIZAMIENTO – SECCION 1-1
ZONA DESLIZAMIENTO – PARÁMETROS DEL SUELO RESIDUAL

| Parámetro | Mínimo | Medio | Máximo | | |
|------------|------------|--------|--------|-----------------|----------------|
| C, kPa | 8 | 10 | 12 | ru= | 0.3 |
| ϕ , ° | 10 | 12 | 15 | Sismo= | 0.20 g |
| c, kPa | ϕ , ° | Lluvia | Sismo | $F_{s_{talud}}$ | $F_{s_{pata}}$ |
| 8 | 10 | no | no | 2.110 | 2.442 |
| | | no | si | 1.080 | 0.998 |
| | | si | si | 1.018 | 0.935 |
| | | si | no | 2.010 | 2.280 |
| 8 | 15 | no | no | 2.270 | 2.661 |
| | | no | si | 1.160 | 1.094 |
| | | si | si | 1.074 | 0.998 |
| | | si | no | 2.128 | 2.450 |
| 12 | 15 | no | no | 2.399 | 2.756 |
| | | no | si | 1.237 | 1.150 |
| | | si | si | 1.152 | 1.101 |
| | | si | no | 2.257 | 2.678 |
| 12 | 10 | no | no | 2.241 | 2.652 |
| | | no | si | 1.154 | 1.102 |
| | | si | si | 1.097 | 1.038 |
| | | si | no | 2.147 | 2.511 |

ZONA DESLIZAMIENTO - PARAMETROS DEL SUELO DEBIL(RELENO)

| Parámetro | Mínimo | Medio | Máximo | | |
|------------|------------|--------|--------|-----------------|----------------|
| c, kPa | 5 | 8 | 11 | | |
| ϕ , ° | 10 | 12 | 14 | | |
| c, kPa | ϕ , ° | Lluvia | Sismo | $F_{s_{talud}}$ | $F_{s_{pata}}$ |
| 5 | 10 | no | no | | 1.974 |
| | | no | si | | 0.815 |
| | | si | si | | 0.676 |
| | | si | no | | 1.662 |
| 5 | 14 | no | no | | 2.343 |
| | | no | si | | 0.958 |
| | | si | si | | 0.778 |
| | | si | no | | 1.950 |
| 11 | 14 | no | no | | 2.962 |
| | | no | si | | 1.228 |
| | | si | si | | 1.056 |
| | | si | no | | 2.573 |
| 11 | 10 | no | no | | 2.733 |
| | | no | si | | 1.144 |
| | | si | si | | 1.004 |
| | | si | no | | 2.417 |

TABLA 6.3a ANALISIS DE ESTABILIDAD CONDICIONAL
ZONA DESLIZAMIENTO – PARÁMETROS DEL SUELO RESIDUAL – SECCION 1-1

| Parámetro | Mínimo | Medio | Máximo | | |
|------------|------------|--------|--------|------------------------|----------------|
| c, kPa | 8 | 10 | 12 | | |
| ϕ , ° | 10 | 12 | 15 | | |
| | | | | ru=0.5 Sismo=0.20 g | |
| c, kPa | ϕ , ° | Lluvia | Sismo | $F_{s_{talud}}$ | $F_{s_{pata}}$ |
| 8 | 10 | no | no | 1.500 | 2.440 |
| | | no | si | 0.890 | 1.150 |
| | | si | si | 0.680 | 0.890 |
| | | si | no | 1.170 | 1.930 |
| 8 | 15 | no | no | 1.820 | 2.960 |
| | | no | si | 1.060 | 1.370 |
| | | si | si | 0.740 | 0.980 |
| | | si | no | 1.310 | 2.180 |
| 12 | 15 | no | no | 2.260 | 3.690 |
| | | no | si | 1.350 | 1.730 |
| | | si | si | 1.020 | 1.340 |
| | | si | no | 1.750 | 2.900 |
| 12 | 10 | no | no | 1.940 | 3.160 |
| | | no | si | 1.170 | 1.500 |
| | | si | si | 0.960 | 1.250 |
| | | si | no | 1.610 | 2.650 |

ZONA DESLIZAMIENTO – PARÁMETROS DEL SUELO DEBIL(RELLENO)

| Parámetro | Mínimo | Medio | Máximo | | |
|------------|------------|--------|--------|-----------------|----------------|
| c, kPa | 5 | 8 | 11 | | |
| ϕ , ° | 10 | 12 | 14 | | |
| c, kPa | ϕ , ° | Lluvia | Sismo | $F_{s_{talud}}$ | $F_{s_{pata}}$ |
| 5 | 10 | no | no | 1.170 | 1.900 |
| | | no | si | 0.680 | 0.880 |
| | | si | si | 0.470 | 0.620 |
| | | si | no | 0.830 | 1.390 |
| 5 | 14 | no | no | 1.420 | 2.320 |
| | | no | si | 0.820 | 1.060 |
| | | si | si | 0.520 | 0.690 |
| | | si | no | 0.950 | 1.590 |
| 11 | 14 | no | no | 2.090 | 3.400 |
| | | no | si | 1.240 | 1.590 |
| | | si | si | 0.940 | 1.230 |
| | | si | no | 1.610 | 2.670 |
| 11 | 10 | no | no | 1.830 | 2.980 |
| | | no | si | 1.100 | 1.410 |
| | | si | si | 0.890 | 1.160 |
| | | si | no | 1.500 | 2.470 |

TABLA 6.3b ANALISIS DE ESTABILIDAD CONDICIONAL
ZONA FLANCO - PARAMETROS ROCA METEORIZADA - SECCION 2-2

| Parámetro | Mínimo | Medio | Máximo | | |
|------------|------------|--------|--------|---------------------|--------|
| c, kPa | 8 | 10 | 12 | Ru= | 0.5 |
| ϕ , ° | 10 | 12 | 15 | Sismo= | 0.20 g |
| c, kPa | ϕ , ° | Lluvia | Sismo | $F_{s\text{talud}}$ | |
| 8 | 10 | no | no | 1.530 | |
| | | no | si | 0.940 | |
| | | si | si | 0.740 | |
| | | si | no | 1.260 | |
| 8 | 15 | no | no | 1.950 | |
| | | no | si | 1.190 | |
| | | si | si | 0.930 | |
| | | si | no | 1.580 | |
| 12 | 15 | no | no | 2.230 | |
| | | no | si | 1.380 | |
| | | si | si | 1.110 | |
| | | si | no | 1.860 | |
| 12 | 10 | no | no | 1.810 | |
| | | no | si | 1.110 | |
| | | si | si | 0.920 | |
| | | si | no | 1.530 | |

ZONA FLANCO - PARAMETROS DEL SUELO DEBIL(RELLENO)

| Parámetro | Mínimo | Medio | Máximo | | |
|------------|------------|--------|--------|---------------------|--|
| c, kPa | 7 | 11 | 15 | | |
| ϕ , ° | 8 | 10 | 12 | | |
| c, kPa | ϕ , ° | Lluvia | Sismo | $F_{s\text{talud}}$ | |
| 7 | 8 | no | no | 0.900 | |
| | | no | si | 0.630 | |
| | | si | si | 0.490 | |
| | | si | no | 0.710 | |
| 7 | 12 | no | no | 1.050 | |
| | | no | si | 0.730 | |
| | | si | si | 0.510 | |
| | | si | no | 0.770 | |
| 15 | 12 | no | no | 1.730 | |
| | | no | si | 1.230 | |
| | | si | si | 1.010 | |
| | | si | no | 1.440 | |
| 15 | 8 | no | no | 1.560 | |
| | | no | si | 1.130 | |
| | | si | si | 0.990 | |
| | | Si | no | 1.370 | |

CAPITULO 7

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE AMENAZA POR FRM

7.1. Método de estudio y Metodologías Empleadas

Una vez establecida la zonificación geomorfológica y su modelo geotécnico asociado, para cada zona se adelanta un análisis de estabilidad. La evaluación de estabilidad de taludes se enfoca al análisis de los mecanismos de falla establecidos en el modelo geotécnico mediante la aplicación de métodos de análisis convencionales de la geotecnia clásica.

La evaluación de la amenaza se adelanta mediante análisis cuantitativos de tipo determinísticos, en términos de factor de seguridad y se realiza para cada zona geotécnica definida y representada por los perfiles típicos; se tiene en cuenta la variación de las propiedades mecánicas de los diferentes materiales y de los factores detonantes como la lluvia y sismo.

La aproximación probabilística de la amenaza se adelanta por el método de estimación de punto (PEM) propuesto por Rosenblueth. Se establecen diferentes escenarios de acuerdo con los detonantes (lluvia y sismo), partiendo de una condición de falla de talud sin lluvia y sin sismo hasta llegar a una falla con lluvia y con sismo.

En esta etapa se desarrollará un proceso que permita llegar a delimitar los diferentes grados de amenaza (alta, media y baja) dentro del área de interés, integrando la información básica, hasta aquí obtenida.

7.2. Criterios Aplicados

Para la Categorización de la amenaza se tuvo en cuenta aspectos de magnitud, estado de actividad y tendencia a la propagación de los procesos que actualmente están afectando el área. También se consideran los factores de susceptibilidad intrínseca y de disparo que se relacionen con el desencadenamiento de fenómenos de remoción en masa. El grado de pérdida se determinará combinando la probabilidad de falla o no falla con el costo esperado de daño.

Se toma como escala de Categorización de la amenaza la establecida en el estudio de INGEOCIM 1998, la cual permite partir de una misma referencia y unificar criterios al respecto (Tabla 7.1).

TABLA 7.1. NIVELES DE AMENAZA POR FRM

| FACTOR DE SEGURIDAD | PROBABILIDAD DE FALLA | NIVEL DE AMENAZA |
|---------------------|-----------------------|------------------|
| ≤ 0.625 | > 0.731 | Muy Alta MA |
| $> 0.625 - 1.328$ | $0.731 - < 0.326$ | Alta A |
| $> 1.328 - 1.936$ | $0.326 - < 0.121$ | Media M |
| $> 1.936 - 3.408$ | $0.121 - < 0.004$ | Baja B |
| > 3.408 | ≤ 0.0004 | Muy Baja MB |

Tomada de INGEOCIM, 1998

Los resultados de los análisis probabilísticos se presentan en las Tablas 7.2. y 7.2.a. y en el Plano 5, en el cual se muestra la zonificación por amenaza a largo plazo (25 años), en términos de probabilidad de falla.

7.3. Zonificación de Amenaza por FRM

Los análisis muestran que el sector objeto de estudio, en condiciones normales es estable, factores de seguridad esperados mayores de 1.8 y probabilidades de falla asociadas menores a 0.05, con niveles de amenaza medios a bajos en condiciones de saturación parcial.

Los análisis en condiciones de saturación de los depósitos que conforman la zona deslizada, Tabla 7.2.a, arrojan factores de seguridad esperados mayores a 1.5 con probabilidades de falla asociadas menores a 0.1, mostrando un deterioro de las condiciones de estabilidad de los depósitos pero sin llevarlos a la falla. De hecho los parámetros asumidos para los análisis corresponden a materiales muy blandos de baja resistencia al corte, que producen la falla del depósito para los valores mínimos asumidos y condiciones extremas de los eventos detonantes.

Los niveles de estabilidad se asocian a la condición estructural del macizo rocoso arcillolítico favorable a la estabilidad. En el caso de los depósitos coluviales o de ladera se asocia a la morfometría del basamento sobre el cual se disponen, la cual es de pendiente muy baja y en el caso del depósito localizado al frente de la Carretera de Oriente es casi horizontal.

En el caso del relleno localizado en la parte alta, flanco derecho de la zona deslizada, por sus características morfométricas, el cambio de saturación del material condiciona la estabilidad del mismo. Reduce su estabilidad de valores de factor de seguridad de 1.8 a valores de 1.1, definiendo un nivel de amenaza alta para la condición saturada. Ver tablas 7.2 y 7.2.a.

El mapeo de la amenaza se adelantó para la condición más crítica analizada, que corresponde a asumir saturación completa de los materiales o depósitos recientes. Para la ladera conformada por la roca arcillosa se tomó la condición de saturación parcial.

De hecho, el deslizamiento objeto de estudio que afecta la Carretera a Oriente, se categoriza como de amenaza media para las condiciones actuales: saturación del material, morfometría y sin sobrecarga. Si se modifican las dos últimas en forma negativa, la estabilidad de los

depósitos puede llegar a niveles críticos, factores de seguridad esperados cercanos a 1 o inclusive menores.

La evolución de la condición de estabilidad estimada de las laderas en estudio, con el tiempo, se adelantó en función de contemplar un mayor tiempo de exposición de las laderas a los eventos detonantes lluvia y sismo. Así, se establecieron los periodos de análisis de corto plazo a 4 años, de largo plazo a 25 años y la condición crítica de estabilidad actual con el detonante agua, ver tablas 7.2 y 7.2.a.

Como se puede observar en los resultados mostrados en las tablas 7.2 y 7.2.a, la condición más desfavorable es la condición crítica de estabilidad actual con agua, especialmente para la zona de relleno, con factores de seguridad esperados de 1.07 y Pf de 0.41. Los demás taludes muestran factores de seguridad mayores a 1.4 y Pf menores a 0.06. Para el corto plazo (4 años), el talud en relleno muestra una Pf de 0.2 y los demás taludes Pf menores a 0.014, esta condición a los 25 años aumenta ligeramente, así la zona de relleno aumenta su probabilidad de falla a 0.34 y un FS esperado de 1.14. Los demás taludes aumentan sus probabilidades de falla a valores inferiores de 0.07, representando niveles de amenaza baja.

En conclusión los análisis en el tiempo muestran que las condiciones de estabilidad se mantienen, controlando la estabilidad del sector, la variación del contenido de humedad y el aumento de los niveles piezométricos.

Por otro lado, los resultados muestran que los depósitos de ladera formados por la falla del relleno presentan una estabilidad relativa aceptable, pero por su propia naturaleza son muy sensibles a los cambios morfométricos (cortes en el pie o base), y/o sobrecarga por mayor peso y a los cambios de contenido de agua, lo cual produciría una fracturación del movimiento de la masa movilizada.

TABLA 7.2
ANALISIS PROBABILISTICO BARRIO NUEVA ESPAÑA
FS vs Pf

| c (T/m ²) | ϕ (°) | 1' - 1 | 1' - 1 | 1' - 1 | 2' - 2 | 2' - 2 | 2' - 2 | |
|-----------------------|------------|----------|--------|------------|----------|---------|---------|-------|
| | | F talud | F pata | F pata (d) | M- talud | M- pata | Relleno | |
| | | FS | FS | FS | FS | FS | FS | |
| min | min | 2.110 | 2.442 | 1.974 | 2.520 | 1.830 | 1.398 | |
| min | min | 2.010 | 2.280 | 1.662 | 1.920 | 1.360 | 1.249 | |
| min | min | 1.080 | 0.998 | 0.815 | 1.330 | 1.060 | 0.855 | |
| min | min | 1.018 | 0.935 | 0.676 | 0.980 | 0.750 | 0.758 | |
| min | max | 2.270 | 2.661 | 2.343 | 3.190 | 2.340 | 1.631 | |
| min | max | 2.128 | 2.450 | 1.950 | 2.380 | 1.710 | 1.405 | |
| min | max | 1.160 | 1.094 | 0.985 | 1.670 | 1.350 | 0.982 | |
| min | max | 1.074 | 0.998 | 0.778 | 1.200 | 0.940 | 0.836 | |
| max | min | 2.241 | 2.652 | 2.733 | 3.080 | 2.150 | 2.320 | |
| max | min | 2.147 | 2.511 | 2.417 | 2.480 | 1.670 | 2.190 | |
| max | min | 1.154 | 1.102 | 1.144 | 1.660 | 1.270 | 1.440 | |
| max | min | 1.097 | 1.038 | 1.004 | 1.310 | 0.950 | 1.354 | |
| max | max | 2.399 | 2.756 | 2.962 | 3.750 | 2.680 | 2.523 | |
| max | max | 2.257 | 2.687 | 2.573 | 2.940 | 2.030 | 2.327 | |
| max | max | 1.237 | 1.150 | 1.228 | 2.000 | 1.560 | 1.550 | |
| max | max | 1.152 | 1.101 | 1.056 | 1.520 | 1.140 | 1.426 | |
| | | Fs(E)-A | 2.137 | 2.481 | 2.167 | 2.430 | 1.691 | 1.795 |
| | | Pf - A | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.033 |
| | | Pf - C4 | 0.000 | 0.000 | 0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.014 |
| | | Pf - C25 | 0.000 | 0.011 | 0.032 | 0.001 | 0.023 | 0.039 |
| | | Fs(E) 25 | 2.125 | 2.464 | 2.228 | 2.624 | 1.854 | 1.823 |



TABLA 7.2.a
ANALISIS PROBABILISTICO BARRIO NUEVA ESPAÑA

| | | FS vs Pf | | | | | |
|----------|------------|----------|--------|------------|----------|---------|---------|
| | | 1' - 1 | 1' - 1 | 1' - 1 | 2' - 2 | 2' - 2 | 2' - 2 |
| | | F talud | F pata | F pata (d) | M- talud | M- pata | Relleno |
| c (T/m2) | ϕ (°) | FS | FS | FS | FS | FS | FS |
| min | min | 1.170 | 2.440 | 1.900 | 1.530 | 1.830 | 0.900 |
| min | min | 0.830 | 1.930 | 1.390 | 1.260 | 1.360 | 0.710 |
| min | min | 0.680 | 1.150 | 0.880 | 0.940 | 1.060 | 0.630 |
| min | min | 0.470 | 0.890 | 0.620 | 0.740 | 0.750 | 0.490 |
| min | max | 1.820 | 2.960 | 2.320 | 1.950 | 2.340 | 1.050 |
| min | max | 1.310 | 2.180 | 1.590 | 1.580 | 1.710 | 0.770 |
| min | max | 1.060 | 1.370 | 1.060 | 1.190 | 1.350 | 0.730 |
| min | max | 0.740 | 0.980 | 0.690 | 0.930 | 0.940 | 0.510 |
| max | min | 1.940 | 3.160 | 2.980 | 1.810 | 2.150 | 1.560 |
| max | min | 1.610 | 2.650 | 2.470 | 1.530 | 1.670 | 1.370 |
| max | min | 1.170 | 1.500 | 1.410 | 1.110 | 1.270 | 1.130 |
| max | min | 0.960 | 1.250 | 1.160 | 0.920 | 0.950 | 0.990 |
| max | max | 2.260 | 3.690 | 3.400 | 2.230 | 2.680 | 1.730 |
| max | max | 1.750 | 2.900 | 2.670 | 1.860 | 2.030 | 1.440 |
| max | max | 1.350 | 1.730 | 1.590 | 1.380 | 1.560 | 1.230 |
| max | max | 1.020 | 1.340 | 1.230 | 1.110 | 1.140 | 1.010 |

| | | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fs(E)-A | 1.418 | 2.415 | 2.030 | 1.556 | 1.691 | 1.071 |
| Pf - A | 0.064 | 0.000 | 0.019 | 0.000 | 0.000 | 0.411 |
| Pf - C4 | 0.014 | 0.000 | 0.005 | 0.002 | 0.001 | 0.197 |
| Pf - C25 | 0.072 | 0.008 | 0.035 | 0.027 | 0.023 | 0.340 |
| Fs(E) 25 | 1.539 | 2.580 | 2.196 | 1.641 | 1.854 | 1.141 |



CAPITULO 8

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR FRM

8.1. Método de Estudio y Metodologías Empleadas

Se emplearon los lineamientos metodológicos establecidos por LEONE, 1996. Así, en forma semicuantitativa, se establece el nivel de vulnerabilidad de las unidades de vivienda en función de los posibles daños que pueden llegar a sufrir los elementos expuestos situados en la zona de afectación previsible por el fenómeno amenazante.

El nivel de daño de los elementos expuestos se define tipificando las viviendas por su tipología establecida en el inventario y sus modos de daño asociados a la solicitación impuesta por los diferentes eventos amenazantes, los que a su vez dependen de los mecanismos de falla y de su distancia de viaje.

8.2. Inventario de Viviendas

A partir de una visita técnica de reconocimiento al área en estudio, en la cual se pudo observar la tipología general de las viviendas existentes y del nivel de exposición ante la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, se diseñó un formato de inventario incluido en el Anexo 5 de este informe.

En la Tabla 8.1. se presenta el resumen general del inventario; es indispensable recalcar que la información recolectada es de carácter más cualitativo que cuantitativo sobre su tipología estructural, dentro del objetivo de poder aproximarse conceptualmente a su resistencia o capacidad de respuesta ante eventos de remoción en masa de diferentes magnitudes. Sobre este aspecto, conviene agregar además, que en general casi ninguna edificación y mucho menos las que ocupan la atención de este estudio son diseñadas, ni construidas específicamente para resistir empujes o fuerzas laterales generadas por fenómenos de remoción en masa y que por tanto la evaluación que sobre el particular puede hacerse con base en el inventario es muy limitada.

A partir del inventario realizado, se establecen niveles de capacidad de respuesta de acuerdo al tipo de estructura de la vivienda inventariada.

En un primer nivel (A), se incluyen las casas que de forma aparente cumplen con rasgos y parámetros mínimos de rigidez y solidez estructural; representados en una estructura aporticada o el empleo de muros cargueros confinados por columnas a distancias razonables y con placa de entrepiso en concreto.

En un segundo nivel (B), se clasifican las viviendas construidas con muros cargueros, tienen placa de entrepiso en concreto y la incorporación de columnas y elementos de amarre es local

y esporádica, es decir son viviendas que en su concepción, tratan de adicionar algún tipo de refuerzo adicional a la metodología tradicional de muros y placas.

En un tercer nivel (C), clasifican todas las demás tipologías de viviendas, es decir viviendas con muros cargueros, fundados sobre cimiento ciclópeo y viviendas prefabricadas.

En un cuarto nivel (D), se incluyen las viviendas construidas con madera, cartón o tejas metálicas o sus combinaciones informales, es decir viviendas informales o que normalmente se llaman tuguriales.

Se establece un quinto y sexto nivel (E) y (F) respectivamente, para predios en proceso de construcción y para los lotes vacíos.

8.2.1. Condición Actual

A partir de la revisión y análisis de la información recolectada en el inventario de viviendas, como se comentó anteriormente, se establecieron seis tipologías de viviendas en función de su capacidad estructural de respuesta ante solicitaciones impuestas por los fenómenos que representan amenaza:

- A – Viviendas con estructura aporticada en concreto.
- B – Viviendas con muros cargueros, pero sin confinamiento adecuado.
- C – Viviendas de construcción normal y viviendas prefabricadas.
- D – Viviendas informales.
- E – Edificaciones en proceso de construcción.
- F – Lotes vacíos

Así, las viviendas tipo **A** se consideran menos vulnerables que las viviendas tipo **D**, es decir tienen una mayor capacidad de resistir las solicitaciones impuestas por los eventos amenazantes (fenómenos de remoción en masa). La clasificación E y F se tiene en cuenta por que se asume que estos predios hacen parte del loteo de los barrios en estudio y que representan algún valor para sus propietarios.

Por otra parte, las viviendas se encuentran referenciadas en el área en estudio de tal forma que resulta simple asignarles el tipo de amenaza al que están expuestas.

8.2.2 Evaluación de Daños Posibles

La estimación cuantitativa de daños posibles se adelanta para cada tipo de vivienda en función de la asignación de una solicitación impuesta por un determinado proceso generador de daño, que a su vez depende del grado de exposición del elemento expuesto. Este procedimiento se realiza a criterio del experto en evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa tomando como base en la Tabla 8.2, de clasificación de daños propuesta por DRM {DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS} y presentada por LEONE, 1996.

INGENIERO ALVARO NIVIA
JAVIER A. MILLAN Y ASOCIADOS

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO NUEVA ESPAÑA - LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL

TABLA No. 8.1 INVENTARIO DE VIVIENDAS

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
|-------|-------------------|--------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|-----------------|--------------------------|------|-----------|-------------------|-----|----------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------------|
| Fecha | No. de la manzana | No. del lote | Código del barrio o asentamiento | Dirección | Propietario | Tiempo de vivir en el barrio (Años) | Tiempo de vivir en la casa (Años) | No. de apartamentos en la edificación | No. de familias en la edificación | No. de residentes en la edificación | No. de residencias en la edificación | Área bruta de la construcción (m ²) | Número de pisos | Edad de la const. (Años) | Agua | Acanalado | Energía eléctrica | Gas | Teléfono | Cable parvotendidas | Ubicación de la VV. | Tipo de cimentación | Tipo de sistema estructural | Estructura de la placa del piso | Estructura del techo | Tipo de cubiertas | Estado de la const. | Ha sufrido anterior-mente daño por | En la zona en mov. | Data en toda la construc. |
| 1 | 0 | 4 | INUEVA ESPAÑA | CALLE 38 SUR No 13-10 ESTE | JAIRO HERMANDEZ | 4 | 2 | 0 | 1 | 7 | 40 | 1 | 2 | SI | NO | SI | NO | NO | NO | NO | En corte | Viga de amarré | Puñco | Concreto ref. | Concreto ref. | Placa | Buena | | Corona | Ninguno |
| 2 | 0 | 3 | INUEVA ESPAÑA | CRA 12 A ESTE No 37-48 SUR | ARMANDO BOHORQUES | 25 | 3 | 0 | 1 | 5 | 48 | 1 | 3 | SI | NO | SI | NO | NO | NO | NO | En corte | Viga de amarré | Madera | Madera | Madera | Placa | Buena | | Corona | Ninguno |
| 3 | 0 | 5 | INUEVA ESPAÑA | CALLE 38 SUR No 12F-18 ESTE | MARIA OFIR GERENA FLOREZ | 7 | 7 | 0 | 1 | 6 | 100 | 2 | 7 | SI | SI | SI | NO | SI | NO | NO | En corte | Viga de amarré | Muros confinados | Concreto ref. | Concreto ref. | Placa | Buena | | Corona | Ninguno |
| 4 | 0 | 2 | INUEVA ESPAÑA | CALLE 38 SUR No 12G-18 ESTE | JAVIER CARABALL MARTHA CECILIA CRUZ | 5 | 4 | 1 | 2 | 10 | 60 | 1 | 5 | SI | SI | SI | NO | SI | NO | NO | Refiero | Viga de amarré | Prefabricado | Madera | Concreto ref. | Placa | Buena | Otro | Corona | Ninguno |
| 5 | 0 | 1 | INUEVA ESPAÑA | CALLE 38 SUR No 12G-14 ESTE | LUIS FERNANDO VALERO-ARALIS POSADA | 8 | 4 | 2 | 1 | 6 | 72 | 20 | 4 | SI | SI | SI | NO | SI | NO | SI | En corte | Ciclopeo | Muros confinados | Concreto ref. | Concreto ref. | Placa | Buena | | Corona | Ligero |
| 6 | 0 | 7 | INUEVA ESPAÑA | CALLE 38 SUR No 12F-04 ESTE | FLOR A. SANCHEZ-JESUS H. MALAVER | 9 | 9 | 2 | 1 | 4 | 105 | 2 | 6 | SI | SI | SI | NO | SI | NO | SI | En corte | Viga de amarré | Muros confinados | Concreto ref. | Concreto ref. | Placa | Buena | | Corona | Ninguno |
| 7 | 0 | 6 | INUEVA ESPAÑA | CALLE 38 SUR No 12F-10 ESTE | PALOMINO RINCON | 0,6 | 0,6 | 3 | 3 | 5 | 192 | 4 | 0 | SI | SI | SI | NO | SI | NO | SI | En corte | Ciclopeo | Muros confinados | Concreto ref. | Concreto ref. | Placa | Buena | | Corona | Ninguno |

TABLA 8.2 CLASIFICACIÓN DE DAÑOS

| INTENSIDAD DE DAÑO | MODOS DE DAÑO | PORCENTAJE DE DAÑO |
|--------------------|---|--------------------|
| 1 | Daños ligeros no estructurales. Estabilidad no afectada | 0,01 - 0,1 |
| 2 | Fisuración de muros. Reparaciones no urgentes | 0,2 - 0,3 |
| 3 | Deformaciones importantes, fisuras en elementos estructurales | 0,4 - 0,6 |
| 4 | Fracturación de la estructura, evacuación inmediata | 0,7 - 0,8 |
| 5 | Derrumbe parcial o total de la estructura | 0,9 - 1,0 |

Tomada de Leone, 1996

Donde el porcentaje de daño se define como la diferencia entre el valor inicial del bien antes del evento y el valor final del bien después del evento, dividida por el valor inicial del bien.

8.3. Criterios Aplicados

La asignación de solicitaciones se realiza definiendo una zona de interacción entre el fenómeno y el elemento expuesto para el mecanismo de falla que arroje la condición más crítica en los análisis de estabilidad.

8.3.1. Tipos de Movimientos y Solicitaciones

Se establece para el modelo de vulnerabilidad los deslizamientos rotacionales y traslacionales, como los eventos generadores de daño, para los cuales en cada zona geotécnica o condición local de manera cualitativa se le define su área de afectación, teniendo en cuenta tanto la magnitud del evento como la morfometría del frente de viaje del movimiento y su influencia en cuanto al retroceso de la corona del movimiento.

Se definen dos tipos de solicitaciones:

- Desplazamientos verticales - DV
- Empujes - E

Los desplazamientos verticales son experimentados por los elementos localizados en la zona del deslizamiento rotacional del relleno, parte alta de la zona de estudio. Su valoración se hace a partir de la dinámica de los movimientos, que para este caso específico se considera que se desencadenarían de manera rápida con deformaciones sucesivas, de pequeña magnitud.

Las solicitaciones por empuje son experimentadas por los elementos expuestos (viviendas y vías) que se encuentran al frente de la masa en movimiento sobre la dirección de avance, su magnitud se establece con criterios geométricos, en función de la relación entre la altura de la acumulación del material movido y la del elemento expuesto, sobre la base de tres niveles:

Alta Altura de acumulación mayor a los 2/3 de la altura del elemento

Media Altura de acumulación entre 1/3 y 2/3 de la altura del elemento.

Baja Altura de acumulación menor a 1/3 de la altura del elemento.

Este tipo de amenaza se consideró inicialmente para las viviendas localizadas sobre la margen izquierda de la Carretera a Oriente, teniendo en cuenta la posibilidad de que el frente del movimiento alcance una distancia de viaje mayor que el ancho de la vía.

8.3.2. Cualificación de los Daños

La cualificación de los daños se realiza generando una matriz que permite adelantar la asignación de los índices correspondientes en función de la tipología de las viviendas y el tipo de solicitud.

La tipología de las viviendas representa la capacidad de asimilación de la estructura a solicitaciones impuestas por el fenómeno amenazante.

Con estos criterios se define la matriz que se presenta en la Tabla 8.3:

| SOLICITACION | TIPOLOGIA | | | | | |
|-------------------------|-----------|---|---|---|---|-----|
| | A | B | C | D | E | F |
| Desplazamiento Vertical | 3 | 3 | 3 | 4 | | 1/3 |
| Empujes | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 | 1 |
| No Solicitud | | | | | | 1 |

Nota: Índice de daño asociado según DRM

8.4. Zonificación de Vulnerabilidad por FRM

Con base en la matriz de daños, Tabla 8.3, se establece el algoritmo de asignación en cada caso, en particular, definiendo el índice de vulnerabilidad como el porcentaje de pérdida esperado, evaluado en función del valor inicial de la vivienda antes del evento y el valor final una vez que ocurre el daño. Como variable discriminante en este proceso se introduce el área de afectación del predio por efectos de la solicitud, ya que los movimientos en masa son de pequeña magnitud. Ver tabla 8.5.

Los intervalos de clasificación de vulnerabilidad se establecen según la Tabla 8.4:

TABLA 8.4 CATEGORIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

| NIVELES | VULNERABILIDAD |
|----------------|-----------------------|
| MB (Muy Bajo) | ≤ 0.1 |
| B (Bajo) | ≤ 0.3 |
| M (Medio) | ≤ 0.6 |
| A (Alto) | ≤ 0.8 |
| MA (Muy Alto) | ≤ 1.0 |

Tomada de UPES / INGEOCIM, 1998

La representación de estos resultados (Tabla 8.5) sobre la base cartográfica se presenta en el Plano 6, empleando el criterio semáforo, esto es: en tonos rojos niveles de vulnerabilidad altos, en tonos amarillos niveles medio y en tonos verdes niveles de vulnerabilidad bajos.

Los resultados muestran que los niveles de vulnerabilidad de las viviendas son bajos, por una parte, por las características de construcción de las mismas y por otra parte, al bajo nivel de exposición ante falla de los rellenos y la baja probabilidad de falla del macizo rocoso.

Como elementos más vulnerables, por su alta exposición, se determinan: la vía de acceso al barrio y la Carretera a Oriente. Elementos que sufrieron daño o afectación por la ocurrencia de la falla del talud superior de la ladera y de la pata de la misma.

INGENIERO ALVARO NIVIA
 JAVIER A. MILLAN L. Y ASOCIADOS

ESTUDIO DE RIESGO POR REMOCION EN MASA Y DISEÑO DETALLADO DE OBRAS DE PROTECCION Y CONTROL EN EL BARRIO NUEVA ESPAÑA - LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL

TABLA No.8.5 INVENTARIO DE VIVIENDAS - DATOS ESTRUCTURALES

| Cód | Fecha | No. de la manzana | No. del lote | Código del barrio o asentamiento | Direccion | Propietario | No. de apartamentos en la edificación | No. de familias en la edificación | No. de residentes en la edificación | Area bruta de la construcción (m ²) | Número de pisos | Edad de la const. (Años) | Localización de la Vv. En la zona en mov. | Nivel de exposición | TIPO ESTRUCTURA | AMENAZA ACTUAL | | | | SOLICITACION | | | | VULNERABILIDAD | | | | RIESGO | | | | |
|-----|-------|-------------------|--------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------|--------------------------|---|---------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------|------|--------------|------|-----------------|--------------|-------------------|-------------|-------------|----------------|----------------|---------------------|------------------|------|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | Tipo de FRM | Perti análisis | Fs mínimo | Pr | Amenaza | Tipo | Intensidad daño | Tasa de daño | Area afectada (%) | Vn (\$1000) | Vd (\$1000) | Indice de daño | Vulnerabilidad | \$ Esperado (*1000) | Indice de riesgo | | |
| 1 | 0 | 4 | Nva. ESPAÑA | 2.1 | CALLE 38 SUR No 13-10 ESTE | JAIRO HERNANDEZ | 4 | 0 | 1 | 7 | 40 | 1 | 2 | Corona | Nulo | A | Drs | 1 | 1.53 | 0.072 | M | DV | 2 | 0.25 | 1 | 8,400 | 2,520 | 0.30 | M | 181 | 0.02 | B |
| 2 | 0 | 3 | Nva. ESPAÑA | 2.1 | CRA 12 A ESTE No 37-48 SUR | ARMANDO BOHORQUES | 4 | 0 | 1 | 5 | 48 | 1 | 3 | Corona | Medio | A | DR | 2 | 1.56 | 0.027 | M | DV | 1 | 0.05 | 0.5 | 10,080 | 302 | 0.03 | B | 8 | 0.00 | B |
| 3 | 0 | 5 | Nva. ESPAÑA | 2.1 | CALLE 38 SUR No 12F-16 ESTE | MARIA OFIR GERENA FLOREZ | 4 | 0 | 1 | 6 | 100 | 2 | 7 | Corona | Medio | A | Drs | 1 | 1.53 | 0.072 | M | DV | 1 | 0.05 | 0.5 | 21,000 | 630 | 0.03 | B | 45 | 0.00 | B |
| 4 | 0 | 2 | Nva. ESPAÑA | 2.1 | CALLE 38 SUR No 12G-16 ESTE | JAVIER CARABALI-MARTHA CECILIA CRUZ | 4 | 1 | 2 | 10 | 60 | 1 | 5 | Corona | Medio | C | DR | 2 | 1.56 | 0.027 | M | DV | 1 | 0.05 | 0.5 | 8,400 | 252 | 0.03 | B | 7 | 0.00 | B |
| 5 | 0 | 1 | Nva. ESPAÑA | 2.1 | CALLE 38 SUR No 12G-14 ESTE | LUIS FERNANDO VALERO-ARALIS POSADA | 4 | 2 | 1 | 6 | 72 | 2 | 4 | Corona | Nulo | A | Dr | 2 | 1.14 | 0.34 | A | DV | 2 | 0.25 | 1 | 15,120 | 4,536 | 0.30 | M | 1,542 | 0.10 | M |
| 6 | 0 | 7 | Nva. ESPAÑA | 2.1 | CALLE 38 SUR No 12F-04 ESTE | FLOR A. SANCHEZ-JESUS H. MALAVER | 4 | 2 | 1 | 4 | 105 | 2 | 6 | Corona | Nulo | A | Dr | 2 | 1.14 | 0.34 | A | DV | 2 | 0.25 | 1 | 22,050 | 6,615 | 0.30 | M | 2,249 | 0.10 | M |
| 7 | 0 | 6 | Nva. ESPAÑA | 2.1 | CALLE 38 SUR No 12F-10 ESTE | PALOMINO RINCON | 4 | 3 | 3 | 5 | 192 | 4 | 0 | Corona | Nulo | A | Dr | 2 | 1.14 | 0.34 | A | DV | 2 | 0.25 | 1 | 40,320 | 12,096 | 0.30 | M | 4,113 | 0.10 | M |

Valores totales 125,370 26,961 0.21 B 8,146 0.06 B

Cód

CAPITULO 9

EVALUACIÓN DE RIESGO POR FMR

9.1. Método de Estudio y Metodologías Empleadas

Una vez definida la amenaza en términos de probabilidad de ocurrencia y establecidos los índices de vulnerabilidad de las viviendas en términos de costo de daño, ver Tabla 8.5, el riesgo por fenómenos de remoción en masa en términos de costo esperado de falla se define como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad. Adicionalmente, se establece un índice de riesgo -IR- definido como el porcentaje de daño esperado, el cual permite establecer intervalos de riesgo.

9.2. Zonificación de Riesgo

De acuerdo a lo expuesto a lo largo del estudio y basados en las evaluaciones de estabilidad y grado de amenaza de las diferentes zonas geotécnicas y teniendo en cuenta las condiciones urbanísticas del sector, se consideró necesario adelantar una estimación cualitativa del nivel de vulnerabilidad y riesgo del sistema vial por fenómenos de remoción en masa.

9.2.1. Consideraciones Generales

La zona objeto del estudio involucra dos tipos de vías: el primero corresponde a la vía de acceso al Barrio y que fue afectada por el movimiento en estudio y se localiza en la parte alta de la ladera. El segundo corresponde a la Carretera a Oriente, la cual se ve afectada por un movimiento lento que se presenta en la base de la ladera y que eventualmente tapona la cuneta de la vía (ver Plano 1). En el caso de la vía de acceso al barrio, ésta se conformó sobre el relleno que falló produciendo la pérdida de la banca. Se puede establecer que el nivel de exposición ante el deslizamiento rotacional del relleno es alto y su grado de vulnerabilidad cercano a uno teniendo en cuenta el grado de daño sufrido.

A la Carretera a Oriente se le asocia un nivel de daño bajo, teniendo en cuenta que el movimiento a que está expuesta es de carácter superficial y no involucra la estructura del pavimento. El tipo de afectación se limita al taponamiento de la vía de manera parcial, ya que el deslizamiento se comporta como un flujo lento, que fácilmente puede ser removido.

9.2.2. Evaluación

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la evaluación de la Amenaza y con base en las características de los eventos amenazantes se adelanta una evaluación del riesgo de manera cualitativa con base en el criterio del experto en riesgos.

Vía de acceso: A esta vía se le asocia un evento con un grado de amenaza actual alto y corresponde a un movimiento o falla sobre el relleno localizado en la corona del deslizamiento principal, que por el estado actual puede seguir afectando parte la banca de la vía que aun se conserva. Del análisis de estabilidad de la ladera, se determinó que el deslizamiento principal no presenta un carácter retrogresivo, que afecte las viviendas localizadas en la parte superior de la ladera dado el control que ejerce el macizo rocoso el cual presenta una condición favorable a la estabilidad, como se observa en las laderas adyacentes y lo comprueban los análisis sobre el macizo.

El tramo de la vía presenta grado de vulnerabilidad alto aunque su efecto sobre la comunidad sea mínimo (menor población afectada) en términos de costos de daños esperados. Por tanto se le asocia un nivel de riesgo alto dada la importancia de la vía para la comunidad del barrio Nueva España (Plano No. 7).

Carretera a Oriente: De los análisis paramétricos y condicionales realizados sobre el deslizamiento de pata que afecta la vía, se puede establecer que presenta una probabilidad de ocurrencia del movimiento baja, con factores de seguridad esperados del orden 2.5, que al considerar la masa saturada, los factores de seguridad descienden a valores del orden 2.1.

El movimiento se comporta como un flujo lento que se moviliza con condiciones extremas de agua o saturación de la superficie de falla que se establece con una tendencia muy horizontal, obrando como patín, y se localiza por encima del nivel del pavimento. De hecho la exploración adelantada muestra muy cerca de la superficie del pavimento la roca arcillolita. El movimiento se ve acelerado por el desconfinamiento de la masa inestable, cuyo frente afecta directamente el carril interno de la carretera.

Teniendo en cuenta el tipo de evento amenazante descrito y los posibles efectos o daños sobre la vía que puede causar su ocurrencia, se le asocia un nivel de vulnerabilidad medio a bajo. Esta evaluación se sustenta en el hecho que si llega a presentarse el evento amenazante resulta relativamente fácil recuperar las condiciones de funcionamiento de la vía mediante el retiro de la masa deslizada, aunque el nivel de pérdida causado sea alto en comparación con la vía de acceso al barrio, y en el hecho que la Carretera a Oriente lleva construida más de veinte años y su geometría en el sector objeto en estudio no ha variado ni reporta taponamientos de la misma.

El nivel de riesgo asociado se puede considerar como medio (Plano No. 7), pero no quiere decir que el sector no deba ser tratado dada la importancia de la Carretera a Oriente para el sector Sur Oriental de la Ciudad. Este solo hecho amerita la intervención sobre el evento amenazante.

CAPITULO 10 ALTERNATIVAS DE MITIGACION

10.1. Planteamiento de Alternativas y Presupuesto Aproximado

Como ya se expresó al tratar el aspecto de la vulnerabilidad, en las evaluaciones de estabilidad y grado de amenaza de las diferentes situaciones geotécnicas del área en estudio, se presentan dos zonas que requieren la mayor atención:

1) La del relleno que constituye la Calle 38 Sur, localizado en la parte superior de la ladera, el cual fue afectado por una falla de tipo rotacional que produjo la pérdida parcial de la banca, cuyo nivel de exposición ante el deslizamiento es alto, con un porcentaje de daño sufrido, cercano a 1 (Tabla 8.2). Como esta calle es, al presente, la única vía de acceso al barrio, el hecho de que el fenómeno de inestabilidad pueda persistir y progresar, generará condiciones adversas para la comunidad por la pérdida de este recurso estratégico.

Esta situación de amenaza y el valor estratégico de la vía determinaron la importancia de adoptar medidas de mitigación que permitan eliminar el riesgo de pérdida total de la vía, rescatar la banca por medio de una estructura de contención, y al mismo tiempo controlar la posible afectación de las fundaciones de las construcciones que hacen frente a la Calle 38 Sur, en el caso de que, por total abandono del actual derrumbe, el fenómeno de inestabilidad pudiera adquirir un carácter retrogresivo, el cual, puede llegar a ocurrir si no se implementan medidas correctivas.

2) La parte inferior del depósito que da frente a la Carretera de Oriente, afectado por un movimiento lento, que transporta material hasta la banca de la carretera, causando la interrupción del drenaje superficial de esta vía, pudiendo producir a mediano plazo el deterioro del pavimento; en la actualidad por ser un movimiento de carácter superficial no involucra el piso de fundación del pavimento. Para controlar esta situación se adoptaron medidas de mitigación, consistentes en una estructura de contención.

En la parte media del depósito las medidas consisten en obras de drenaje superficial y de subdrenaje, perfilado y reconfiguración de la superficie del terreno.

A continuación se describirán las alternativas contempladas para los sitios indicados, a saber: la falla rotacional que ocasionó el derrumbe del terraplén de la calle 38 Sur, el deslizamiento del extremo inferior del depósito al frente de la Carretera de Oriente, y la parte central del depósito entre los dos extremos mencionados.

10.1.1. Falla Rotacional del Terraplén de la Calle 38 Sur

Las soluciones estudiadas son una combinación de medidas tendientes a reducir los agentes causantes del problema por medio del control de las infiltraciones de agua, y/o medidas tendientes a incrementar las fuerzas resistentes por medio estructuras adecuadamente cimentadas, y el incremento de la resistencia del suelo natural por medio de subdrenaje. Con base en lo anterior se estudiaron las siguientes soluciones:

Terraplén de Material Común: El objeto del terraplén es proveer una banca segura para la vía (Calle 38 Sur), para la cual se diseñó inicialmente una sección transversal consistente en: andén de 1.20 metros, calzada de 4.0 metros, y un ancho adicional de 0.30 metros para colocar una baranda hacia el lado del talud del terraplén. Posteriormente esta sección transversal se cambió, de común acuerdo con la interventoría, así: andén 1.5 m; calzada 5.00 m; ancho adicional 1.00 m, quedando en esta forma la calzada del mismo ancho de la actual calle 38-Sur pavimentada (Plano 8).

Para que el terraplén quede cimentado adecuadamente, se adoptó el criterio de fundarlo en el piso denominado como "resistente" en los análisis de estabilidad, es decir aquel con un número de golpes, en el SPT, mayor de 40, cuyos parámetros de resistencia son: $c = 0.2 \text{ kg/cm}^2$ y $\phi = 27$ grados. Este piso prácticamente involucra la roca parental (arcillolita). El criterio de cimentación adoptado obliga a un diseño escalonado del piso de fundación. De acuerdo con el perfil estratigráfico obtenido de los sondeos ejecutados, el escalonamiento que mejor sigue este piso "resistente" es de tres metros horizontales por un metro vertical.

En cuanto al talud del terraplén, se discutieron varias posibilidades con la interventoría, inclusive combinaciones de terrazamientos y taludes. Finalmente se trabajó un proyecto de terraplén con talud de H2.0 V1.0 (Ver Figura 10.1)

Como según la última hipótesis trabajada que supone saturación completa del depósito, todo el relleno de la parte superior de la ladera quedó con grado de amenaza "Alto", presentándose entonces la situación de que el terraplén tendría que reemplazar dicho relleno en 38 metros de longitud. Esta circunstancia hace que el terraplén proyectado resulte inviable ya que por tener que ser cimentado sobre la roca, la pata del terraplén quedaría 51 metros abajo del paramento de las construcciones del barrio, a la cota 2,878, siendo la cota de la corona del terraplén, (Calle 38 Sur), la 2,899.50. Por otra parte, para empatar la superficie del terreno con la del talud del terraplén se tienen que vencer diferencias de cota de hasta diez metros, lo cual disturbaría inconvenientemente la superficie de la zona donde están las construcciones actuales del barrio. Por las anteriores razones se descartó esta alternativa.

Muro de tierra armada: El objeto de esta obra es, como en la alternativa anterior, proveer una banca segura para la vía. La cimentación del muro se hace sobre el piso denominado "resistente" en los análisis de estabilidad, el cual, como ya se mencionó, tiene un coeficiente de seguridad suficientemente alto, lo que garantiza la estabilidad general del talud. Como el ancho de la base del muro, en el sentido de la pendiente del terreno, está entre 4.0 m. y 5.80 m, según el tipo de muro, no se consideró necesario escalar la superficie de la fundación lo

que hace que el movimiento de tierra para la fundación sea bastante más bajo que el del caso del terraplén anteriormente descrito (Plano 8).

Para el muro de tierra se consideraron dos tipos: muro armado con tiras metálicas y muro reforzado con geotextil. Estimativos preliminares de costo indican que el metro cúbico del muro de tierra armada reforzada con geotextil tiene un costo aproximado entre \$65,000 a \$70,000/m³, en tanto que el costo aproximado del muro reforzado con tiras metálicas oscila entre \$70,000 y \$75,000/m³.

10.1.2 Deslizamiento en la Pata del Depósito

Para controlar el deslizamiento del depósito que invade la banca de la Carretera de Oriente, se contempló un muro de gaviones paralelo a esta vía, de 35 metros de longitud, ubicado a 2.50 m del borde del pavimento, de tal manera que se forme una berma con cuneta para facilitar el drenaje superficial de la vía. Naturalmente que esta berma y cuneta requieren continuidad tanto arriba como abajo del muro de gaviones, cosa que no estaría bajo el control del FOPAE, pero el hecho que se construya el tramo en cuestión, posiblemente haga ver la conveniencia de continuar su construcción y mantenimiento a ambos lados. Los detalles del diseño de este muro se presentan en el Plano 10. El costo por metro cúbico para el muro se encuentra entre \$90,000 y \$95,000/m³. El costo que parece comparativamente alto, pero es porque incluye el movimiento de tierra de la remoción de la pata del depósito.

10.2. Análisis Probabilístico de Estabilidad con Obras de Mitigación

Las obras planteadas están encaminadas a la recuperación de la banca de acceso al barrio, y a proteger la Carretera a Oriente de pequeños desprendimientos de la pata del talud fallado. Por lo tanto, estas no buscan controlar los procesos que se pueden llegar a generar sobre los depósitos movilizados.

El planteamiento de manejo de aguas de filtración mediante trincheras drenantes, busca que los depósitos presenten niveles de saturación inferiores al 50% ($r_u < 0.3$), condición que ya fue estudiada en los análisis de estabilidad presentados en la Tabla 6.3, mostrando una estabilidad de los mismos con factores de seguridad esperados mayores a 2.0 para condición estática, para un periodo de exposición de 25 años y probabilidad de falla asociadas de 0.05.

Los resultados del análisis de estabilidad de la ladera con obras de mitigación se presentan en la Figura 6.3.

10.3. Análisis Costo Beneficio de las Alternativas de Mitigación

Este estudio demostró que los riesgos implícitos tanto en el derrumbe de la parte alta de la ladera (Calle 38 Sur), como en el deslizamiento de la parte baja (Carretera de Oriente), son mitigables técnicamente con las obras proyectadas. Una primera consideración se plantea en cuanto a su justificación desde el punto de vista de la ortodoxia económica, puesto que al poderse descartar la posibilidad de falla del macizo rocoso sobre el cual se han fundado las

viviendas del barrio, el consecuente bajo nivel de vulnerabilidad de estas no ameritaría ninguna inversión significativa. El problema entonces, para el caso de las viviendas, no se puede plantear en términos económicos cuantitativos. Para el caso de la vía tampoco, porque para el escaso –casi nulo– tráfico que se puede prever para esta vía, el impacto económico, medidos en términos de ahorro en el costo del transporte y/o incremento de la productibilidad de las áreas servidas, no justificaría, para un periodo razonable, la inversión en las obras proyectadas. De hecho, este estudio recomienda no convertir esta vía en una vía de penetración hacia los cerros circundantes, por el destrozo que se causaría a su ambiente natural. Se concluye entonces que los beneficios solamente se pueden evaluar en términos cualitativos.

En efecto, la vía tiene un valor estratégico porque provee un servicio sin el cual el barrio se consideraría discriminado y marginado injustamente. Este servicio, mal que bien, ya existía, y el hecho de no hacer nada para rescatarlo afectaría muy negativamente la imagen de las autoridades a cargo del manejo de los intereses de la comunidad, lo cual indicaría falta de sensibilidad por los problemas que afectan a los barrios marginados. Esta consideración descarta la primera alternativa que se debe plantear según la metodología ortodoxa de esta clase de estudios, la de “no hacer nada”, aunque cálculos estrictos podrían eventualmente justificarla.

En el caso de la Carretera de Oriente la alternativa de “no hacer nada” puede válidamente plantearse, porque a pesar de que el riesgo asociado se puede considerar medio, la acción de la comunidad y/o de las autoridades viales, a través de labores rutinarias de mantenimiento, controla el fenómeno de taponamiento de la cuneta con resultados medianamente aceptables, y con costos diluidos en el tiempo, siendo así estos menos notorios. Por lo tanto, esta medida podría continuar, ya que no se esperan eventos catastróficos que destruyan la vía. Sin embargo, estos costos continuados en el largo plazo pueden resultar muy onerosos, por lo cual es evidente que una solución como la planteada, que controla de una vez por todas el problema, tiene más validez.

A la luz de las consideraciones anteriores el análisis económico se reduce, para el caso de la Calle 38 Sur a la escogencia del tipo de muro más conveniente para rescatar la calzada destruida por el derrumbe.

La diferencia entre las alternativas contempladas para el muro radican solamente en el sistema de armadura –tiras metálicas vs geotextil– y en el sistema de protección de la superficie expuesta –escamas de concreto vs concreto lanzado– ya que la geometría y las condiciones de fundación y estabilidad son las mismas.

El muro armado con tiras metálicas es más conveniente porque estas le dan rigidez al terraplén y en consecuencia esta sujeto a menos deformaciones que el muro armado con geotextil, el cual es muy flexible y se deforma fácilmente. Como el muro armado con tiras metálicas soporta la calzada de una vía, esta sufrirá igualmente menos deformaciones. Esto es importante porque hacia el futuro se tendrán menos costos del mantenimiento de la calzada

por reparaciones, pero es más importante aún porque no se daría la impresión de una obra mal ejecutada que comienza a hundirse al poco tiempo de terminada.

Desde el punto de vista de la protección de la cara de fachada, las escamas de concreto son más presentables y decorativas que el concreto lanzado. En este último caso se podría mejorar la apariencia empleando en el concreto lanzado una formaleta estructural adecuada, pero esto incrementaría los costos.

Desde el punto de vista económico el muro armado con geotextil tiene ventajas respecto al muro de tierra armada, como se puede observar en el numeral 10.1.1.

En vista de las ventajas evidentes del muro de tierra armada ya mencionadas, ventajas que sin embargo se traducen en un mayor costo, se estudiaron en detalle dos alternativas con el ánimo de aportar más elementos de juicio para una acertada decisión final (ver Capítulo 11).

CAPITULO 11

DISEÑO DETALLADO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

11.1 Memorias de Cálculo

En el Anexo 4 se presentan los diseños detallados para cada una de las obras seleccionadas. Entre las alternativas de tierra armada con tiras metálicas, y muro de tierra reforzada con geotextil, se seleccionó la opción de muro de tierra armada, por las ventajas enunciadas en el Capítulo 10. Adicionalmente, con el objeto de allegar más elementos de juicio para el evento de que FOPAE decida optar por la construcción del muro de tierra reforzado con geotextil, se presentan en el Anexo 4 los diseños de este tipo de muro, y en el plano 9 los respectivos detalles constructivos.

Los planos de construcción de obras corresponden a los números 8 a 11.

11.2. Análisis de Precios Unitarios, Cantidades de Obra y Presupuesto

Las cantidades de obra, los análisis de los precios unitarios y el presupuesto de obra se presentan en el Anexo 5.

11.3. Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas de las obras diseñadas se presentan en el Anexo 6.

CAPITULO 12

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La ladera en la que está ubicado el barrio Nueva España y barrios aledaños, especialmente a la altura por la que atraviesa la Carretera de Oriente, está constituida principalmente por las arcillolitas de la Formación Bogotá, con ocasionales depósitos provenientes de las formaciones de roca arenisca pertenecientes a la misma formación, que afloran a un nivel superior. Esta condición geológica hace que, en general, esta ladera sea inestable, especialmente debido a su acusada pendiente transversal. La urbanización a que ha estado sometida esta ladera en época relativamente reciente - no más de treinta años - ha implicado, en un buen número de casos, la necesidad de obras de estabilización y recuperación, tanto en las obras de urbanismo general como en las construcciones en particular.
- La explotación de las arcillas para efectos producción de materiales de construcción (ladrillo, teja, etc), ha tenido dos efectos contrarios: por un lado la desestabilización de la ladera, porque siempre se han dejado taludes muy pendientes sin ninguna protección, y por otro lado la nivelación del terreno en los patios de las canteras que ha propiciado el aprovechamiento de estas zonas planas para construcciones dentro de márgenes razonables de seguridad. Sin embargo, si las construcciones se hacen en zonas pegadas a los taludes, el efecto es una mayor inseguridad para los que ocupen estas zonas. De esta última situación el FOPAE tiene ya una amplia experiencia.
- En el área en estudio, si bien no en el caso específico del derrumbe en consideración, se presentan típicamente los casos mencionados: una ladera con taludes relativamente pendientes en roca arcillosa, y un "patio" relativamente extenso donde, según información, se piensa construir un colegio. La primera recomendación sería que los taludes arcillosos, sin ninguna protección al presente, tienen necesariamente que someterse a un tratamiento de recuperación de suelos por medio de terrazamientos, control de escorrentías, empradización, arborización, etc. Sin estas obras los procesos de erosión, fallas o deslizamientos podrían afectar a la larga el barrio Nueva España, y en el caso que se construya el colegio dichos procesos lo pondrían en permanente peligro por posibles deslizamientos de los taludes superiores.
- En el caso del derrumbe estudiado, adicionalmente a la inestabilidad natural de la ladera y a excavaciones llevadas a cabo con fines de explotación de materiales, operó la carga adicional de un relleno antrópico llevado a cabo para proveer una vía, lo que precipitó el colapso, afortunadamente en un ancho pequeño (no más de diez metros), de la ladera. Es conveniente que se tomen providencias para detectar y/o controlar las mencionadas condiciones de inestabilidad, a fin de evitar que eventualmente pueda precipitarse en el tramo aún no afectado otro colapso similar al que ya sucedió.
- Los resultados de este estudio indican que la saturación del depósito produce una disminución importante del factor de seguridad. Con el propósito de controlar esta

situación se diseñó un filtro en la corona del deslizamiento (costado Norte de la Calle 38 Sur), a todo lo largo de la zona afectada, para conducir las aguas al sistema de alcantarillado existente. Se espera que al controlar las infiltraciones de agua en el cuerpo del depósito, con el consecuente aumento de la resistencia al corte de los suelos involucrados mejoren las condiciones de estabilidad y disminuya el grado de amenaza. Por esta razón, FOPAE considera la posibilidad de que la estructura de contención que inicialmente se contempló en una longitud de 38 metros, abarcando la mayor parte del mencionado depósito, pueda ser reducida al tramo que fue afectado por el deslizamiento. Sin embargo, como aún subsiste un riesgo en cuanto a posibles fenómenos de inestabilidad en el resto del depósito, se recomienda llevar a cabo en forma permanente y sistemática labores de monitoría para detectar en forma oportuna eventuales movimientos o deformaciones del depósito. Estas labores pueden hacerse con equipos convencionales de topografía o instrumentación como puede ser medidores superficiales de inclinación, extensómetros horizontales y/o verticales e inclinómetros. Igualmente, se considera conveniente instalar piezómetros para registrar las variaciones del nivel de aguas subsuperficiales, especialmente en inviernos prolongados. En el evento de que los fenómenos de inestabilidad llegaren a ser críticos, se debe proceder a la prolongación hacia el occidente de la estructura de contención diseñada o cualquier otra que se estime conveniente.

- La vía sin duda presta un servicio insustituible a los habitantes del barrio Nueva España, pero su continuación hacia la parte alta de la cuchilla que bordea la sabana, como vía de servicio público, puede, como siempre ha sucedido, estimular la urbanización de toda la parte alta de la ladera con la segura degradación de la misma desde el punto de vista ecológico, causando así un gran daño hacia el futuro a la ciudad. Al respecto se recomienda intercambiar esta inquietudes con el DAMA, entidad que tiene a cargo la conservación y protección de los diversos ecosistemas que hacen parte del Distrito Especial.
- La ladera motivo de este estudio es de propiedad privada, y una vez controlado el problema de estabilidad, el propietario podría lotearlo y/o urbanizarlo, pero en este caso se deben establecer claras normas para que la urbanización y/o las construcciones cumplan mínimos requisitos técnicos a fin de que las obras no disturben de nuevo la estabilidad del talud. En efecto, los resultados muestran que los depósitos de ladera formados por la falla del relleno presentan una estabilidad del relleno aceptable, pero por su propia naturaleza son muy sensibles a los cambios morfométricos (cortes en el cuerpo del depósito), y/o sobrecargas por terraplenes fundados sobre el depósito, y/o a los cambios de humedad del mismo, lo cual produciría la fracturación de la masa movilizada. Por lo anterior no parece conveniente permitir la urbanización del sector, pero esto depende de decisiones de tipo administrativo que no competen a este estudio.
- Hacia la parte media de la ladera, paralelamente a la calle 38-Sur, al costado occidental de la zona estudiada, se construyó, casi hasta el límite de la mencionada zona, una calle que actualmente está pavimentada en concreto. Si eventualmente se permitiera la urbanización, parece lógico suponer que esta calle se continuaría hacia el Oriente,

especialmente si se construye el colegio ya mencionado. Estrictas normas técnicas referentes a vías deben exigirse rigurosamente en este caso. A propósito, no parece una buena decisión el construir pavimentos rígidos sobre un piso arcilloso. Es mejor emplear en estos casos algún tratamiento que se acomode a las inevitables deformaciones de las arcillas. De igual manera se requeriría, en el caso de que se permitiera la urbanización, el establecimiento de normas de fundación suficientemente exigentes para garantizar la estabilidad de las construcciones, lo que prácticamente se traduce en fundación sobre la roca.

CAPITULO 13 BIBLIOGRAFÍA

- ASIAN TECHNICAL COMMITTEE ON GEOTECHNOLOGY FOR NATURAL HAZARD IN ISSMFE, Manual for Zonation on Areas Susceptible to Rain Induced Slope Failure. Japón 1997.
- ASTÉ J. ET ALL, Riegos Naturales y Vulnerabilidad. I Simposio Panamericano de Deslizamientos de Tierras. Guayaquil, 1994.
- BRABB, E. E. Innovative Approaches to Landslide Hazard and Risk Mapping. Fourth International Symposium on Landslide, Canadian Geotechnical Society, Toronto Canada, 1984.
- D.N.P.A.P. Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. Bogotá, 1998.
- GONZALEZ G. A. J. Conceptos sobre la Evaluación de Riesgo por Deslizamientos. IV Jornadas Geotécnicas SCI. Memorias Tomo I. 1990a.
- GONZALEZ G. A. J. Metodología para la Evaluación de Riesgo por Deslizamientos a Nivel Intermedio, VI Jornadas Geotécnicas SCI. Memorias Tomo II, 1990b.
- GONZALEZ G. A. J y MILLÁN, L, JAVIER., Procedimiento para la Evaluación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa en Santafé de Bogotá, Colombia. XI Conferencia Panamericana de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, Foz do Iguacu, Brasil, 1999.
- GONZALEZ G. A. J y MILLÁN, L, JAVIER., Resultados de la Evaluación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa en Santafé de Bogotá, Colombia. XI Conferencia Panamericana de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, Foz do Iguacu, Brasil, 1999.
- INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS LTDA. Estudio para el Análisis y Caracterización de Tormentas en la Sabana de Bogotá. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P. 1996
- INGEOCIM Ltda. Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inestabilidad del Terreno para varias Localidades de Santa Fe de Bogotá, UPES - FOPAE. 1998.
- INGEOMINAS, UPES, Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá. Convenio Interadministrativo 01-93. 1997.
- LEONE FRÉDÉRIC, Concept de Vulnerabilite Applique a L. Evaluation Des Risques Generes par les Phenomenes de Mouvements de Terrain. Université Joseph Fourier Grenoble; These de Doctorat, grenoble. 1996.
- MILLÁN, L, JAVIER. Lineamientos Metodológicos para la Evaluación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa. Tesis de Maestría en Geotecnia, Universidad Nacional de Colombia. 1998.
- MILLÁN J. Y LOZANO J. La contrastación de mapas en la Evaluación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa. IX Jornadas Geotécnicas, Sociedad Colombiana de ingenieros, Santa Fe de Bogotá 1997.
- MILLÁN J. Y LOZANO J. La Erosión en los Estudios de Zonificación de Areas Urbanas por Fenómenos de Remoción en Masa, VI Congreso Colombiano de Geotecnia, Bucaramanga 1996c.

- MILLÁN, L, JAVIER y VESGA LUIS F., Inventario de Procesos de Remoción en Masa en los estudios de Amenaza y Riesgo. XI Conferencia Panamericana de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, Foz do Iguacu, Brasil, 1999.
- SHUK T. Y GONZALEZ A. J., Cuantificación de Parámetros de Riesgo por Inestabilidad de Taludes y de Costos para Aplicaciones Geotécnicas en una Carretera y un Sitio Regional. Boletín Colombiano de Geotecnia, No. 5, 1993.

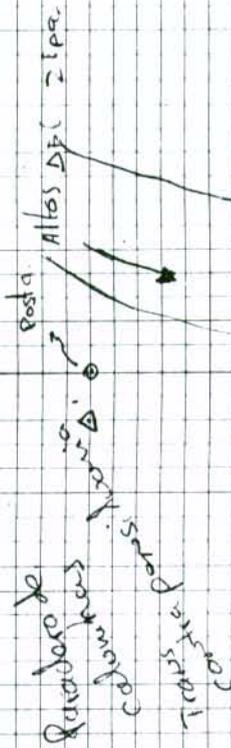
ANEXO 1
CARTERAS DE CAMPO
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Enero 9/2000

Enero 9 12000

| A/D | DLS H | Dist H | Dist V | 4 H | 4 V | OBS. |
|---------------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|
| AZ - ΔZ | 80.123 | -3.360 | 0° 0' 0" | | 92.2410 | |
| PK=1.482 .150 | | | | | | |
| PRACA N.? | | | | | | |
| A3 | 239.451 | 12.955 | 121.5525 | 86.5415 | | Pismo |
| ↑ 1.542 | | | 00 00 00 | 93.0745 | | 1.50. |
| A3 - ΔZ | 239.482 | -13.080 | | | | |
| 1 | 31.163. | -0.859. | 246.0350 | 91.425 | | Paramet |
| 2 | 31.596 | -0.179 | 252.2340 | 90.1915 | | " " |
| 3 | 29.293 | -1.092 | 253.3220 | 92.0805. | | |
| 4 | 29.557. | -1.102 | 256.1630 | 92.0805. | | |
| 5. | 24.568 | -2.275 | 260.2815 | 95.1730 | | HP=1ml |
| 6 | 30.994 | -3.478 | 283.3220 | 96.2040 | | |
| 7 | 23.974 | -3.140 | 296.0020 | 97.3730 | | |
| 8 | 21.625. | -2.104. | 298.0730 | 96.2040 | | |
| 9 | 24.169 | -2.508 | 325.5925 | 96.0515. | | |
| 10 | 28.785 | -4.062 | 337.3255 | 98.0155. | | ↑ 00.00 |
| 11. | 35.786 | -3.214. | 346.0120 | 95.1215. | | |
| 12. | 34.83 | -3.545 | 348.5410 | 95.4845 | | |
| 13. | 43.965. | -3.581 | 352.2715 | 94.3705 | | |
| 14 | 44.34 | -3.79 | 354.2020 | 94.5130 | | |
| 15. | 54.126 | -4.126 | 355.9430 | 94.2135 | | |
| 16 | 62.719 | -5.631 | 356.2135 | 95.0750 | | |

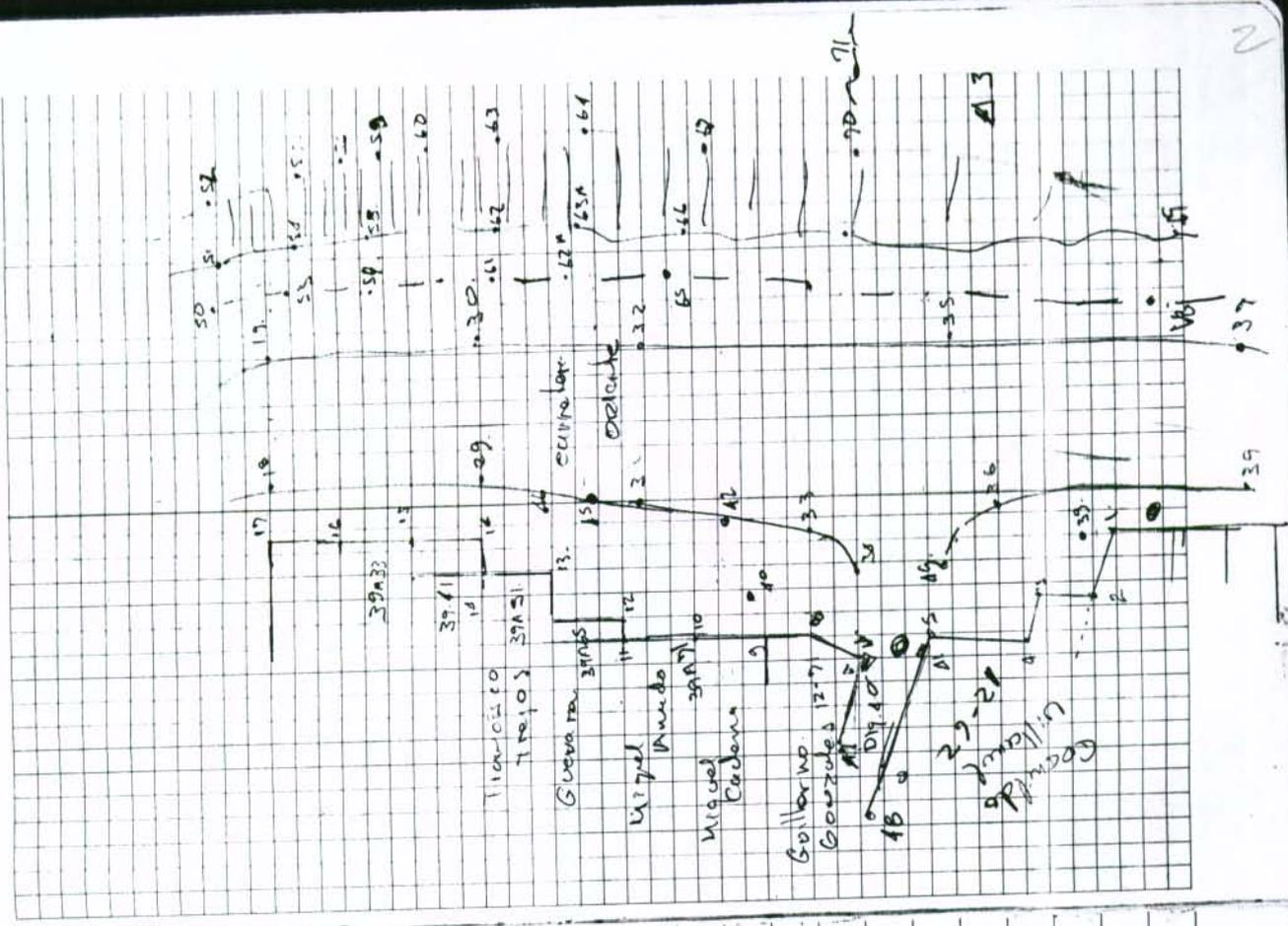
Nota: El mejor + 1 se encuentra
localizado sobre el piloto en
respuesta



PA
AZ se localiza sobre
los ojos del B.G.M.C.
pero no se encuentra
en placa.

Enero 9/2000

| 17. | 71675 | -6.234 | 357 0740 | 9458 05 | Panamá |
|---------|-------|--------|----------|---------|---------|
| 18 | 71539 | -5.633 | 0126 10 | 9430 10 | D.M. |
| 19 | 71982 | -5.165 | 0832 25 | 9406 50 | O.V. |
| 29 | 77648 | -1.357 | 359 2055 | 9513 25 | O.V. |
| 30 | 42017 | -3.557 | 1030 30 | 9450 20 | O.V. |
| 31 | 19350 | -2.444 | 330 0805 | 9712 00 | O.V. |
| 32 | 10937 | -1.853 | 350 3845 | 9937 10 | O.V. |
| 33 | 16293 | -1.838 | 280 1555 | 9626 00 | O.V. |
| 34 | 20009 | -2.514 | 780 1730 | 9909 45 | Suduro |
| 35 | 30058 | -0.052 | 222 3610 | 9006 00 | O.V. |
| 36 | 22316 | -1.116 | 246 4940 | 9231 25 | O.V. |
| 37 | 4201 | +0.49 | 221 3750 | 8919 45 | O.V. |
| 38 | 44602 | -0.077 | 233 3645 | 9005 55 | O.V. |
| 39 | 30735 | -0.641 | 244 4840 | 9111 41 | Parte V |
| 40 | 21583 | -2.673 | 331 5050 | 9703 35 | Parte V |
| 41, Sum | 23407 | -1.689 | 257 4320 | 9409 40 | Sanido |
| 42 | 24721 | -2.927 | 341 0655 | 9645 15 | P2 ✓ |
| 43 | 21951 | -2.021 | 265 4615 | 9515 35 | P2 ✓ |
| 44 | 18864 | -2.343 | 279 0150 | 9704 45 | Suduro |
| 45 | 41346 | -4.112 | 356 2845 | 9540 50 | P2 ✓ |
| 46 | 44936 | -4.208 | 357 1840 | 9521 00 | Postar |
| 47 | 21961 | -3.843 | 295 1020 | 9825 50 | Sanido |
| 48 | 41375 | -3.767 | 285 1525 | 7718 30 | U |
| 49 | 23107 | -1.849 | 261 1135 | 9434 35 | U |
| 50 | 75996 | -5.718 | 0902 05 | 9418 15 | |



Enero 9/2000

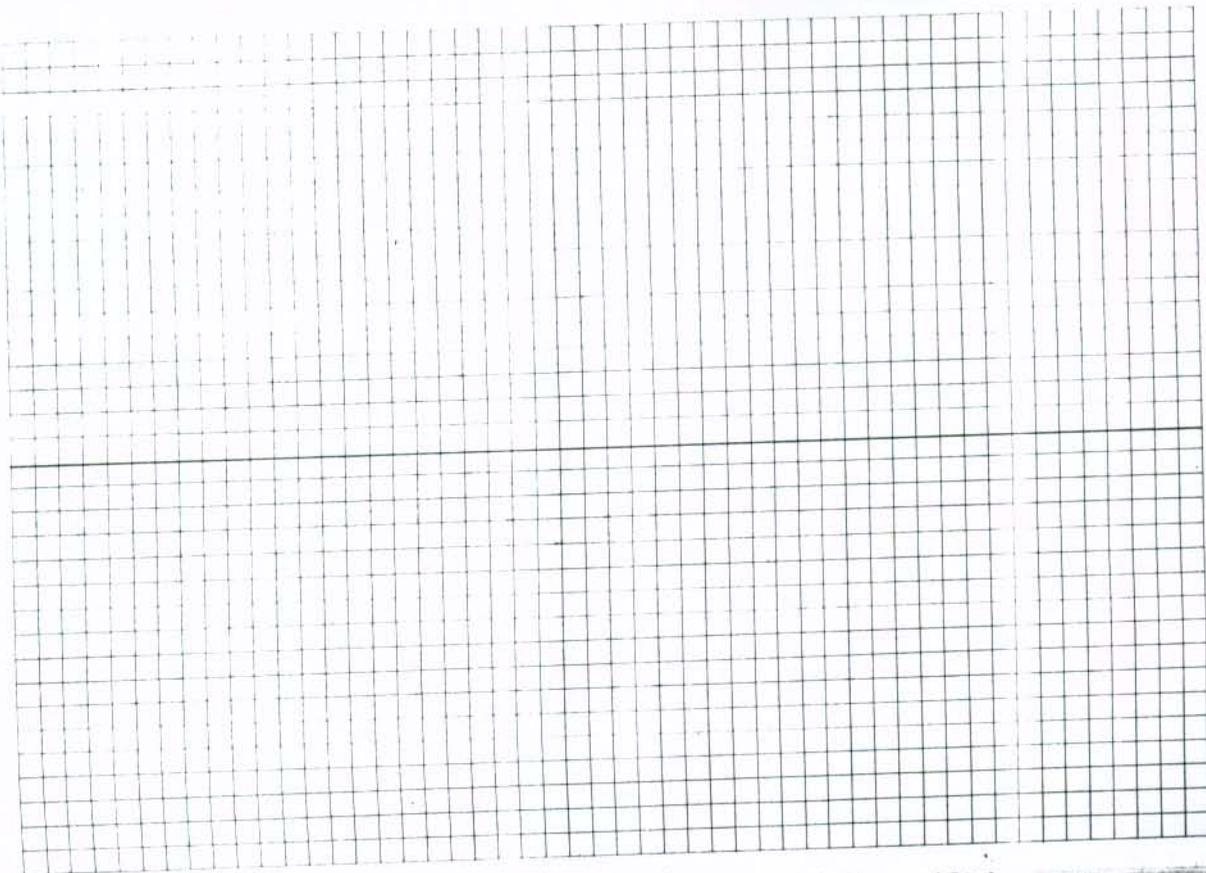
| | | | | | | |
|------|----|---------|----------|----------|---------|----------|
| 150 | 74 | 3015 | + 0570 | 115.4750 | 885500 | Red |
| 17 | 75 | 38.994 | + 2685 | 100.3530 | 800340 | T. Top ✓ |
| | 76 | 40.36 | + 145 | 111.3635 | 875640 | P. Top |
| | 77 | 47.45 | + 3.98 | 100.4040 | 85.1205 | Figure ✓ |
| | 78 | 48.041 | + 3.03 | 103.3243 | 86.2325 | P. Top |
| | 79 | 52.689 | + 5.788 | 92.5550 | 83.4350 | P. Top ✓ |
| | 80 | 53.889 | + 6.22 | 99.2440 | 83.2455 | P. Top |
| | 81 | 56.994 | + 9.068 | 90.1650 | 80.5735 | P. Top |
| | 82 | 70.281 | + 12.107 | 87.0140 | 80.1320 | Figure ✓ |
| 150 | 83 | 67.61 | + 10.726 | 90.0950 | 80.5905 | P. Top |
| 1500 | 84 | 79.76 | + 16.879 | 86.2255 | 78.0540 | Figure ✓ |
| 200 | 85 | 75.91 | + 16.124 | 89.5545 | 77.5725 | P. Top |
| | 86 | 92.317 | + 19.619 | 81.0035 | 77.5800 | Figure ✓ |
| 300 | 87 | 92.716 | + 20.469 | 89.1420 | 77.3300 | Figure ✓ |
| 200 | 88 | 98.921 | + 20.855 | 84.1740 | 78.0540 | P. Top |
| 300 | 89 | 103.554 | + 25.726 | 87.2030 | 76.0255 | Figure ✓ |
| 200 | 90 | 104.501 | + 23.722 | 86.1405 | 77.1240 | P. Top |
| 200 | 91 | 110.577 | + 27.379 | 86.1225 | 76.0505 | P. Top |
| 11 | 92 | 109.34 | + 24.006 | 85.4905 | 77.3700 | P. Top |
| | 93 | 108.742 | + 27.743 | 83.3350 | 75.4620 | 11 |
| | 94 | 107.97 | + 24.017 | 83.4155 | 77.2735 | P. Top |
| | 95 | 100.649 | + 27.346 | 79.1850 | 74.4625 | 11 corr |
| | 96 | 100.554 | + 22.917 | 80.3035 | 77.0640 | 11 |
| | 97 | 98.479 | + 26.825 | 95.1650 | 74.4550 | Figure ✓ |
| | 98 | 91.145 | + 15.084 | 79.5950 | 78.1055 | 11 ✓ |

Nov. 10/2000

| | | | | | | |
|-----|---------------|--------|----------|----------|----------|---------|
| 200 | 123 | 21.33 | + 1.124 | 21.3655 | 86.59.00 | P.T. |
| | 124 | 31.445 | + 1.325 | 26.55.50 | 87.34.50 | " |
| | 125 | 26.992 | + 1.516 | 44.37.15 | 86.47.00 | " |
| | 126 | 32.523 | - 0.208 | 24.50.25 | 90.21.45 | " |
| | 127 | 43.544 | + 2.228 | 30.19.05 | 87.59.10 | " |
| | 128 | 42.498 | - 0.461 | 24.25.20 | 90.39.20 | " |
| | 129 | 52.304 | + 1.953 | 26.55.50 | 88.04.50 | " |
| | 130 | 52.225 | - 0.161 | 24.18.40 | 90.10.35 | " |
| | 131 | 65.961 | + 5.34 | 30.38.25 | 85.22.20 | " |
| | 132 | 60.63 | + 0.565 | 23.05.25 | 89.28.00 | " |
| | 133 | 66.563 | + 1.410 | 20.26.35 | 88.49.20 | " |
| | 134 | 68.295 | - 0.021 | 19.13.30 | 90.01.05 | " |
| | 135 | 76.147 | + 1.987 | 22.48.10 | 88.30.25 | " |
| | 136 | 75.933 | - 0.489 | 18.58.20 | 90.22.10 | " |
| | 137 | 70.402 | + 6.064 | 36.35.05 | 85.34.05 | " |
| | 138 | 81.188 | + 10.331 | 47.40.10 | 82.44.55 | " |
| | 139 | 69.347 | 8.334 | 50.09.30 | 83.08.50 | " |
| | hp=300mt, 140 | 57.060 | 5.224 | 52.47.50 | 84.46.10 | 3mts=hp |
| 200 | 141 | 66.907 | 11.709 | 58.05.20 | 80.04.25 | 2mb=hp |
| | 142 | 66.022 | 8.36 | 51.25.30 | 82.52.50 | |
| | 143 | 71.243 | 11.91 | 54.07.05 | 80.30.35 | |
| | 144 | 83.969 | 12.778 | 49.57.40 | 81.20.55 | |
| | 145 | 89.58 | 13.526 | 54.22.20 | 81.24.45 | |
| | 146 | 75.466 | 14.84 | 60.31.05 | 78.52.35 | |
| | 147 | 88.80 | 16.04 | 66.41.05 | 78.46.20 | |

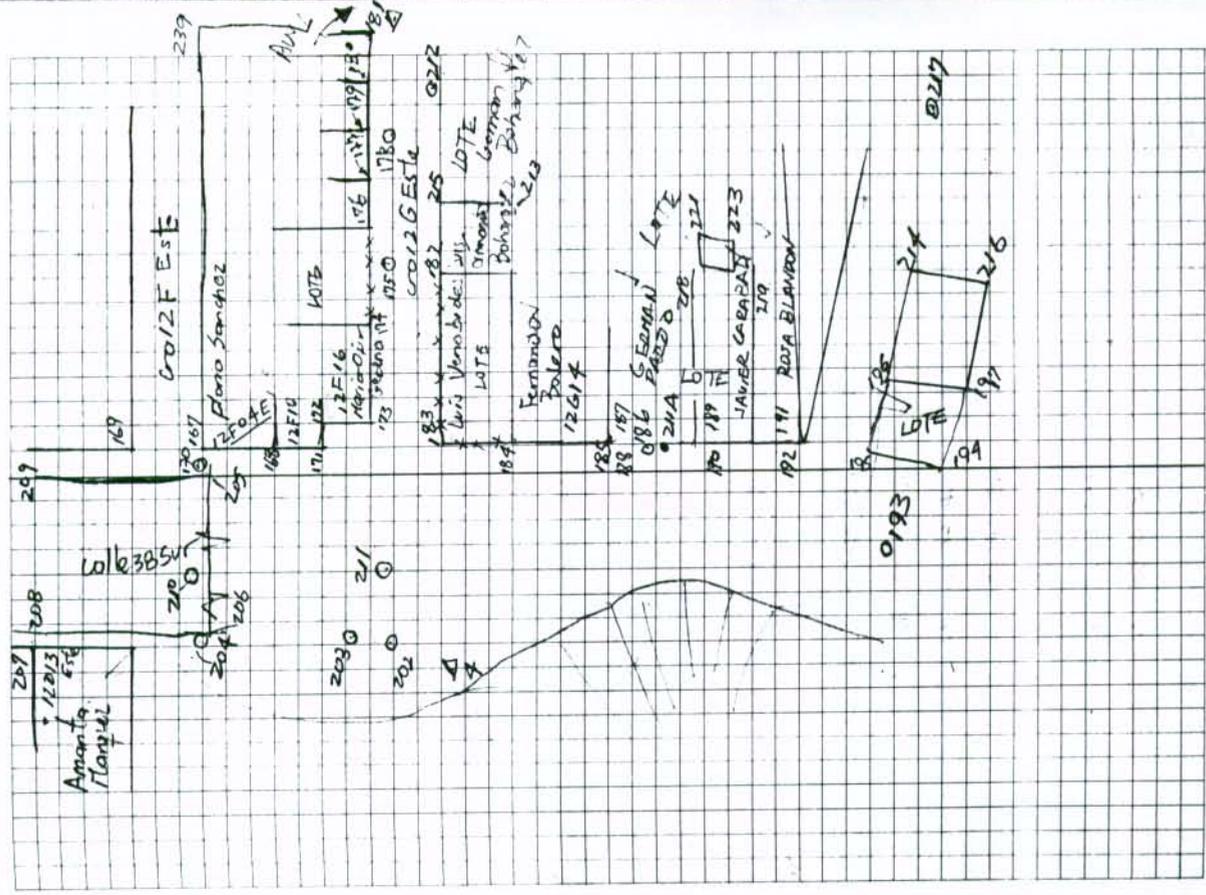
Nov 10/2000

| | | | | | |
|---------------------------------|---------|---------|----------|----------|-------------------|
| 148 | 87.346 | 19.383 | 69.0230 | 77.4530 | |
| 149 | 87.367 | 17.261 | 63.0930 | 78.4935 | |
| 150 | 98.07 | 22.11 | 64.22.25 | 77.17.45 | |
| 151 | 96.054 | 19.204 | 62.20.45 | 78.41.40 | |
| 152 | 91.67 | 18.218 | 60.29.35 | 78.45.35 | |
| 153 | 106.278 | 2.3.204 | 62.57.40 | 77.41.00 | |
| 154 | 98.015 | 18.94 | 56.26.05 | 79.03.50 | Portamento Eg. |
| 155 | 103.969 | 18.94 | 53.18.40 | 79.37.55 | Eg. Portamento |
| 156 | 110.869 | 19.593 | 56.54.10 | 79.58.50 | Eg. Portamento |
| 157 | 116.846 | 26.211 | 59.19.10 | 77.21.25 | Eg. Portamento |
| 158 | 86.319 | 17.288 | 70.25.30 | 78.40.30 | P.T |
| 159 | 90.23 | 20.52 | 71.19.25 | 77.11.10 | |
| 160 | 73.926 | 14.377 | 72.14.10 | 78.58.40 | |
| 161 | 85.381 | 18.344 | 74.58.20 | 77.52.30 | |
| 162 | 68.000 | 13.00 | 72.34.40 | 79.14.55 | |
| 163 | 66.58 | 10.52 | 73.35.15 | 81.01.25 | |
| 164 | 68.202 | 11.944 | 80.46.50 | 80.04.10 | |
| 165 | 83.967 | 16.72 | 82.24.10 | 78.44.00 | |
| 166 | 92.245 | 18.22 | 93.15.40 | 78.49.35 | |
| hp 2.00 | 101.038 | 27.195 | 76.00.45 | 74.56.10 | |
| hp = 1.50 hx = 1603 Δ4 Δ3 | 101.009 | -26.891 | 0'0"0" | 104.5430 | |



11/10 10/20 00

| | | | | | |
|-----|--------|--------|-----------|----------|-----------|
| 167 | 28.154 | -0.221 | 123.3730 | 90.27.00 | Esg Porom |
| 168 | 21.825 | -0.165 | 126.4020 | 90.25.55 | Porom |
| 169 | 33.465 | -0.738 | 121.56.10 | 91.15.50 | Esg Porom |
| 170 | 28.265 | -0.488 | 121.35.15 | 90.59.20 | Poste ✓ |
| 171 | 15.542 | 0.087 | 132.31.40 | 90.19.15 | Esg Porom |
| 172 | 15.745 | 0.043 | 136.11.55 | 90.09.25 | " |
| 173 | 12.351 | 0.034 | 143.23.10 | 90.09.25 | " |
| 174 | 19.589 | 0.15 | 169.17.40 | 89.33.35 | " |
| 175 | 24.222 | 2.865 | 179.12.45 | 83.15.15 | Poste ✓ |
| 176 | 30.28 | 4.997 | 1812.30 | 90.37.50 | Esg Porom |
| 177 | 34.99 | 6.20 | 184.18.05 | 80.13.50 | Porom |
| 178 | 41.418 | 6.15 | 188.34.40 | 81.32.50 | Poste ✓ |
| 179 | 41.638 | 6.24 | 186.30.55 | 81.28.20 | Porom |
| 180 | 47.10 | 7.20 | 188.25.25 | 81.18.20 | " |
| 181 | 53.33 | 7.33 | 189.59.55 | 82.10.30 | Esg Porom |
| 182 | 23.35 | 3.07 | 191.20.40 | 82.30.45 | " |
| 183 | 10.33 | 0.187 | 179.09.55 | 88.57.45 | Esg lote |
| 184 | 12.03 | 0.25 | 209.08.25 | 88.48.05 | Esg Porom |
| 185 | 18.00 | 0.10 | 233.23.20 | 89.40.35 | " |
| 186 | 24.93 | 0.018 | 241.51.10 | 89.57.25 | Poste ✓ |
| 187 | 21.852 | 1.19 | 234.57.40 | 86.52.40 | Runto top |
| 188 | 21.454 | 0.090 | 235.53.30 | 89.46.30 | " |
| 189 | 36.575 | 1.38 | 247.09.30 | 87.50.30 | " |
| 190 | 36.534 | 0.547 | 247.41.50 | 89.08.30 | " |
| 191 | | | | | |



10/2/00

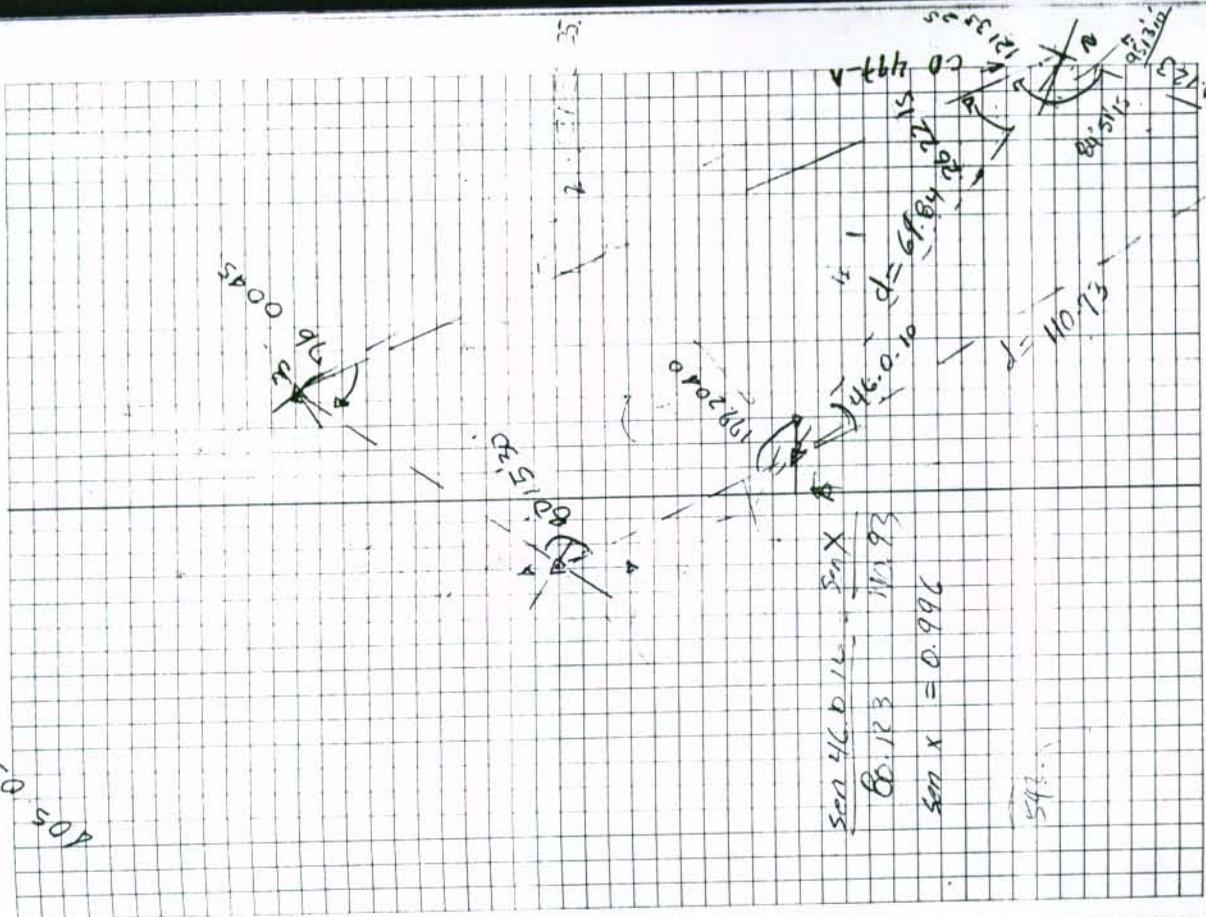
| | | | | | |
|------------|--------|--------|-----------|----------|-----------------------------|
| 191 | 46.863 | 1.19 | 251.9420 | 8832.45 | |
| 192 | 46.878 | 0.57 | 252.3825 | 89.18.05 | |
| 193 | 51.817 | 0.397 | 258.1645 | 89.33.40 | Poste |
| 194 | 58.12 | 0.67 | 258.42.00 | 89.22.45 | Vigas lote |
| 195 | 52.722 | 0.577 | 257.45.40 | 89.26.20 | ... |
| 196 | 56.624 | 0.73 | 257.29.45 | 89.15.40 | Eq. Financ |
| 197 | 61.092 | 0.563 | 253.59.50 | 89.28.20 | ... |
| 198 | 48.64 | 0.064 | 264.24.25 | 89.55.35 | Punto Top |
| 199 | 32.003 | -1.95 | 262.23.05 | 91.52.55 | ... |
| hp:350 200 | 40.747 | 0.766 | 268.28.25 | 88.55.20 | ... |
| 150 201 | 31.762 | -1.353 | 263.08.25 | 92.26.30 | ... |
| 202 | 5.04 | -0.184 | 84.14.15 | 92.05.30 | Poste tel |
| 203 | 9.59 | -0.23 | 94.36.00 | 91.20.40 | Poste Grupos |
| 204 | 29.70 | 0.51 | 109.37.20 | 89.01.35 | Poste tel |
| hp 300 | | | | | |
| 312 | Avx I | 8.384 | 190.30.00 | 81.21.25 | |
| 205 | 28.196 | -0.519 | 120.29.25 | 91.03.10 | Tripud parrafo vis bande |
| 206 | 27.652 | -0.62 | 109.59.50 | 91.17.10 | ... |
| 207 | 40.46 | -1.165 | 108.35.10 | 92.38.10 | Zonamento |
| 208 | 40.677 | -2.037 | 110.38.55 | 92.52.20 | bande vis |
| 209 | 40.686 | -1.87 | 118.04.15 | 92.38.00 | ... |
| 210 | 29.33 | -0.91 | 114.44.35 | 91.22.45 | Bordalant |
| 211 | 8.161 | -0.27 | 118.23.35 | 91.54.10 | ... |
| 314 | 211A | 1.004 | 244.35.35 | 89.55.20 | desague ay. |

hp = 1.66
hp = 1.50

5/10/2005

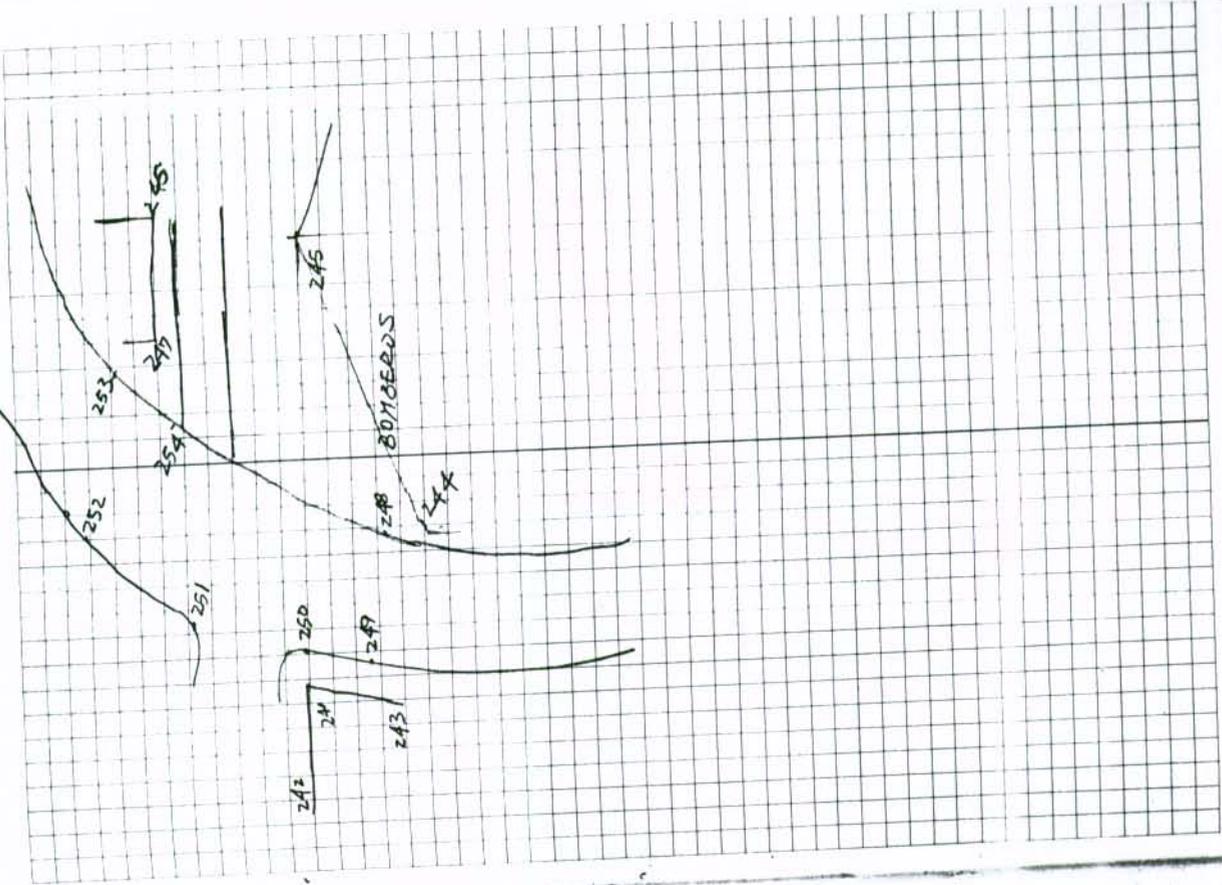
| | | | | | | |
|----------|------|--------|--------|--------------|------------|------------------------|
| hp: 2.00 | 233 | 23.40 | -14.76 | 236.6945 | 122 17 20 |) |
| | 2.00 | 234 | -5.25 | 281 44 55 | 112 13 05 |) |
| | 1.50 | 235 | -7.29 | 193.4435 | 112 44 35 |) |
| | | 236 | -2.38 | 276 13 25 | 111 26 10 |) |
| | | 237 | +0.65 | 149.0400 | 85 24 00 |) |
| | | 238 | 0.78 | 152.3840 | 86 48 20 |) |
| | | 239 | -1.39 | 99.4125 | 93 57 40 | kg pondam |
| | | 240 | -0.65 | 302.5340 | 96 44.05 | Punt top |
| hp: 2.00 | | | | | | |
| | Δ5 | 166.64 | 25.08 | 0' 0' 0" | 81 26 30. | |
| | Δ6 | 163.04 | 24.90 | 0' 05' 00" | 81 19 05 | pietling Δ25sewante |
| | Δ7 | 69.79 | -15.66 | 177' 20' 45" | 102 39 05. | |
| | Δ8 | 110.93 | -19.01 | 223' 20' 50" | 99 43 55 | |
| | Δ9 | 69.84 | +15.44 | 0' 0' 0" | 77' 33.25 | |
| | Δ10 | 233.46 | +12.99 | 26 22 15 | 86 56 30 | |
| | Δ11 | 69.82 | +15.57 | 0' 0' 00" | 77 25 55 | |
| | Δ12 | 181.18 | -9.36 | 275 49 25 | 92 57 25 | |
| | Δ13 | 181.19 | 9.24 | 0' 0' 0" | 87 04 55 | |
| | Δ14 | 63.83 | -3.40 | 187 26 15 | 93 02 40" | |

405 0514



enero 10/2000

| | | | | | |
|--|--------|---------|-------------|----------|----------------------------|
| h _x =1.335 ω 495A-06 h _p =1.50 | 63.84 | +3.49 | 0' 0" 1 | 86.52.15 | |
| 241 | 19.67 | -0.52 | 224.06.55 | 91.30.55 | Esg. param la ye |
| 242 | 33.15 | -1.13 | 231.12.35 | 91.57.40 | paramento |
| 243 | 31.48 | -1.65 | 182.12.35 | 92.59.35 | |
| h _p =0.30 244 | 28.54 | -3.93 | 155.39.15 | 97.50.10 | Esg param Bumbard |
| 245 | 25.756 | -2.106 | 96.50.10 | 94.40.30 | Esg param Bom ω 3730 |
| 246 | 33.12 | -2.76 | 82.51.46 | 94.45.30 | con 60/10A 5% Esg param |
| h _p =2.00 247 | 10.75 | +0.33 | 52.26.30 | 88.13.55 | |
| 248 | 24.69 | -2.84 | 161.59.30 | 96.34.20 | Borde Vio |
| 249 | 29.24 | -2.17 | 178.16.20 | 94.15.10 | |
| 250 | 17.26 | -0.76 | 223.36.20 | 92.31.40 | |
| 251 | 17.24 | +0.20 | 288.32.55 | 89.19.25 | |
| 252 | 33.15 | +1.57 | 336.07.00 | 87.19.40 | |
| h _p =2.30 253 | 30.75 | +2.22 | 349.09.40 | 85.53.10 | |
| 254 | 8.18 | -0.30 | 326.14.50 | 92.07.45 | |
| Δ1 | 167.54 | +9.46 | 00' 38' 25" | 86.46.50 | |
| h _x =0.95 Δ1-60415 A h _p =1.50 | 167.52 | -8.80 | 6' 0" 0" | 93.00.30 | |
| h _p =1.50 Δ2 | 80.118 | +13.888 | 160.53.15 | 87.13.20 | |



| | * bastón, 1.50 levantamiento | Nueva copano | | | ↓ | | | | |
|-----|---------------------------------|--------------|---------|---------|-------|----------|---------|------|-------|
| 217 | 322 1515 | 1030912 | 7951 | -1858 | 236 | 192201 | 1142609 | 4506 | -2048 |
| 216 | 331.2457 | 1090750 | 6899 | -2393 | 235 | 192201 | 1102640 | 6045 | -2254 |
| 215 | 3270237 | 1064156 | 7315 | -2194 | 234 | 192201 | 1104117 | 6099 | -2303 |
| 214 | 338.1436 | 1091020 | 7025 | -2442 | 233 | 192201 | 1082284 | 6949 | -2308 |
| 213 | 331.3430 | 1073522 | 7235 | -2294 | 232 | 192201 | 1085312 | 7149 | -2446 |
| 212 | 338.1936 | 1092351 | 7231 | -2546 | 231 | 192201 | 1082611 | 7567 | -2524 |
| 211 | 330.2237 | 1062303 | 7734 | -2274 | 230 | 192201 | 1081009 | 7732 | -2538 |
| 210 | 334.2526 | 1075849 | 7502 | -2435 | 229 | 192201 | 1213325 | | |
| 209 | 330.5652 | 1064830 | 7875 | -2379 | 228 | 192201 | 1083228 | 8423 | -2825 |
| 208 | 336.2837 | 1074618 | 7877 | -2525 | 227 | 192201 | 1203518 | 576 | -349 |
| 207 | 3333817 | 1062544 | 8192 | -2416 | 226 | 192201 | 1141213 | 246 | -1.11 |
| 206 | 3394922 | 1072716 | 84810 | -26.67 | 225 | 3193141 | 1042839 | | |
| 205 | 331.1414 | 1062427 | 85763 | -25391 | 224 | 333.5736 | 1100731 | | |
| 204 | 339.5238 | 1045721 | 99398 | -26553 | 223 | 3284427 | 1073458 | 6330 | -1922 |
| 203 | 333.3052 | 1062051 | 88543 | -2597 | 222 | 3382045 | 1102756 | 6088 | -2271 |
| 202 | 3472251 | 1042322 | 102161 | -26209 | 221 | 324.5111 | 1054035 | 6904 | -1938 |
| 201 | 351.1400 | 1031036 | 109007 | -25519 | 220 | 336.3837 | 1104159 | 6351 | -2399 |
| 200 | 3595946 | 1045539 | 100257 | -26229 | 219 | 3240828 | 1035356 | 7605 | -1882 |
| 402 | | | | | 218 | 3324127 | 1095228 | 6631 | -2397 |
| 415 | | | | | | \$ H | \$ V | D H | D V |
| 401 | 15000 | 1045511 | 100.255 | -26.933 | 1.155 | | | | H int |
| E | | | | | | | | | |

H int ³

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------|----------|----------|--------|--------|------|------|------|---------------------------------|---------------------------|----------|---------|---------|---------------------------------|--|
| 252 | 311.394 | 106.3728 | 66.64 | -19.91 | | | | 266 | 263.0504 | 104.0442 | 114.18 | -28.63 | | |
| 251 | 311.394 | 110.4959 | 29.25 | -11.13 | | | | A117 | ^{Δ116} 0.0050 | 88.4884 | 3.067 | 40.064 | 1.53 | |
| 250 | 311.394 | 105.5712 | 68.38 | -19.55 | | | | ⁴⁰⁴ Δ117 | 22.426 | 94.2122 | 3.076 | -0.234 | | |
| 249 | 311.394 | 113.3312 | 28.12 | -10.52 | | | | ⁴⁰⁵ P/aca | 196.4652 | 89.3518 | 32.623 | +0.234 | | |
| 248 | 311.394 | 106.2916 | 76.64 | -22.68 | | | | ⁴⁰⁵ P/aca | 27.2037 | 90.2802 | 18.681 | -0.152 | | |
| 247 | 311.3940 | 114.5157 | 20.85 | +9.63 | | | | ⁴⁰⁵ Eguro Cava | 158.2838 | 78.5809 | 16.55 | +3.24 | | |
| 246 | 311.3940 | 105.143 | 89.52 | -24.99 | | | | 265 | Tuberio Cava | 155.5957 | 78.2848 | +2.90 | | |
| 245 | 311.3940 | 116.0013 | 17.19 | -8.39 | | | | 264 | Tuberio Cava | 189.1808 | 81.2435 | +2.27 | | |
| 244 | 311.3940 | 105.3211 | 93.63 | -26.03 | | | | 263 | Tuberio Cava | 80.2959 | 14.68 | +2.46 | | |
| 243 | 311.3940 | 119.4553 | 10.39 | -5.93 | | | | 262 | 2180° | 77.1502 | 4.51 | +1.02 | | |
| 242 | 311.3940 | 104.2949 | 99.76 | -25.73 | | | | 261 | 2180° P/aca Cava | 93.5746 | 3.47 | -0.24 | | |
| 241 | 311.3940 | 117.1850 | 8.89 | -4.63 | | | | 260 | 2180° | * | 0.90 | * -3.80 | Special Lamada deade p.80 | |
| 240 | 311.3940 | 104.5128 | 104.23 | -27.78 | | | | 259 | 311.394 | 108.3442 | 52.26 | -12.57 | | |
| Δ116 | 0.0000 | 90.1005 | 23.09 | -0.069 | | | | 258 | 311.394 | 109.3441 | 43.12 | -15.37 | | |
| 403 | | | | | | | | 257 | 311.394 | 108.2946 | 55.70 | -18.64 | | |
| Δ116 | 249.0332 | 89.1342 | 23.89 | +0.32 | | | | 256 | 311.394 | 109.4727 | 38.25 | -13.26 | | |
| 239 | 192.201 | 124.3002 | 13.20 | -9.07 | | | | 255 | 311.394 | 107.2926 | 59.63 | -18.80 | | |
| 238 | 192.201 | 119.3325 | 24.51 | -13.90 | | | | 254 | 311.394 | 110.4352 | 31.58 | -11.95 | | |
| 237 | 192.201 | 115.5952 | 35.99 | -17.55 | | | | 253 | 311.394 | 109.3441 | 43.12 | -15.37 | | |
| | Δ116 | Δ115 | Δ114 | Δ113 | Δ112 | Δ111 | Δ110 | | | | | | | |

1:250.000
1:1000

Hndt
2535
D. Piquez

| | | | | |
|-----|----------|--------|------|--------|
| 315 | 3534720 | 810610 | 6929 | +10.85 |
| A3 | 0°00'00" | | | |
| | 4115 | | | |
| A3 | 313 | 0.000 | 1517 | -0.67 |
| | 2470540 | 92309 | | |
| 313 | 1261717 | 852621 | 5121 | +4.09 |
| 312 | 1344058 | 883014 | 4918 | +1.29 |
| 311 | 1322037 | 862803 | 5309 | +3.28 |
| 310 | 1291835 | 851634 | 5540 | +4.58 |
| 309 | 1235743 | 821501 | 5917 | +8.05 |
| 308 | 1223405 | 823012 | 6681 | +8.79 |
| 307 | 1195744 | 803547 | 7636 | +12.65 |
| 306 | 1193333 | 791915 | 8341 | +15.73 |
| 305 | 1184558 | 773737 | 9046 | +19.84 |
| 304 | 1094356 | 771836 | 8616 | +19.40 |
| 303 | 1093110 | 720919 | 9185 | +20.94 |
| 302 | 106.2331 | 720923 | 8421 | +19.20 |
| 301 | 113.2053 | 773300 | 9244 | +20.44 |

Hndt

DV

DH

SV

SH

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

PROYECTO BARRIO NUEVA ESPAÑA
MUNICIPIO SANTA FE DE BOGOTA D.C.

ING. ALVARO NIVIA
CALCULO YOLANDA BOJACA
FECHA ENERO DEL 2.000

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-5 | | | AZIMUT AL D-5 | | | ALTURA INSTRUM | COORDENADAS | | COTA ESTACIÓN | OBSERVACIÓN |
|----------|---------------|----|----|---------------|----|----|----------------|-------------|----------|---------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| D-2 | 0 | 00 | 00 | 333 | 37 | 10 | 1.47 | 4760.517 | 5000.021 | 2636.90 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC HORIZ | COORDENADAS | | COTA PUNTO | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|---------------|-------------|----------|------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| D-5 | 0 | 00 | 00 | 333 | 37 | 10 | 69.82 | 4823.066 | 4968.998 | 2652.45 | D-5 |
| D-6 | 275 | 49 | 25 | 249 | 26 | 35 | 181.18 | 4696.898 | 4830.378 | 2627.52 | D-6 |

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

**PROYECTO BARRIO NUEVA ESPAÑA
MUNICIPIO SANTAFE DE BOGOTA D.C.**

**ING. ALVARO NIVIA
CALCULO YOLANDA BOJACA
FECHA ENERO DEL 2.000**

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-2 | | | AZIMUT AL D-2 | | | ALTURA | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|------------|---------------|----|----|---------------|----|----|---------|-------------|----------|----------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | INSTRUM | NORTE | ESTE | ESTACIÓN | |
| D-3 | 0 | 00 | 00 | 180 | 00 | 00 | 1.54 | 5000.000 | 5000.000 | 2650.00 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|---------|-------------|----------|---------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | HORIZ | NORTE | ESTE | PUNTO | |
| D-2 | 0 | 00 | 00 | 180 | 00 | 00 | 239.48 | 4760.518 | 5000.000 | 2636.45 | D-2 |
| D-4 | 76 | 00 | 45 | 256 | 00 | 45 | 101.04 | 4975.578 | 4901.958 | 2676.74 | D-4 |
| 1 | 246 | 03 | 50 | 66 | 03 | 50 | 31.16 | 5012.643 | 5028.483 | 2648.69 | PARAM. |
| 2 | 252 | 23 | 40 | 72 | 23 | 40 | 31.60 | 5009.557 | 5030.116 | 2649.37 | PARAM. |
| 3 | 253 | 32 | 20 | 73 | 32 | 20 | 29.29 | 5008.301 | 5028.092 | 2648.45 | PARAM. |
| 4 | 256 | 16 | 30 | 76 | 16 | 30 | 29.56 | 5007.013 | 5028.713 | 2648.44 | PARAM. |
| 5 | 260 | 28 | 15 | 80 | 28 | 15 | 24.57 | 5004.067 | 5024.229 | 2648.27 | PARAM. |
| 6 | 283 | 32 | 20 | 103 | 32 | 20 | 30.80 | 4992.790 | 5029.940 | 2646.06 | PARAM. |
| 7 | 296 | 06 | 20 | 116 | 06 | 20 | 23.47 | 4989.671 | 5021.079 | 2646.40 | PARAM. |
| 8 | 298 | 07 | 30 | 118 | 07 | 30 | 21.63 | 4989.806 | 5019.072 | 2647.14 | PARAM. |
| 9 | 325 | 59 | 25 | 145 | 59 | 25 | 24.17 | 4979.965 | 5013.519 | 2647.03 | PARAM. |
| 10 | 337 | 32 | 55 | 157 | 32 | 55 | 28.79 | 4973.397 | 5010.993 | 2647.48 | PARAM. |
| 11 | 346 | 41 | 20 | 166 | 41 | 20 | 35.79 | 4965.175 | 5008.239 | 2646.33 | PARAM. |
| 12 | 348 | 54 | 10 | 168 | 54 | 10 | 34.83 | 4965.821 | 5006.704 | 2646.00 | PARAM. |
| 13 | 352 | 27 | 15 | 172 | 27 | 15 | 43.97 | 4956.416 | 5005.773 | 2645.99 | PARAM. |
| 14 | 354 | 20 | 20 | 174 | 20 | 20 | 44.34 | 4955.876 | 5004.374 | 2645.77 | PARAM. |
| 15 | 355 | 54 | 30 | 175 | 54 | 30 | 54.13 | 4946.012 | 5003.862 | 2645.42 | PARAM. |
| 16 | 356 | 21 | 35 | 176 | 21 | 35 | 62.72 | 4937.408 | 5003.982 | 2643.91 | PARAM. |
| 17 | 357 | 07 | 40 | 177 | 07 | 40 | 71.70 | 4928.395 | 5003.593 | 2643.31 | PARAM. |
| 18 | 1 | 26 | 10 | 181 | 26 | 10 | 71.54 | 4928.483 | 4998.207 | 2643.91 | B. VIA |
| 19 | 8 | 32 | 25 | 188 | 32 | 25 | 71.78 | 4929.014 | 4989.340 | 2644.38 | B. VIA |
| 29 | 359 | 20 | 55 | 179 | 20 | 55 | 47.65 | 4952.355 | 5000.542 | 2645.19 | B. VIA |
| 30 | 10 | 03 | 30 | 190 | 03 | 30 | 42.02 | 4958.629 | 4992.662 | 2645.99 | B. VIA |
| 31 | 330 | 08 | 05 | 150 | 08 | 05 | 19.35 | 4983.220 | 5009.636 | 2647.10 | B. VIA |
| 32 | 350 | 38 | 45 | 170 | 38 | 45 | 10.94 | 4989.208 | 5001.778 | 2647.69 | B. VIA |
| 33 | 280 | 15 | 55 | 100 | 15 | 55 | 16.29 | 4997.096 | 5016.032 | 2647.70 | B. VIA |
| 34 | 280 | 17 | 30 | 100 | 17 | 30 | 20.01 | 4996.425 | 5019.687 | 2647.03 | SARD. |
| 35 | 222 | 36 | 10 | 42 | 36 | 10 | 30.06 | 5022.125 | 5020.347 | 2649.49 | B. VIA |
| 36 | 246 | 49 | 40 | 66 | 49 | 40 | 25.32 | 5009.962 | 5023.274 | 2648.43 | B. VIA |
| 37 | 221 | 37 | 50 | 41 | 37 | 50 | 42.01 | 5031.400 | 5027.908 | 2650.03 | B. VIA |
| 38 | 233 | 36 | 45 | 53 | 36 | 45 | 44.60 | 5026.460 | 5035.906 | 2649.47 | B. VIA |
| 39 | 244 | 48 | 40 | 64 | 48 | 40 | 30.74 | 5013.081 | 5027.812 | 2648.90 | POSTE |

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

**PROYECTO BARRIO NUEVA ESPAÑA
MUNICIPIO SANTA FE DE BOGOTA D.C.**

**ING. ALVARO NIVIA
CALCULO YOLANDA BOJACA
FECHA ENERO DEL 2.000**

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-2 | | | AZIMUT AL D-2 | | | ALTURA INSTRUM | COORDENADAS | | COTA ESTACIÓN | OBSERVACIÓN |
|------------|---------------|----|----|---------------|----|----|----------------|-------------|----------|---------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| D-3 | 0 | 00 | 00 | 180 | 00 | 00 | 1.54 | 5000.000 | 5000.000 | 2650.00 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC HORIZ | COORDENADAS | | COTA PUNTO | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|---------------|-------------|----------|------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| 40 | 331 | 50 | 50 | 151 | 50 | 50 | 21.59 | 4980.969 | 5010.184 | 2646.87 | POSTE |
| 41 | 257 | 43 | 20 | 77 | 43 | 20 | 23.41 | 5004.978 | 5022.872 | 2647.85 | SUMID. |
| 42 | 341 | 06 | 55 | 161 | 06 | 55 | 24.72 | 4976.610 | 5008.001 | 2646.62 | POZO |
| 43 | 265 | 46 | 15 | 85 | 46 | 15 | 21.95 | 5001.619 | 5021.891 | 2647.52 | POZO |
| 44 | 279 | 01 | 50 | 99 | 01 | 50 | 18.86 | 4997.039 | 5018.630 | 2647.20 | SUMID. |
| 45 | 356 | 28 | 45 | 176 | 28 | 45 | 41.35 | 4958.732 | 5002.539 | 2645.43 | POZO |
| 46 | 357 | 18 | 40 | 177 | 18 | 40 | 44.94 | 4955.113 | 5002.108 | 2645.33 | POSTE |
| 47 | 295 | 10 | 20 | 115 | 10 | 20 | 21.96 | 4990.659 | 5019.875 | 2645.69 | SARD. |
| 48 | 285 | 15 | 25 | 105 | 15 | 25 | 29.38 | 4992.270 | 5028.340 | 2645.78 | SARD. |
| 49 | 261 | 11 | 35 | 81 | 11 | 35 | 23.11 | 5003.538 | 5022.835 | 2647.69 | SARD. |
| 50 | 9 | 02 | 05 | 189 | 02 | 05 | 76.00 | 4924.947 | 4988.066 | 2643.82 | SARD. |
| 51 | 10 | 01 | 20 | 190 | 01 | 20 | 76.13 | 4925.033 | 4986.751 | 2644.27 | NIVEL |
| 52 | 14 | 59 | 50 | 194 | 59 | 50 | 73.94 | 4928.576 | 4980.866 | 2648.21 | CORONA |
| 53 | 11 | 34 | 25 | 191 | 34 | 25 | 51.78 | 4949.273 | 4989.612 | 2644.88 | F.C |
| 54 | 13 | 00 | 50 | 193 | 00 | 50 | 51.88 | 4949.451 | 4988.317 | 2645.53 | O.C |
| 55 | 15 | 18 | 50 | 195 | 18 | 50 | 62.86 | 4939.370 | 4983.398 | 2648.22 | CORONA |
| 56 | 18 | 03 | 35 | 198 | 03 | 35 | 52.71 | 4949.884 | 4983.659 | 2647.81 | CORONA |
| 57 | 11 | 50 | 30 | 191 | 50 | 30 | 30.35 | 4970.300 | 4993.773 | 2646.17 | F.C |
| 58 | 14 | 54 | 40 | 194 | 54 | 40 | 31.62 | 4969.441 | 4991.863 | 2647.03 | O.C |
| 59 | 18 | 07 | 55 | 198 | 07 | 55 | 31.32 | 4970.238 | 4990.254 | 2648.54 | CORONA |
| 60 | 13 | 38 | 25 | 193 | 38 | 25 | 26.04 | 4974.695 | 4993.859 | 2648.58 | CORONA |
| 61 | 8 | 05 | 15 | 188 | 05 | 15 | 21.86 | 4978.361 | 4996.925 | 2647.21 | F.C |
| 62 | 8 | 24 | 25 | 188 | 24 | 25 | 21.85 | 4978.382 | 4996.805 | 2647.47 | O.C |
| 63 | 6 | 19 | 20 | 186 | 19 | 20 | 14.52 | 4985.568 | 4998.401 | 2648.94 | FISURA |
| 62A | 356 | 47 | 20 | 176 | 47 | 20 | 9.99 | 4990.023 | 5000.560 | 2647.80 | F.C |
| 63A | 359 | 21 | 55 | 179 | 21 | 55 | 9.92 | 4990.078 | 5000.110 | 2647.90 | O.C |
| 64 | 13 | 31 | 30 | 193 | 31 | 30 | 11.15 | 4989.162 | 4997.393 | 2649.23 | FISURA |
| 65 | 222 | 18 | 25 | 42 | 18 | 25 | 14.74 | 5010.898 | 5009.919 | 2648.92 | F.C |
| 66 | 214 | 17 | 10 | 34 | 17 | 10 | 14.40 | 5011.898 | 5008.112 | 2649.97 | O.C |
| 67 | 27 | 32 | 25 | 207 | 32 | 25 | 8.20 | 4992.726 | 4996.207 | 2649.70 | FISURA |
| 68 | 219 | 46 | 50 | 39 | 46 | 50 | 44.65 | 5034.315 | 5028.571 | 2650.18 | F.C |
| 69 | 216 | 34 | 00 | 36 | 34 | 00 | 45.09 | 5036.216 | 5026.864 | 2651.58 | O.C |

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-2 | | | AZIMUT AL D-2 | | | ALTURA | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|------------|---------------|----|----|---------------|----|----|---------|-------------|----------|----------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | INSTRUM | NORTE | ESTE | ESTACIÓN | |
| D-3 | 0 | 00 | 00 | 180 | 00 | 00 | 1.44 | 5000.000 | 5000.000 | 2650.00 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|---------|-------------|----------|---------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | HORIZ | NORTE | ESTE | PUNTO | |
| D-2 | 0 | 00 | 00 | 180 | 00 | 00 | 239.41 | 4760.586 | 5000.000 | 2636.94 | D-2 |
| D-115 | 74 | 00 | 42 | 254 | 00 | 42 | 100.19 | 4972.402 | 4903.682 | 2677.04 | D-115 |
| 290 | 68 | 55 | 18 | 248 | 55 | 18 | 75.77 | 4972.750 | 4929.300 | 2662.10 | NIVEL |
| 291 | 102 | 25 | 02 | 282 | 25 | 02 | 57.12 | 5012.282 | 4944.216 | 2656.55 | NIVEL |
| 292 | 95 | 14 | 39 | 275 | 14 | 39 | 57.87 | 5005.289 | 4942.372 | 2659.11 | NIVEL |
| 293 | 113 | 30 | 06 | 293 | 30 | 06 | 64.29 | 5025.637 | 4941.043 | 2658.11 | NIVEL |
| 294 | 99 | 48 | 58 | 279 | 48 | 58 | 63.46 | 5010.819 | 4937.469 | 2657.73 | NIVEL |
| 295 | 113 | 40 | 15 | 293 | 40 | 15 | 73.67 | 5029.577 | 4932.528 | 2662.06 | NIVEL |
| 296 | 100 | 53 | 28 | 280 | 53 | 28 | 72.46 | 5013.691 | 4928.845 | 2661.33 | NIVEL |
| 297 | 112 | 56 | 42 | 292 | 56 | 42 | 81.99 | 5031.964 | 4924.497 | 2666.18 | NIVEL |
| 298 | 100 | 30 | 16 | 280 | 30 | 16 | 77.48 | 5014.126 | 4923.819 | 2664.82 | NIVEL |
| 299 | 111 | 14 | 33 | 291 | 14 | 33 | 86.76 | 5031.435 | 4919.135 | 2669.42 | NIVEL |
| 300 | 107 | 40 | 15 | 287 | 40 | 15 | 79.86 | 5024.241 | 4923.908 | 2666.20 | NIVEL |
| 301 | 113 | 20 | 53 | 293 | 20 | 53 | 92.42 | 5036.627 | 4915.148 | 2670.38 | NIVEL |
| 302 | 106 | 23 | 31 | 286 | 23 | 31 | 84.21 | 5023.765 | 4919.213 | 2669.14 | NIVEL |
| 303 | 109 | 31 | 10 | 289 | 31 | 10 | 91.85 | 5030.690 | 4913.429 | 2670.88 | NIVEL |
| 304 | 109 | 43 | 56 | 289 | 43 | 56 | 86.16 | 5029.090 | 4918.899 | 2669.34 | NIVEL |
| 305 | 118 | 45 | 58 | 298 | 45 | 58 | 90.46 | 5043.533 | 4920.704 | 2669.78 | NIVEL |
| 306 | 119 | 33 | 33 | 299 | 33 | 33 | 83.41 | 5041.148 | 4927.446 | 2665.67 | NIVEL |
| 307 | 119 | 57 | 44 | 299 | 57 | 44 | 76.36 | 5038.136 | 4933.845 | 2662.59 | NIVEL |
| 308 | 122 | 34 | 05 | 302 | 34 | 05 | 66.81 | 5035.964 | 4943.696 | 2658.73 | NIVEL |
| 309 | 123 | 57 | 43 | 303 | 57 | 43 | 59.17 | 5033.055 | 4950.924 | 2657.99 | NIVEL |
| 310 | 129 | 18 | 35 | 309 | 18 | 35 | 55.40 | 5035.097 | 4957.135 | 2654.52 | NIVEL |
| 311 | 132 | 20 | 37 | 312 | 20 | 37 | 53.09 | 5035.760 | 4960.760 | 2653.22 | NIVEL |
| 312 | 134 | 40 | 58 | 314 | 40 | 58 | 49.18 | 5034.582 | 4965.032 | 2651.23 | NIVEL |
| 313 | 126 | 17 | 17 | 306 | 17 | 17 | 51.21 | 5030.308 | 4958.722 | 2654.03 | NIVEL |
| 314 | 247 | 06 | 40 | 67 | 06 | 40 | 15.17 | 5005.900 | 5013.976 | 2649.27 | NIVEL |

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

**PROYECTO BARRIO NUEVA ESPAÑA
MUNICIPIO SANTAFE DE BOGOTA D.C.**

**ING. ALVARO NIVIA
CALCULO YOLANDA BOJACA
FECHA ENERO DEL 2.000**

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-2 | | | AZIMUT AL D-2 | | | ALTURA | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|------------|---------------|----|----|---------------|----|----|---------|-------------|----------|----------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | INSTRUM | NORTE | ESTE | ESTACIÓN | |
| D-3 | 0 | 00 | 00 | 180 | 00 | 00 | 1.54 | 5000.000 | 5000.000 | 2650.00 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|---------|-------------|----------|---------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | HORIZ | NORTE | ESTE | PUNTO | |
| 70 | 61 | 56 | 25 | 241 | 56 | 25 | 7.74 | 4996.360 | 4993.171 | 2649.68 | FISURA |
| 71 | 95 | 25 | 50 | 275 | 25 | 50 | 18.70 | 5001.770 | 4981.382 | 2649.99 | FISURA |
| 72 | 108 | 09 | 55 | 288 | 09 | 55 | 18.19 | 5005.670 | 4982.718 | 2649.97 | FISURA |
| 73 | 104 | 21 | 30 | 284 | 21 | 30 | 30.36 | 5007.529 | 4970.586 | 2651.87 | FISURA |
| 74 | 115 | 47 | 50 | 295 | 47 | 50 | 30.19 | 5013.138 | 4972.819 | 2650.61 | NIVEL |
| 75 | 100 | 35 | 30 | 280 | 35 | 30 | 38.99 | 5007.167 | 4961.670 | 2652.73 | FISURA |
| 76 | 111 | 36 | 35 | 291 | 36 | 35 | 40.36 | 5014.864 | 4962.477 | 2651.49 | NIVEL |
| 77 | 100 | 40 | 40 | 280 | 40 | 40 | 47.45 | 5008.792 | 4953.372 | 2654.02 | FISURA |
| 78 | 103 | 32 | 45 | 283 | 32 | 45 | 48.04 | 5011.252 | 4953.295 | 2653.07 | PATA |
| 79 | 92 | 55 | 30 | 272 | 55 | 30 | 52.69 | 5002.689 | 4947.382 | 2655.83 | FISURA |
| 80 | 99 | 24 | 40 | 279 | 24 | 40 | 53.89 | 5008.812 | 4946.836 | 2656.26 | NIVEL |
| 81 | 90 | 16 | 50 | 270 | 16 | 50 | 56.99 | 5000.279 | 4943.007 | 2659.11 | NIVEL |
| 82 | 87 | 01 | 40 | 267 | 01 | 40 | 70.28 | 4996.356 | 4929.814 | 2662.15 | FISURA |
| 83 | 90 | 09 | 50 | 270 | 09 | 50 | 67.61 | 5000.193 | 4932.390 | 2660.77 | NIVEL |
| 84 | 86 | 32 | 55 | 266 | 32 | 55 | 79.76 | 4995.198 | 4920.385 | 2665.36 | FISURA |
| 85 | 89 | 55 | 45 | 269 | 55 | 45 | 75.71 | 4999.906 | 4924.290 | 2665.68 | NIVEL |
| 86 | 87 | 00 | 35 | 267 | 00 | 35 | 92.32 | 4995.184 | 4907.809 | 2669.22 | FISURA |
| 87 | 87 | 14 | 20 | 267 | 14 | 20 | 92.72 | 4995.534 | 4907.392 | 2669.01 | FISURA |
| 88 | 84 | 17 | 40 | 264 | 17 | 40 | 98.92 | 4990.166 | 4901.569 | 2670.40 | NIVEL |

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

**PROYECTO BARRIO NUEVA ESPAÑA
MUNICIPIO SANTA FE DE BOGOTA D.C.**

**ING. ALVARO NIVIA
CALCULO YOLANDA BOJACA
FECHA ENERO DEL 2.000**

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-3 | | | AZIMUT AL D-3 | | | ALTURA INSTRUM | COORDENADAS | | COTA ESTACIÓN | OBSERVACIÓN |
|------------|---------------|----|----|---------------|----|----|----------------|-------------|----------|---------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| D-4 | 0 | 00 | 00 | 76 | 00 | 45 | 1.60 | 4975.578 | 4901.958 | 2676.74 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC HORIZ | COORDENADAS | | COTA PUNTO | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|---------------|-------------|----------|------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| D-3 | 0 | 00 | 00 | 76 | 00 | 45 | 101.01 | 4999.993 | 4999.972 | 2649.95 | D-3 |
| D-5 | 80 | 15 | 30 | 156 | 16 | 15 | 166.63 | 4823.039 | 4969.011 | 2652.50 | D-5 |
| 167 | 123 | 39 | 30 | 199 | 40 | 15 | 28.15 | 4949.067 | 4892.481 | 2676.62 | PARAM. |
| 168 | 126 | 40 | 20 | 202 | 41 | 05 | 21.83 | 4955.441 | 4893.541 | 2676.68 | PARAM. |
| 169 | 121 | 56 | 10 | 197 | 56 | 55 | 33.47 | 4943.742 | 4891.645 | 2676.10 | PARAM. |
| 170 | 121 | 35 | 15 | 197 | 36 | 00 | 28.27 | 4948.636 | 4893.412 | 2676.35 | POSTE |
| 171 | 132 | 31 | 40 | 208 | 32 | 25 | 15.54 | 4961.925 | 4894.532 | 2676.93 | PARAM. |
| 172 | 136 | 11 | 55 | 212 | 12 | 40 | 15.75 | 4962.256 | 4893.565 | 2676.88 | PARAM. |
| 173 | 143 | 23 | 10 | 219 | 23 | 55 | 12.35 | 4966.034 | 4894.119 | 2676.87 | PARAM. |
| 174 | 169 | 17 | 40 | 245 | 18 | 25 | 19.59 | 4967.395 | 4884.160 | 2676.99 | PARAM. |
| 175 | 179 | 12 | 45 | 255 | 13 | 30 | 24.22 | 4969.401 | 4878.537 | 2679.71 | POSTE |
| 176 | 181 | 12 | 30 | 257 | 13 | 15 | 30.28 | 4968.880 | 4872.428 | 2681.84 | PARAM. |
| 177 | 184 | 18 | 05 | 260 | 18 | 50 | 39.99 | 4968.850 | 4862.538 | 2683.04 | PARAM. |
| 178 | 188 | 34 | 40 | 264 | 35 | 25 | 41.42 | 4971.673 | 4860.724 | 2682.99 | POSTE |
| 179 | 186 | 30 | 55 | 262 | 31 | 40 | 41.64 | 4970.163 | 4860.674 | 2682.98 | PARAM. |
| 180 | 188 | 25 | 35 | 264 | 26 | 20 | 47.10 | 4971.014 | 4855.080 | 2684.04 | PARAM. |
| 181 | 189 | 59 | 55 | 266 | 00 | 40 | 53.33 | 4971.868 | 4848.757 | 2684.17 | PARAM. |
| 182 | 191 | 20 | 40 | 267 | 21 | 25 | 23.35 | 4974.501 | 4878.633 | 2679.91 | PARAM. |
| 183 | 179 | 09 | 55 | 255 | 10 | 40 | 10.33 | 4972.935 | 4891.972 | 2677.03 | PARAM. |
| 184 | 209 | 08 | 25 | 285 | 09 | 10 | 12.03 | 4978.723 | 4890.346 | 2677.09 | PARAM. |
| 185 | 233 | 23 | 20 | 309 | 24 | 05 | 18.00 | 4987.003 | 4888.049 | 2676.94 | PARAM. |
| 186 | 241 | 51 | 10 | 317 | 51 | 55 | 24.93 | 4994.065 | 4885.233 | 2676.86 | POSTE |
| 187 | 234 | 57 | 40 | 310 | 58 | 25 | 21.85 | 4989.907 | 4885.459 | 2678.03 | NIVEL |
| 188 | 235 | 53 | 30 | 311 | 54 | 15 | 21.45 | 4989.907 | 4885.991 | 2676.93 | NIVEL |
| 189 | 247 | 09 | 30 | 323 | 10 | 15 | 36.58 | 5004.854 | 4880.034 | 2678.22 | NIVEL |
| 190 | 247 | 41 | 50 | 323 | 42 | 35 | 36.53 | 5005.025 | 4880.334 | 2677.39 | NIVEL |
| 191 | 251 | 54 | 20 | 327 | 55 | 05 | 46.86 | 5015.285 | 4877.068 | 2678.03 | NIVEL |
| 192 | 252 | 38 | 25 | 328 | 39 | 10 | 46.88 | 5015.613 | 4877.571 | 2677.41 | NIVEL |
| 193 | 258 | 16 | 45 | 334 | 17 | 30 | 51.82 | 5022.266 | 4879.480 | 2677.24 | POSTE |
| 194 | 258 | 42 | 00 | 334 | 42 | 45 | 58.12 | 5028.129 | 4877.131 | 2677.51 | PARAM. |
| 195 | 257 | 45 | 40 | 333 | 46 | 25 | 52.72 | 5022.873 | 4878.659 | 2677.36 | PARAM. |
| 196 | 251 | 27 | 45 | 327 | 28 | 30 | 56.62 | 5023.321 | 4871.513 | 2677.57 | PARAM. |

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

**PROYECTO BARRIO NUEVA ESPAÑA
MUNICIPIO SANTA FE DE BOGOTA D.C.**

**ING. ALVARO NIVIA
CALCULO YOLANDA BOJACA
FECHA ENERO DEL 2.000**

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-3 | | | AZIMUT AL D-3 | | | ALTURA | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|------------|---------------|----|----|---------------|----|----|---------|-------------|----------|----------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | INSTRUM | NORTE | ESTE | ESTACIÓN | |
| D-4 | 0 | 00 | 00 | 76 | 00 | 45 | 1.60 | 4975.578 | 4901.958 | 2676.74 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|---------|-------------|----------|---------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | HORIZ | NORTE | ESTE | PUNTO | |
| 197 | 253 | 59 | 50 | 330 | 00 | 35 | 61.09 | 5028.490 | 4871.421 | 2677.40 | PARAM. |
| 198 | 264 | 24 | 25 | 340 | 25 | 10 | 48.64 | 5021.405 | 4885.657 | 2676.90 | NIVEL |
| 199 | 262 | 23 | 05 | 338 | 23 | 50 | 32.00 | 5005.333 | 4890.175 | 2675.79 | NIVEL |
| 200 | 268 | 28 | 25 | 344 | 29 | 10 | 40.75 | 5014.840 | 4891.059 | 2675.61 | NIVEL |
| 201 | 263 | 08 | 25 | 339 | 09 | 10 | 31.76 | 5005.261 | 4890.655 | 2675.49 | NIVEL |
| 202 | 84 | 14 | 15 | 160 | 15 | 00 | 5.04 | 4970.834 | 4903.661 | 2676.66 | PT TEL |
| 203 | 94 | 36 | 00 | 170 | 36 | 45 | 9.59 | 4966.116 | 4903.522 | 2676.61 | PT LUZ |
| 204 | 109 | 37 | 20 | 185 | 38 | 05 | 29.70 | 4946.022 | 4899.042 | 2677.35 | PT TEL |
| AUX1 | 190 | 30 | 00 | 266 | 30 | 45 | 55.15 | 4972.223 | 4846.910 | 2683.72 | AUX 1 |
| 205 | 120 | 29 | 25 | 196 | 30 | 10 | 28.20 | 4948.544 | 4893.949 | 2676.32 | PARAM. |
| 206 | 109 | 59 | 50 | 186 | 00 | 35 | 27.65 | 4948.078 | 4899.063 | 2676.22 | PARAM. |
| 207 | 108 | 35 | 10 | 184 | 35 | 55 | 40.46 | 4935.248 | 4898.714 | 2675.68 | PARAM. |
| 208 | 110 | 38 | 55 | 186 | 39 | 40 | 40.68 | 4935.176 | 4897.240 | 2674.80 | B. VIA |
| 209 | 118 | 04 | 15 | 194 | 05 | 00 | 40.69 | 4936.115 | 4892.058 | 2674.97 | B. VIA |
| 210 | 114 | 44 | 35 | 190 | 45 | 20 | 29.33 | 4946.763 | 4896.484 | 2676.13 | POZO |
| 211 | 118 | 23 | 35 | 194 | 24 | 20 | 8.16 | 4967.674 | 4899.928 | 2676.57 | POZO |
| 211A | 244 | 35 | 35 | 320 | 36 | 20 | 28.86 | 4997.881 | 4883.642 | 2676.72 | DESAGUE |

5

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

**PROYECTO BARRIO NUEVA ESPAÑA
MUNICIPIO SANTAFE DE BOGOTA D.C.**

**ING. ALVARO NIVIA
CALCULO YOLANDA BOJACA
FECHA ENERO DEL 2.000**

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-4 | | | AZIMUT AL D-4 | | | ALTURA INSTRUM | COORDENADAS | | COTA ESTACIÓN | OBSERVACIÓN |
|------------|---------------|----|----|---------------|----|----|-------------------|-------------|----------|------------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| D-5 | 0 | 00 | 00 | 336 | 16 | 25 | 1.57 | 4823.039 | 4969.011 | 2652.50 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC HORIZ | COORDENADAS | | COTA PUNTO | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|------------------|-------------|----------|---------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| D-4 | 0 | 00 | 00 | 336 | 16 | 25 | 166.64 | 4975.594 | 4901.960 | 2677.14 | D-4 |
| D-215 | 0 | 05 | 00 | 336 | 21 | 25 | 163.04 | 4972.394 | 4903.626 | 2676.96 | D-215 |
| D-2 | 177 | 20 | 45 | 153 | 37 | 10 | 69.79 | 4760.517 | 5000.021 | 2636.90 | D-2 |
| D-1 | 223 | 20 | 55 | 199 | 37 | 20 | 110.93 | 4718.551 | 4931.759 | 2633.55 | D-1 |

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

**PROYECTO BARRIO NUEVA ESPAÑA
MUNICIPIO SANTA FE DE BOGOTA D.C.**

**ING. ALVARO NIVIA
CALCULO YOLANDA BOJACA
FECHA ENERO DEL 2.000**

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-2 | | | AZIMUT AL D-2 | | | ALTURA INSTRUM | COORDENADAS | | COTA ESTACIÓN | OBSERVACIÓN |
|------------|---------------|----|----|---------------|----|----|-------------------|-------------|----------|------------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| D-6 | 0 | 00 | 00 | 69 | 26 | 35 | 1.54 | 4696.982 | 4830.604 | 2627.52 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC HORIZ | COORDENADAS | | COTA PUNTO | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|------------------|-------------|----------|---------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| D-2 | 0 | 00 | 00 | 69 | 26 | 35 | 181.19 | 4760.605 | 5000.256 | 2636.80 | D-2 |
| 495A | 187 | 26 | 15 | 256 | 52 | 50 | 63.83 | 4682.494 | 4768.440 | 2624.16 | 495A |

9

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

**PROYECTO BARRIO NUEVA ESPAÑA
MUNICIPIO SANTAFE DE BOGOTA D.C.**

**ING. ALVARO NIVIA
CALCULO YOLANDA BOJACA
FECHA ENERO DEL 2.000**

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-4 | | | AZIMUT AL D-4 | | | ALTURA INSTRUM | COORDENADAS | | COTA ESTACIÓN | OBSERVACIÓN |
|--------------|---------------|----|----|---------------|----|----|----------------|-------------|----------|---------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| AUX 1 | 0 | 00 | 00 | 86 | 30 | 45 | 1.56 | 4972.223 | 4846.910 | 2683.72 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC HORIZ | COORDENADAS | | COTA PUNTO | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|---------------|-------------|----------|------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| D-4 | 0 | 00 | 00 | 86 | 30 | 45 | 55.62 | 4975.606 | 4902.423 | 2675.20 | D-4 |
| 212 | 342 | 01 | 15 | 68 | 32 | 00 | 9.30 | 4975.627 | 4855.565 | 2682.52 | POSTE |
| 213 | 335 | 06 | 35 | 61 | 37 | 20 | 30.14 | 4986.549 | 4873.429 | 2678.84 | PARAM. |
| 214 | 291 | 21 | 30 | 17 | 52 | 15 | 54.39 | 5023.991 | 4863.602 | 2676.59 | PARAM. |
| 215 | 357 | 40 | 55 | 84 | 11 | 40 | 26.00 | 4974.853 | 4872.777 | 2678.69 | PARAM. |
| 216 | 290 | 29 | 05 | 16 | 59 | 50 | 59.18 | 5028.818 | 4864.210 | 2676.25 | PARAM. |
| 217 | 284 | 25 | 40 | 10 | 56 | 25 | 51.29 | 5022.581 | 4856.644 | 2676.23 | POSTE |
| 218 | 327 | 26 | 45 | 53 | 57 | 30 | 40.12 | 4995.829 | 4879.351 | 2677.77 | CERCA |
| 219 | 319 | 07 | 40 | 45 | 38 | 25 | 45.32 | 5003.910 | 4879.313 | 2678.20 | CERCA |
| 220 | 285 | 30 | 10 | 12 | 00 | 55 | 59.77 | 5030.684 | 4859.353 | 2676.40 | NIVEL |
| 221 | 319 | 08 | 40 | 45 | 39 | 25 | 29.63 | 4992.933 | 4868.101 | 2680.13 | PARAM. |
| 222 | 283 | 59 | 35 | 10 | 30 | 20 | 60.32 | 5031.532 | 4857.908 | 2674.57 | NIVEL |
| 223 | 309 | 47 | 40 | 36 | 18 | 25 | 22.84 | 4990.629 | 4860.434 | 2680.19 | PARAM. |
| 224 | 279 | 22 | 30 | 5 | 53 | 15 | 51.08 | 5023.032 | 4852.149 | 2675.51 | NIVEL |
| 225 | 281 | 17 | 30 | 7 | 48 | 15 | 42.51 | 5014.339 | 4852.682 | 2676.56 | NIVEL |
| 226 | 299 | 02 | 50 | 25 | 33 | 35 | 27.15 | 4996.715 | 4858.624 | 2680.35 | PARAM. |
| 227 | 270 | 41 | 50 | 357 | 12 | 35 | 53.25 | 5025.410 | 4844.318 | 2669.67 | NIVEL |
| 228 | 290 | 20 | 35 | 16 | 51 | 20 | 27.44 | 4998.484 | 4854.867 | 2679.18 | NIVEL |
| 229 | 268 | 45 | 00 | 355 | 15 | 45 | 45.57 | 5017.637 | 4843.146 | 2671.97 | NIVEL |
| 230 | 292 | 27 | 10 | 18 | 57 | 55 | 15.08 | 4986.485 | 4851.811 | 2680.16 | NIVEL |
| 231 | 276 | 10 | 35 | 2 | 41 | 20 | 34.18 | 5006.366 | 4848.514 | 2671.76 | NIVEL |
| 232 | 305 | 58 | 40 | 32 | 29 | 25 | 11.47 | 4981.898 | 4853.071 | 2682.51 | NIVEL |
| 233 | 236 | 09 | 45 | 322 | 40 | 30 | 23.40 | 4990.831 | 4832.722 | 2668.52 | NIVEL |
| 234 | 281 | 44 | 55 | 8 | 15 | 40 | 12.84 | 4984.930 | 4848.755 | 2678.03 | NIVEL |
| 235 | 193 | 44 | 35 | 280 | 15 | 20 | 17.38 | 4975.317 | 4829.808 | 2676.49 | NIVEL |
| 236 | 276 | 13 | 25 | 2 | 44 | 10 | 6.06 | 4978.276 | 4847.199 | 2681.40 | NIVEL |
| 237 | 147 | 04 | 00 | 233 | 34 | 45 | 8.07 | 4967.432 | 4840.416 | 2684.43 | NIVEL |
| 238 | 152 | 38 | 40 | 239 | 09 | 25 | 14.00 | 4965.046 | 4834.890 | 2684.56 | NIVEL |
| 239 | 97 | 41 | 25 | 184 | 12 | 10 | 20.08 | 4952.197 | 4845.439 | 2682.39 | PARAM. |
| 240 | 302 | 53 | 40 | 29 | 24 | 25 | 5.50 | 4977.015 | 4849.611 | 2683.13 | PARAM. |

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

**PROYECTO BARRIO NUEVA ESPAÑA
MUNICIPIO SANTAFE DE BOGOTA D.C.**

**ING. ALVARO NIVIA
CALCULO YOLANDA BOJACA
FECHA ENERO DEL 2.000**

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-6 | | | AZIMUT AL D-6 | | | ALTURA | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|----------------|---------------|----|----|---------------|----|----|---------|-------------|----------|----------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | INSTRUM | NORTE | ESTE | ESTACIÓN | |
| CD 495A | 0 | 00 | 00 | 76 | 52 | 50 | 1.34 | 4682.494 | 4768.440 | 2624.16 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|---------|-------------|----------|---------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | HORIZ | NORTE | ESTE | PUNTO | |
| D-6 | 0 | 00 | 00 | 76 | 52 | 50 | 63.84 | 4696.985 | 4830.614 | 2627.49 | D-6 |
| 241 | 224 | 06 | 55 | 300 | 59 | 45 | 19.67 | 4692.624 | 4751.579 | 2623.48 | PARAM |
| 242 | 231 | 12 | 35 | 308 | 05 | 25 | 33.15 | 4702.944 | 4742.350 | 2622.87 | PARAM |
| 243 | 182 | 12 | 35 | 259 | 05 | 25 | 31.48 | 4676.536 | 4737.529 | 2622.35 | PARAM |
| 244 | 155 | 39 | 15 | 232 | 32 | 05 | 28.54 | 4665.134 | 4745.787 | 2621.27 | PARAM |
| 245 | 96 | 50 | 10 | 173 | 43 | 00 | 25.76 | 4656.893 | 4771.259 | 2621.89 | PARAM |
| 246 | 82 | 51 | 40 | 159 | 44 | 30 | 33.12 | 4651.423 | 4779.908 | 2621.24 | PARAM |
| 247 | 52 | 26 | 30 | 129 | 19 | 20 | 10.75 | 4675.682 | 4776.756 | 2623.83 | PARAM |
| 248 | 161 | 57 | 30 | 238 | 50 | 20 | 24.69 | 4669.718 | 4747.312 | 2621.16 | B. VIA |
| 249 | 178 | 16 | 20 | 255 | 09 | 10 | 29.24 | 4675.001 | 4740.176 | 2621.83 | B. VIA |
| 250 | 223 | 36 | 20 | 300 | 29 | 10 | 17.26 | 4691.251 | 4753.566 | 2623.25 | B. VIA |
| 251 | 288 | 32 | 55 | 5 | 25 | 45 | 17.24 | 4699.657 | 4770.071 | 2624.20 | B. VIA |
| 252 | 336 | 07 | 00 | 52 | 59 | 50 | 33.15 | 4702.445 | 4794.914 | 2625.57 | B. VIA |
| 253 | 349 | 09 | 40 | 66 | 02 | 30 | 30.75 | 4694.981 | 4796.541 | 2625.41 | B. VIA |
| 254 | 326 | 14 | 50 | 43 | 07 | 40 | 8.18 | 4688.464 | 4774.032 | 2623.70 | B. VIA |

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

11

**PROYECTO BARRIO NUEVA ESPAÑA
MUNICIPIO SANTAFE DE BOGOTA D.C.**

**ENTIDAD ING. ALVARO NIVIA
CALCULÓ YOLANDA BOJACA
FECHA ENERO DEL 2.000**

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-3 | | | AZIMUT AL D-3 | | | ALTURA INSTRUM | COORDENADAS | | COTA ESTACIÓN | OBSERVACIÓN |
|--------------|---------------|----|----|---------------|----|----|----------------|-------------|----------|---------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| D 115 | 0 | 00 | 00 | 74 | 00 | 57 | 1.16 | 4972.394 | 4903.626 | 2676.96 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC HORIZ | COORDENADAS | | COTA PUNTO | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|---------------|-------------|----------|------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| D-3 | 0 | 00 | 00 | 74 | 00 | 57 | 100.26 | 5000.001 | 5000.005 | 2649.88 | D-3 |
| D-116 | 249 | 03 | 32 | 323 | 04 | 29 | 23.769 | 4991.395 | 4889.346 | 2676.94 | D-116 |
| 200 | 359 | 59 | 46 | 74 | 00 | 43 | 100.26 | 5000.008 | 5000.005 | 2649.89 | NIVEL |
| 201 | 351 | 14 | 00 | 65 | 14 | 57 | 109.01 | 5018.032 | 5002.619 | 2651.10 | NIVEL |
| 202 | 347 | 22 | 51 | 61 | 23 | 48 | 102.16 | 5021.303 | 4993.319 | 2650.41 | NIVEL |
| 203 | 333 | 30 | 52 | 47 | 31 | 49 | 88.54 | 5032.178 | 4968.938 | 2650.65 | NIVEL |
| 204 | 339 | 52 | 38 | 53 | 53 | 35 | 99.40 | 5030.969 | 4983.931 | 2650.06 | NIVEL |
| 205 | 331 | 14 | 14 | 45 | 15 | 11 | 85.76 | 5032.769 | 4964.537 | 2651.22 | NIVEL |
| 206 | 339 | 47 | 22 | 53 | 48 | 19 | 84.81 | 5022.477 | 4972.069 | 2649.95 | NIVEL |
| 207 | 333 | 38 | 17 | 47 | 39 | 14 | 81.92 | 5027.576 | 4964.172 | 2652.46 | NIVEL |
| 208 | 336 | 28 | 37 | 50 | 29 | 34 | 78.77 | 5022.506 | 4964.401 | 2651.37 | NIVEL |
| 209 | 330 | 56 | 52 | 44 | 57 | 49 | 78.75 | 5028.114 | 4959.275 | 2652.83 | NIVEL |
| 210 | 334 | 25 | 26 | 48 | 26 | 23 | 75.02 | 5022.163 | 4959.760 | 2652.27 | NIVEL |
| 211 | 330 | 22 | 34 | 44 | 23 | 31 | 77.34 | 5027.659 | 4957.730 | 2653.88 | NIVEL |
| 212 | 338 | 17 | 36 | 52 | 18 | 33 | 72.31 | 5016.604 | 4960.846 | 2651.16 | NIVEL |
| 213 | 331 | 34 | 30 | 45 | 35 | 27 | 72.35 | 5023.023 | 4955.310 | 2653.68 | NIVEL |
| 214 | 338 | 14 | 36 | 52 | 15 | 33 | 70.25 | 5015.393 | 4959.179 | 2652.20 | NIVEL |
| 215 | 327 | 02 | 37 | 41 | 03 | 34 | 73.15 | 5027.551 | 4951.674 | 2654.68 | NIVEL |
| 216 | 331 | 24 | 57 | 45 | 25 | 54 | 68.99 | 5020.808 | 4952.775 | 2652.69 | NIVEL |
| 217 | 322 | 15 | 15 | 36 | 16 | 12 | 79.51 | 5036.498 | 4950.663 | 2658.04 | NIVEL |
| 218 | 332 | 41 | 27 | 46 | 42 | 24 | 66.31 | 5017.865 | 4951.890 | 2652.65 | NIVEL |
| 219 | 324 | 08 | 28 | 38 | 09 | 25 | 76.05 | 5032.194 | 4950.611 | 2657.80 | NIVEL |
| 220 | 336 | 38 | 37 | 50 | 39 | 34 | 63.51 | 5012.655 | 4952.744 | 2652.63 | NIVEL |
| 221 | 324 | 51 | 11 | 38 | 52 | 08 | 69.04 | 5026.147 | 4946.951 | 2657.24 | NIVEL |
| 222 | 338 | 20 | 45 | 52 | 21 | 42 | 60.88 | 5009.572 | 4951.836 | 2653.91 | NIVEL |
| 223 | 328 | 44 | 27 | 42 | 45 | 24 | 63.30 | 5018.872 | 4946.599 | 2656.83 | NIVEL |
| 226 | 19 | 22 | 01 | 93 | 22 | 58 | 2.46 | 4972.249 | 4906.082 | 2675.51 | NIVEL |
| 227 | 19 | 22 | 01 | 93 | 22 | 58 | 5.76 | 4972.054 | 4909.376 | 2673.15 | NIVEL |
| 228 | 19 | 22 | 01 | 93 | 22 | 58 | 84.23 | 4967.424 | 4987.709 | 2648.37 | NIVEL |
| 230 | 19 | 22 | 01 | 93 | 22 | 58 | 77.32 | 4967.832 | 4980.811 | 2651.24 | NIVEL |
| 231 | 19 | 22 | 01 | 93 | 22 | 58 | 75.67 | 4967.929 | 4979.164 | 2651.38 | NIVEL |

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

**PROYECTO BARRIO NUEVA ESPAÑA
MUNICIPIO SANTA FE DE BOGOTA D.C.**

**ENTIDAD ING. ALVARO NIVIA
CALCULO YOLANDA BOJACA
FECHA ENERO DEL 2.000**

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-3 | | | AZIMUT AL D-3 | | | ALTURA INSTRUM | COORDENADAS | | COTA ESTACIÓN | OBSERVACIÓN |
|--------------|---------------|----|----|---------------|----|----|----------------|-------------|----------|---------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| D 115 | 0 | 00 | 00 | 74 | 00 | 57 | 1.16 | 4972.394 | 4903.626 | 2676.96 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC HORIZ | COORDENADAS | | COTA PUNTO | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|---------------|-------------|----------|------------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | | NORTE | ESTE | | |
| 232 | 19 | 22 | 01 | 93 | 22 | 58 | 71.49 | 4968.176 | 4974.991 | 2652.16 | NIVEL |
| 233 | 19 | 22 | 01 | 93 | 22 | 58 | 69.49 | 4968.294 | 4972.995 | 2653.54 | NIVEL |
| 234 | 19 | 22 | 01 | 93 | 22 | 58 | 60.99 | 4968.795 | 4964.510 | 2653.59 | NIVEL |
| 235 | 19 | 22 | 01 | 93 | 22 | 58 | 60.45 | 4968.827 | 4963.971 | 2654.08 | NIVEL |
| 236 | 19 | 22 | 01 | 93 | 22 | 58 | 45.06 | 4969.735 | 4948.607 | 2656.14 | NIVEL |
| 237 | 19 | 22 | 01 | 93 | 22 | 58 | 35.99 | 4970.270 | 4939.553 | 2659.07 | NIVEL |
| 238 | 19 | 22 | 01 | 93 | 22 | 58 | 24.51 | 4970.948 | 4928.093 | 2662.72 | NIVEL |
| 239 | 19 | 22 | 01 | 93 | 22 | 58 | 13.20 | 4971.615 | 4916.803 | 2667.55 | NIVEL |

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

13

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-115 | | | AZIMUT AL D-115 | | | ALTURA | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|--------------|-----------------|----|----|-----------------|----|----|---------|-------------|----------|----------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | INSTRUM | NORTE | ESTE | ESTACIÓN | |
| D-116 | 0 | 00 | 00 | 143 | 04 | 29 | 1.59 | 4991.395 | 4889.346 | 2676.94 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|---------|-------------|----------|---------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | HORIZ | NORTE | ESTE | PUNTO | |
| D-115 | 0 | 00 | 00 | 143 | 04 | 29 | 23.71 | 4972.442 | 4903.590 | 2676.95 | D-115 |
| D-117 | 224 | 26 | 00 | 7 | 30 | 29 | 3.08 | 4994.445 | 4889.748 | 2676.79 | D-117 |
| 240 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 104.73 | 4982.749 | 4993.719 | 2674.24 | NIVEL |
| 241 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 8.89 | 4990.661 | 4898.206 | 2672.39 | NIVEL |
| 242 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 99.76 | 4983.159 | 4988.766 | 2651.29 | NIVEL |
| 243 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 10.33 | 4990.542 | 4899.641 | 2671.09 | NIVEL |
| 244 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 93.63 | 4983.665 | 4982.657 | 2650.99 | NIVEL |
| 245 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 17.19 | 4989.976 | 4906.478 | 2668.63 | NIVEL |
| 246 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 89.52 | 4984.004 | 4978.561 | 2652.63 | NIVEL |
| 247 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 20.85 | 4989.674 | 4910.125 | 2667.39 | NIVEL |
| 248 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 76.64 | 4985.068 | 4965.725 | 2654.34 | NIVEL |
| 249 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 24.12 | 4989.404 | 4913.384 | 2666.50 | NIVEL |
| 250 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 68.38 | 4985.750 | 4957.493 | 2657.47 | NIVEL |
| 251 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 29.25 | 4988.980 | 4918.496 | 2665.89 | NIVEL |
| 252 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 66.64 | 4985.893 | 4955.759 | 2657.11 | NIVEL |
| 253 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 31.58 | 4988.788 | 4920.819 | 2665.07 | NIVEL |
| 254 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 59.63 | 4986.472 | 4948.773 | 2658.22 | NIVEL |
| 255 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 38.25 | 4988.237 | 4927.466 | 2663.26 | NIVEL |
| 256 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 55.70 | 4986.797 | 4944.856 | 2658.38 | NIVEL |
| 257 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 43.12 | 4987.835 | 4932.319 | 2661.65 | NIVEL |
| 258 | 311 | 39 | 40 | 94 | 44 | 09 | 52.26 | 4987.081 | 4941.428 | 2659.45 | NIVEL |
| 263 | 189 | 18 | 08 | 332 | 22 | 37 | 15.05 | 5004.730 | 4882.368 | 2679.29 | NIVEL |
| 264 | 155 | 59 | 57 | 299 | 04 | 26 | 14.22 | 4998.305 | 4876.918 | 2679.92 | NIVEL |
| 265 | 158 | 28 | 38 | 301 | 33 | 07 | 16.55 | 5000.055 | 4875.243 | 2680.26 | NIVEL |
| PL 1 | 27 | 20 | 37 | 170 | 25 | 06 | 18.68 | 4972.975 | 4892.456 | 2676.87 | NIVEL |
| PL 2 | 196 | 46 | 57 | 339 | 51 | 26 | 32.62 | 5022.023 | 4878.112 | 2677.25 | NIVEL |

14

CALCULO DE COORDENADAS Y COTAS DE DETALLES POR RADIACIÓN

| ESTACIÓN | ÁNGULO AL D-116 | | | AZIMUT AL D-116 | | | ALTURA | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|--------------|-----------------|----|----|-----------------|----|----|---------|-------------|----------|----------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | INSTRUM | NORTE | ESTE | ESTACIÓN | |
| D-117 | 0 | 00 | 00 | 187 | 30 | 29 | 1.53 | 4994.445 | 4889.748 | 2676.79 | S/TACO |

| PUNTO | ÁNGULO LEÍDO | | | AZIMUT | | | DISTANC | COORDENADAS | | COTA | OBSERVACIÓN |
|-------|--------------|----|----|--------|----|----|---------|-------------|----------|---------|-------------|
| | G | M | S | G | M | S | HORIZ | NORTE | ESTE | PUNTO | |
| D-116 | 0 | 00 | 00 | 187 | 30 | 29 | 3.07 | 4991.404 | 4889.347 | 2676.88 | D-116 |
| 666 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 114.18 | 4993.264 | 5003.922 | 2648.19 | NIVEL |
| 667 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 1.94 | 4994.425 | 4891.688 | 2676.83 | NIVEL |
| 668 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 108.94 | 4993.318 | 4998.682 | 2649.03 | NIVEL |
| 669 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 4.44 | 4994.399 | 4894.188 | 2674.19 | NIVEL |
| 670 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 103.44 | 4993.375 | 4993.183 | 2650.56 | NIVEL |
| 671 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 10.70 | 4994.334 | 4900.448 | 2672.34 | NIVEL |
| 672 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 95.50 | 4993.457 | 4985.243 | 2651.56 | NIVEL |
| 673 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 17.24 | 4994.267 | 4906.987 | 2669.36 | NIVEL |
| 674 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 87.37 | 4993.541 | 4977.114 | 2653.15 | NIVEL |
| 675 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 24.71 | 4994.189 | 4914.457 | 2667.02 | NIVEL |
| 676 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 79.78 | 4993.620 | 4969.524 | 2653.67 | NIVEL |
| 677 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 34.02 | 4994.093 | 4923.766 | 2664.69 | NIVEL |
| 678 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 74.73 | 4993.672 | 4964.474 | 2655.10 | NIVEL |
| 679 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 38.39 | 4994.048 | 4928.136 | 2663.85 | NIVEL |
| 680 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 68.48 | 4993.737 | 4958.225 | 2657.48 | NIVEL |
| 681 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 46.15 | 4993.968 | 4935.896 | 2660.91 | NIVEL |
| 682 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 60.96 | 4993.815 | 4950.705 | 2657.57 | NIVEL |
| 683 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 51.90 | 4993.908 | 4941.645 | 2659.57 | NIVEL |
| 684 | 263 | 05 | 04 | 90 | 35 | 33 | 58.68 | 4993.838 | 4948.425 | 2658.52 | NIVEL |
| 685 | 194 | 14 | 16 | 21 | 44 | 45 | 30.71 | 5022.969 | 4901.126 | 2676.41 | NIVEL |
| 686 | 212 | 24 | 32 | 39 | 55 | 01 | 27.14 | 5015.261 | 4907.163 | 2674.44 | NIVEL |
| 687 | 100 | 17 | 27 | 287 | 47 | 56 | 2.94 | 4995.344 | 4886.949 | 2676.70 | NIVEL |
| 688 | 97 | 05 | 02 | 284 | 35 | 31 | 5.06 | 4995.720 | 4884.851 | 2678.33 | NIVEL |
| 689 | 107 | 19 | 00 | 294 | 49 | 29 | 13.37 | 5000.058 | 4877.614 | 2679.36 | NIVEL |

ANEXO 2
ESTUDIO GEOTÉCNICO

CARACTERIZACION DE LA PERFORACION No. 1

PROYECTO: BARRIO NUEVA ESPAÑA

| Profundidad m | Perfil | SONDEO 1 - 1 | | | | | | | | | | | N | N ₆₀ | | | | | | | | |
|------------------|--------|--------------|-------|-------|---------------------|---------------------|-----|-------|-----------|-----------|----------|------|---|-----------------|---------------------|----|------------------------|----|--|----|----|--|
| | | Muestra | LL, % | IP, % | IP ₁ , % | IP ₂ , % | IC | MO, % | Gravas, % | Arenas, % | Finos, % | USC | | | γ, t/m ³ | Gs | cu, kg/cm ² | ψ° | | | | |
| 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.75 | | M-1 | 41.3 | 10.6 | 32.5 | 0.8 | 4.4 | 0.0 | 6.2 | 93.9 | ML | 1.76 | | | | | | | | | | |
| 1.00 | | M-2 | 80.3 | 35.6 | 53.0 | 0.8 | 8.5 | 0.0 | 5.1 | 94.9 | MH | 1.54 | | | | | | | | 14 | 9 | |
| 1.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.50 | | M-3 | 73.5 | 38.0 | 49.9 | 0.6 | 5.9 | 0.0 | 6.8 | 93.2 | MH | 1.64 | | | | | | | | 9 | 6 | |
| 1.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.00 | | M-4 | 59.3 | 32.8 | 44.9 | 0.4 | | 0.0 | 7.2 | 92.8 | CH | 1.57 | | | | | | | | 16 | 10 | |
| 2.25 | | M-5 | | 13.3 | | | | 31.1 | 44.3 | 24.5 | SM | 2.02 | | | | | | | | | | |
| 2.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.75 | | M-6 | 72.6 | 50.1 | 30.0 | 0.9 | | 0.0 | 7.9 | 92.1 | CH | 1.92 | | | | | 0.78 | | | | | |
| 3.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.25 | | M-7 | 82.2 | 57.6 | 23.8 | 1.0 | | 0.0 | 5.6 | 94.4 | CH | 1.94 | | | | | 0.70 | | | | | |
| 3.50 | | M-8 | 60.5 | 38.3 | 22.7 | 1.0 | | 0.0 | 9.0 | 91.0 | CH | 2.19 | | | | | 1.68 | | | 32 | 20 | |
| 3.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.50 | | M-9 | 72.9 | 50.4 | 27.2 | 0.9 | | 0.0 | 6.7 | 93.3 | CH | 2.03 | | | | | | | | 37 | 26 | |
| 4.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.50 | | M-10 | 63.1 | 40.9 | 20.1 | 1.1 | | 0.0 | 8.8 | 91.2 | CH | 2.13 | | | | | | | | 57 | 40 | |
| 5.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | | M-11 | 64.4 | 40.0 | 23.3 | 1.0 | | 0.0 | 6.9 | 93.1 | CH | 2.03 | | | | | | | | 62 | 44 | |
| 6.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Convencciones

| | | | | | | | |
|--|---------|--|----------|--|---------|--|---------|
| | Refieno | | Limo | | Arcilla | | Arolita |
| | Grava | | Organico | | | | |
| | Arena | | | | | | |

Prof. máxima, m = 6.5
 Nivel freático, m = NO

IC= Índice de consistencia
 MO= contenido de materia orgánica
 cu = Resistencia al corte no drenada
 C = Compresibilidad

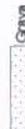
N₆₀= Número de penetración estándar corregido
 F₄ = Pasa Tamiz #4
 F₁₀ = Pasa Tamiz #10
 F₂₀₀= Pasa Tamiz #200

CARACTERIZACION DE LA PERFORACION No. 2

PROYECTO: BARRIO NUEVA ESPAÑA

| Profundidad m | Perfil | SONDEO I - 1A | | | | | | | | | | | N ₆₀ | | | | |
|------------------|--------|---------------|-------|-------|------|-----|-------|------------|-----------|----------|------|---------------------|-----------------|----|-------------------------------------|----|---|
| | | Muestra | LL, % | IP, % | φ, % | IC | MO, % | Gravels, % | Arenas, % | Finos, % | USC | γ, 1/m ³ | | Gs | c _u , kg/cm ² | φ° | N |
| 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.75 | | M-1 | 61.2 | 38.4 | 27.7 | 0.9 | 0.0 | 6.0 | 94.0 | CH | 2.02 | 0.94 | | | | | |
| 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.25 | | M-2 | 65.7 | 43.8 | 22.8 | 1.0 | 0.0 | 9.1 | 90.9 | CH | 2.05 | 0.99 | | | | | |
| 1.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.75 | | M-3 | 55.2 | 34.5 | 19.3 | 1.0 | 0.0 | 6.6 | 93.4 | CH | 1.97 | 1.23 | | | | | |
| 2.00 | | M-4 | 55.6 | 25.7 | 20.0 | 1.4 | 0.0 | 7.4 | 92.7 | MH | 2.03 | 2.55 | | | 55 | 34 | |
| 2.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Convenciones

-  Refieno
-  Grava
-  Arena
-  Limo
-  Arcilla
-  Organico
-  Arcilicita

Prof. máxima, m = 2.5
 Nivel freático, m = NO
 IC= índice de consistencia
 MO= contenido de materia orgánica
 N₆₀= Número de penetración estándar corregido

F₄ = Pasa Tamiz #4
 F₁₀ = Pasa Tamiz #10
 F₂₀₀ = Pasa Tamiz #200

CARACTERIZACION DE LA PERFORACION No. 3

PROYECTO: BARRIO NUEVA ESPAÑA

| Profundidad m | Perfil | Muestra | SONDEO 1-2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------|---------|------------|-------|------|------|-------|------------|-----------|----------|-----|-----------------------------|------|------------------------|--------------|---|-----------------|----|----|
| | | | LL, % | IP, % | w, % | IC | MO, % | Gravats, % | Arenas, % | Finos, % | USC | γ , t/m ³ | Gs | eu, kg/cm ² | ϕ° | N | N ₆₀ | | |
| 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 | | M-1 | 47.5 | 17.9 | 35.1 | 0.7 | 0.4 | 0.0 | 6.8 | 93.2 | ML | 1.77 | | | | | | 7 | 4 |
| 0.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | | M-2 | 42.0 | 11.5 | 40.0 | 0.2 | 4.8 | 0.0 | 8.9 | 91.1 | OL | 1.86 | | | | | | 5 | 3 |
| 1.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.50 | | M-3 | 46.3 | 16.6 | 34.3 | 0.7 | 5.4 | 0.0 | 8.2 | 91.8 | OL | 2.00 | | | | | | 11 | 7 |
| 1.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.25 | | M-4 | 34.6 | 9.1 | 34.6 | 0.0 | 3.9 | 0.0 | 10.8 | 89.2 | OL | | | | | | | 7 | 4 |
| 2.50 | | M-5 | 40.5 | 10.1 | 30.0 | 1.0 | | 0.0 | 7.7 | 92.3 | OL | 1.92 | | | | | | 10 | 6 |
| 2.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.25 | | M-6 | 43.2 | 12.0 | 35.5 | 0.6 | 0.8 | 0.0 | 5.5 | 94.6 | OL | | | | | | | 10 | 6 |
| 3.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.75 | | M-7 | 38.0 | 12.2 | 44.7 | -0.5 | 4.3 | 0.0 | 6.5 | 93.6 | OL | | | | | | | 14 | 9 |
| 4.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.25 | | M-8 | 42.2 | 16.0 | 40.6 | 0.1 | | 0.0 | 7.2 | 92.8 | OL | | | | | | | 6 | 4 |
| 4.50 | | M-9 | 44.2 | 13.6 | 37.2 | 0.5 | 6.2 | 0.0 | 8.7 | 91.3 | OL | 1.89 | | | | | | 12 | 9 |
| 4.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | | M-10 | 51.6 | 29.7 | 16.3 | 1.2 | | 0.0 | 7.0 | 93.0 | CH | 2.03 | 1.79 | | | | | 35 | 25 |
| 6.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.50 | | M-11 | 56.0 | 33.6 | 18.4 | 1.1 | | 0.0 | 5.3 | 94.7 | CH | 2.16 | | | | | | 43 | 34 |
| 6.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Convencciones

| | | | | | |
|--|--------|--|---------|--|----------|
| | Releno | | Limo | | Arcilla |
| | Grava | | Arcilla | | Orgánico |
| | Arena | | | | |

Prof. máxima, m = 7.0
 Nivel freático, m = 2.10

IC= Índice de consistencia
 MO= contenido de materia orgánica
 eu = Resistencia al corte no drenada
 C = Compresibilidad

N₆₀= Número de penetración estándar corregido
 F₄ = Pasa Tamiz #4
 F₁₀ = Pasa Tamiz #10
 F₂₀₀ = Pasa Tamiz #200

CARACTERIZACION DE LA PERFORACION No. 4

PROYECTO: BARRIO NUEVA ESPAÑA

| Profundidad m | Perfil | Muestra | SONDEO I - 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------|---------|--------------|-------|------|-----|-------|-----------|-----------|----------|-----|-------------------------------|------|------------------------|--------------|---|-----------------|--|
| | | | LL, % | IP, % | ω, % | IC | MO, % | Gravas, % | Arenas, % | Finos, % | USC | γ_s , t/m ³ | Gs | cu, kg/cm ² | ϕ° | N | N ₆₀ | |
| 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 | | M-1 | 59.3 | 26.6 | 21.6 | 1.4 | 0.1 | 0.0 | 7.2 | 92.8 | OH | 2.02 | | | | | | |
| 0.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.75 | | M-2 | 50.7 | 29.0 | 23.3 | 0.9 | | 0.0 | 13.0 | 87.0 | OH | 2.01 | | | | | | |
| 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.25 | | M-3 | 40.2 | 13.7 | 18.4 | 1.6 | | 0.0 | 7.5 | 92.5 | OL | 2.15 | | | | | | |
| 1.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.75 | | M-4 | 51.0 | 32.9 | 18.1 | 1.0 | | 0.0 | 8.5 | 91.5 | CH | 2.05 | 1.48 | | | | | |
| 2.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.25 | | M-5 | 43.0 | 25.5 | 14.4 | 1.1 | | 0.0 | 8.3 | 91.7 | CL | 2.09 | 1.50 | | | | | |
| 2.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.75 | | M-6 | 44.2 | 25.6 | 12.1 | 1.3 | | 0.0 | 7.7 | 92.3 | CL | 2.09 | 1.75 | | | | | |
| 3.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Convenciones

| | | | | | |
|--|--------|--|----------|--|---------|
| | Reteno | | Limo | | Arcilla |
| | Grava | | Arena | | Arcilla |
| | Arena | | Organico | | |

Prof. máxima, m = 3.2
 Nivel freático, m = NO
 IC= Índice de consistencia
 MO= contenido de materia orgánica
 N₆₀= Número de penetración estándar corregido

F₄ = Pasa Tamiz #4
 F₁₀ = Pasa Tamiz #10
 F₂₀₀ = Pasa Tamiz #200

CARACTERIZACION DE LA PERFORACION No. 5

PROYECTO: BARRIO NUEVA ESPAÑA

| Profundidad m | Perfil | Muestra | LL, % | IP, % | ω, % | IC | MO, % | Gravats, % | SONDEO II - 1 | | USC | γ, t/m ³ | Gs | e _u , kg/cm ² | φ° | N | N ₆₀ |
|------------------|--------|---------|-------|-------|------|-----|-------|------------|---------------|----------|------|---------------------|------|-------------------------------------|----|----|-----------------|
| | | | | | | | | | Arenas, % | Finos, % | | | | | | | |
| 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.50 | | M-1 | 72.5 | 49.1 | 44.4 | 0.6 | 0.0 | 8.7 | 91.3 | CH | 1.83 | | 0.26 | 13 | | | |
| 1.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.00 | | M-2 | 39.0 | 17.6 | 17.1 | 1.2 | 0.0 | 8.0 | 92.0 | CL | 1.98 | | 0.58 | | 39 | 24 | |
| 2.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Convenciones

| | | | | | | | | | | | |
|--|---------|--|------|--|-----------|--|-------|--|-------|--|----------|
| | Relleno | | Limo | | Arcilla | | Grava | | Arena | | Orgánico |
| | | | | | Arrollada | | | | | | |

Prof. máxima, m = 2.5
 Nivel freático, m = NO
 IC= Índice de consistencia
 MO= contenido de materia orgánica
 N₆₀= Número de penetración estándar corregido

F₄ = Pasa Tamiz #4
 F₁₀ = Pasa Tamiz #10
 F₂₀₀ = Pasa Tamiz #200

PERFIL ESTRATIGRAFICO

Proyecto: Destrozamiento Barrio España
Vía Villavicencio

Perforación N°: SI-1

Localización: Ver Esquema

Fecha: Enero 18/2000

Reportó: CJM Hoja 1 de 2

| | Profundidad m | Estratos | Muestra N° | S.P.T. N° Golpes 6"-6"-6" | Descripción |
|----|------------------|----------|------------|---------------------------------|---|
| | 0.00 | | | | |
| | 0.55 | | M-1 | | Materiales varios de relleno (detritos de demolición), escombros basuras, piedras, pedazos de ladrillos, etc. suelto. humedad baja. |
| | 0.80 | | | | |
| SS | 1.00 | | M-2 | 3-5-9 | Limo arcilloso carmelito amarillo, pequeñas vetas rojizas. humedad media. |
| | 1.10 | | | | |
| SS | 1.50 | | M-3 | 8-4-5 | Limo orgánico negro, grumoso pequeñas vetas rojizas. |
| | 1.80 | | | | |
| SS | 2.00 | | M-4 | 5-7-9 | Limo arcilloso habano vetas amarillas. grumoso. |
| | 2.20 | | | | |
| | | | M-5 | | Arena grano fino a medio amarillo vetas grises, con fragmentos de gravas arenosas suelta. |
| | 2.40 | | | | |

AX Diamante L Muestra por lavado
 BX Diamante s s Split Sampler Spoon
 NX Diamante Sh. Tubo Shelby
 T Tricono

SNF - Inicio de la perforación (m): _____

SNF - Fin de la perforación (m): _____

PERFIL ESTRATIGRAFICO

Proyecto: Deslizamiento Barrio Nueva España

Vía Villavicencio

Perforación N°: SI-1

Localización: Ver Esquema

Fecha: Enero 18/2000

Reportó: CJM Hoja 2 de 2

| | Profundidad E | Estratos | Muestra N°. | S.P.T. N° Golpes 6"-6"-6" | Descripción |
|----|------------------|----------|-------------|---------------------------------|---|
| | 2.40 | | | | |
| sh | 2.50 | | m-6 | | Arcilla gris clara pequeñas vetas amarillas rojizas. |
| | 3.00 | | | | |
| Sh | 3.00 | | m-7 | | |
| | 3.50 | | | | |
| | 3.30 | | | | |
| SS | 3.50 | | m-8 | 5- 11- 21 | Arcilla gris habana vetas amarillas rojizas. consistencia firme. |
| SS | 4.30 | | m-9 | 12- 14- 23 37 | |
| | 4.30 | | | | |
| | 4.90 | | | | Arcilla rojiza vetas grises consistencia muy firme |
| SS | 5.50 | | m-10 | 12- 24- 33 57 | Arcillolita morada vetas rojizas y grises. consistencia dura. |
| SS | 6.00 | | m-11 | 17- 23- 39 | |
| | 6.50 | | | | _____ corte _____ |

AX Diamante L Muestra por lavado
 BX Diamante s.s. Split Sampler Spoon
 NX Diamante Sh. Tubo Shelby
 T Tricono

SNF - Inicio de la perforación (m): No Apareció

SNF - Fin de la perforación (m): No Apareció

PERFIL ESTRATIGRAFICO

Proyecto: Deslizamiento Barrio Nueva España
 vía Villavicencio Perforación N°: SI-1A
 Localización: Ver Esquema Fecha: Enero 18/2000
 Reportó: CJM Hoja 1 de 1

| Profundidad m | Estratos | Muestra N° | S.P.T. N° Golpes 6"- 6"- 6" | Descripción |
|------------------|----------|------------|-----------------------------------|---|
| 0.00 | | | | |
| 0.40 | | | | Materiales varios de relleno (basuras, trapos, piedras), etc, suelto. |
| 0.60 sh | | m-1 | | Arcilla gris clara vetas amarillas y rojizas oxidadas, humedad media. |
| 1.00 | | | | |
| 1.10 | | | | |
| 1.20 sh | | m-2 | | Arcilla gris habana vetas amarillas consistencia media |
| 1.70 sh | | m-3 | | |
| 2.00 | | | | |
| 1.90 | | | | |
| 2.00 ss | | m-4 | 15-20-35 55 | Arcillolita rojizo vetas moradas y amarillas. consistencia muy firme. |
| 2.50 | | | | _____ corte _____ |

AX Diamante L Muestra por lavado
 BX Diamante s.s. Split Sampler Spoon
 NX Diamante Sh. Tubo Shelby
 T Tricono

SNF - Inicio de la perforación (m): No Apareció
 SNF - Fin de la perforación (m): No Apareció

PERFIL ESTRATIGRAFICO

4

Proyecto: Deslizamiento Barrio Nueva España.
 Vía Villavicencio. Perforación N°: SI-2
 Localización: Ver Esquema. Fecha: Enero 18/2000
 Reportó: CJM Hoja 1 de 1

| | Profundidad E | Estratos | Muestra N°. | S.P.T. N° Golpes 6"-6"-6" | Descripción |
|----|------------------|----------|-------------|---------------------------------|--|
| | 0.00 | | | | Pasto kikuyo |
| | 0.05 | | | | |
| SS | 0.10 | | M-1 | 4-2-5 | Materiales varios de relleno (Escombros, detritos, piedras plásticas, pedazos de ladrillos), etc. completamente suelto. humedad media. |
| | 0.80 | | | | |
| SS | 1.00 | | M-2 | 4-2-3 | Limo arcilloso orgánico negro grumoso, combinado con pedazos de ladrillo, plásticos, etc. (relleno). |
| SS | 1.60 | | M-3 | 4-5-6 | humedad media, consistencia blanda. |
| SS | 2.10 | | M-4 | 3-3-4 | |
| SS | 2.60 | | M-5 | 2-2-8 | |
| SS | 3.10 | | M-6 | 4-4-6 | |
| | 3.40 | | | | |
| SS | 3.60 | | M-7 | 4-5-9 | Piedras, escombros con arcilloso orgánico negro, consistencia blanda. |
| SS | 4.10 | | M-8 | 4-3-3 | humedad alta. |
| SS | 4.60 | | M-9 | 4-6-6 | |
| | 5.70 | | | | |
| SS | 6.00 | | M-10 | 10-15-20 | Arcillolita rojiza vetas grises. |
| | 6.30 | | | | |
| SS | 6.50 | | M-11 | 12-19-24 | Arcillolita morada vetas grises y rojizas, consistencia dura. |
| | 7.00 | | | ~ | corte |

AX Diamante L Muestra por lavado
 BX Diamante s.s. Split Sampler Spoon
 NX Diamante Sh. Tubo Shelby
 T Tricorno

SNF - Inicio de la perforación (m): 2.10
 SNF - Fin de la perforación (m): No se encontró

PERFIL ESTRATIGRAFICO

Proyecto: Deslizamiento Barrio Nueva España.

Vía Villavieencia

Perforación N°: SI-3

Localización: Ver Esquema

Fecha: Enero 16 / 2000

Reportó: Hoja de

| | Profundidad E | Estratos | Muestra N°. | S.P.T. N° Golpes 6"-6"-6" | Descripción |
|----|------------------|----------|-------------|---------------------------------|--|
| | 0.00 | | | | Pasto. |
| | 0.02 | | | | (Suelo orgánico) Limo carmelito oscuro, fisurado por raíces, grumoso suelto. |
| SS | 0.12 | | | | |
| | 0.20 | | m-1 | 1-2-1 | Arcilla carmelita oscura vetas amarillas y rojizas. humedad media. consistencia blanda. (Relleno). |
| | 0.40 | | | | Arcilla orgánica gris oscura. grumosa. |
| | 0.60 | | | | |
| SS | 0.70 | | m-2 | 2-2-2 | Arcilla rojiza vetas amarillas fisurada por raíces, humedad baja. |
| | 1.10 | | | | |
| SS | 1.20 | | m-3 | 4-5-9 | Limo orgánico negro, grumoso fisurado por raíces combinado con pedazos de madera (Relleno). |
| | 1.60 | | | | |
| SS | 1.70 | | m-4 | 9-8-8 | Arcilla rojiza vetas grises |
| SS | 2.20 | | m-5 | 6-10-23 | consistencia firme. |
| | 2.30 | | | | |
| SS | 2.70 | | m-6 | 10-20-32 | Arcillolita rojiza vetas moradas grises amarillas, consistencia dura. |
| | 3.20 | | | ↴ | corte |

AX Diamante L Muestra por lavado
 BX Diamante s.s. Split Sampler Spoon
 NX Diamante Sh. Tubo Shelby
 T Tricono

SNF - Inicio de la perforación (m): No Apareció

SNF - Fin de la perforación (m): No Apareció

PERFIL ESTRATIGRAFICO

Proyecto: Deslizamiento Barrio Nueva España
 vía Villavicencio
 Perforación N°: SII-1
 Localización: Ver Esquema
 Fecha: Enero 18/2000
 Reportó: CJM Hoja 1 de 1

| | Profundidad m | Estratos | Muestra N° | S.P.T. N° Golpes 6"-6"-6" | Descripción |
|----|------------------|----------|------------|---------------------------------|--|
| | 0.00 | | | | |
| | 0.10 | | | | Pasto kikuyo |
| | 0.90 | | | | Materiales varios de relleno (escombros, piedras, plásticos, pedazos de ladrillos, maderos, trapos), etc, completamente suelto. |
| Sh | 1.00 | | M-1 | | Arcilla habana vetas amarillas y rojizas. consistencia firme. |
| | 2.00 | | | | |
| | 1.80 | | | | |
| SS | 2.00 | | m-2 | 12-15-24 39 | Arcillilita rojiza vetas moradas y amarillas. consistencia dura |
| | 2.50 | | | | — corte — |

AX Diamante L Muestra por lavado
 BX Diamante s s Split Sampler Spoon
 NX Diamante Sh. Tubo Shelby
 T Tricono

SNF - Inicio de la perforación (m): No Apareció
 SNF - Fin de la perforación (m): No Apareció

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

| | | | |
|-----------------------|--|-----------|--|
| LOCALIZACION | Deslizamiento Barrio España Via Villavicencio | | |
| SONDEO No. | S1 - 1 | | |
| MUESTRA No. | M - 1 | | |
| PROFUNDIDAD, m | 0.55 - 0.80 | | |
| DESCRIPCION | | | |
| | FECHA | 21-cnc-00 | |
| | REALIZADO | EIG | |

LIMITE LIQUIDO

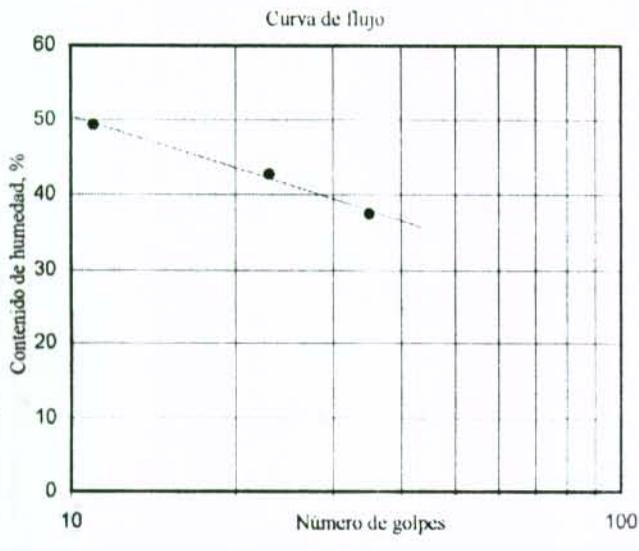
| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 35 | 23 | 11 |
| P ₁ , gr | 62.13 | 52.00 | 56.12 |
| P ₂ , gr | 50.32 | 41.82 | 43.67 |
| P ₃ , gr | 18.85 | 18.00 | 18.40 |
| Humedad, % | 37.5 | 42.7 | 49.3 |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 32.21 | 33.10 | 74.43 |
| P ₂ , gr | 26.45 | 27.11 | 61.00 |
| P ₃ , gr | 7.62 | 7.60 | 19.72 |
| Humedad, % | 30.6 | 30.7 | 32.5 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-------|---------------|-----------|--------|
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 2.4 | 2.42 | 97.58 |
| 100 | 1.8 | 1.81 | 95.77 |
| 200 | 1.9 | 1.92 | 93.85 |
| Fondo | 93.1 | 93.85 | 0.00 |
| Σ | 99.2 | 100 | |



RESULTADOS

| | |
|--------------------------|------|
| Limite liquido, % | 41.3 |
| Limite plástico, % | 30.6 |
| Indice de plasticidad, % | 10.6 |

CLASIFICACION

| | |
|--------|------------|
| USC | MI. |
| AASHTO | A-7-5 (13) |

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 6.15 %F = 93.85

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
Vía Villavicencio

SONDEO No. S 1 - 1

MUESTRA No. M - 2

PROFUNDIDAD, m 1.00

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00
REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 36 | 24 | 12 |
| P ₁ , gr | 35.45 | 34.52 | 37.38 |
| P ₂ , gr | 23.45 | 22.95 | 23.84 |
| P ₃ , gr | 8.00 | 8.60 | 8.00 |
| Humedad, % | 77.7 | 80.6 | 85.5 |

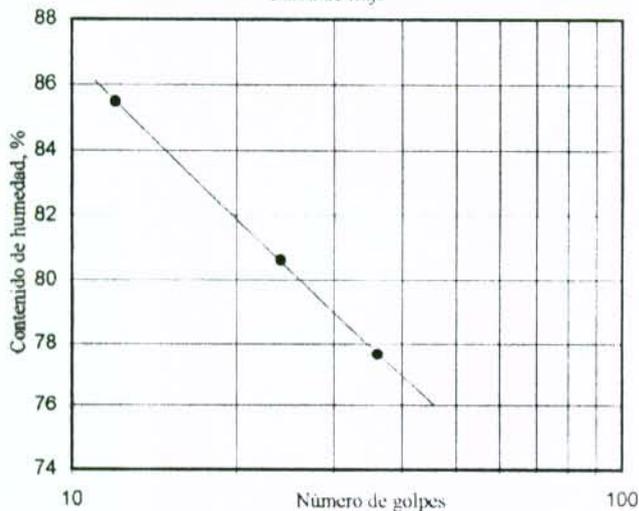
LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _p |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 41.12 | 40.85 | 72.51 |
| P ₂ , gr | 32.23 | 31.40 | 54.80 |
| P ₃ , gr | 12.31 | 10.25 | 21.40 |
| Humedad, % | 44.6 | 44.7 | 53.0 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|----------------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = 92.4 | | | |
| P ₂ , gr = 4.7 | | | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 0.7 | 0.76 | 99.24 |
| 100 | 1.2 | 1.30 | 97.94 |
| 200 | 2.8 | 3.03 | 94.91 |
| Fondo | 87.7 | 94.91 | 0.00 |
| Σ | 92.4 | 100 | |

Curva de Flujo



RESULTADOS

Limite liquido, % 80.3
 Limite plástico, % 44.7
 Indice de plasticidad, % 35.6

CLASIFICACION

USC MI1
 AASHTO A-7-5 (45)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 5.09 %I_f = 94.91

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Via Villavicencio

SONDEO No. S1 - 1

MUESTRA No. M - 3

PROFUNDIDAD, m 1.50

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00

REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 37 | 24 | 12 |
| P ₁ , gr | 41.18 | 41.74 | 46.12 |
| P ₂ , gr | 31.86 | 31.91 | 33.40 |
| P ₃ , gr | 18.20 | 18.70 | 18.00 |
| Humedad, % | 68.2 | 74.4 | 82.6 |

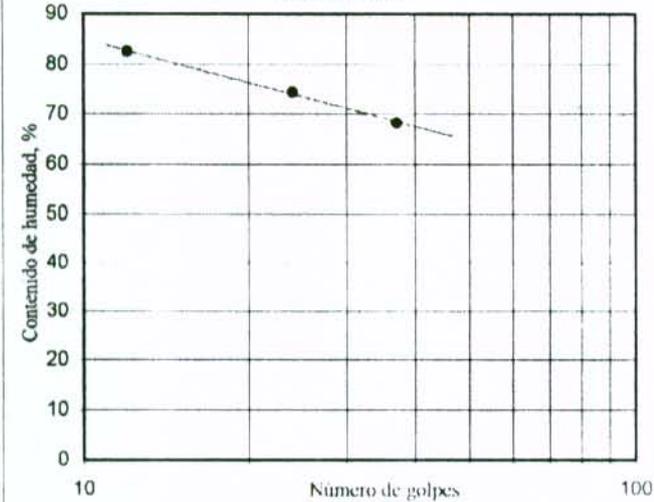
GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|----------------------------|---------------|-----------|---------------------------|
| P ₁ , gr = 67.4 | | | P ₂ , gr = 4.6 |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 0.8 | 1.19 | 98.81 |
| 100 | 1.3 | 1.93 | 96.88 |
| 200 | 2.5 | 3.71 | 93.18 |
| Fondo | 62.8 | 93.18 | |
| Σ | 67.4 | 100 | |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | w _r |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 49.32 | 50.42 | 67.40 |
| P ₂ , gr | 41.61 | 42.16 | 51.18 |
| P ₃ , gr | 19.70 | 19.00 | 18.70 |
| Humedad, % | 35.2 | 35.7 | 49.9 |

Curva de flujo



RESULTADOS

Límite líquido, % 73.5

Límite plástico, % 35.4

Índice de plasticidad, % 38.0

CLASIFICACION

USC MH

AASHTO A-7-5 (43)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 6.82 %F = 93.18

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S1-1

MUESTRA No. M-4

PROFUNDIDAD, m 2.00

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00

REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

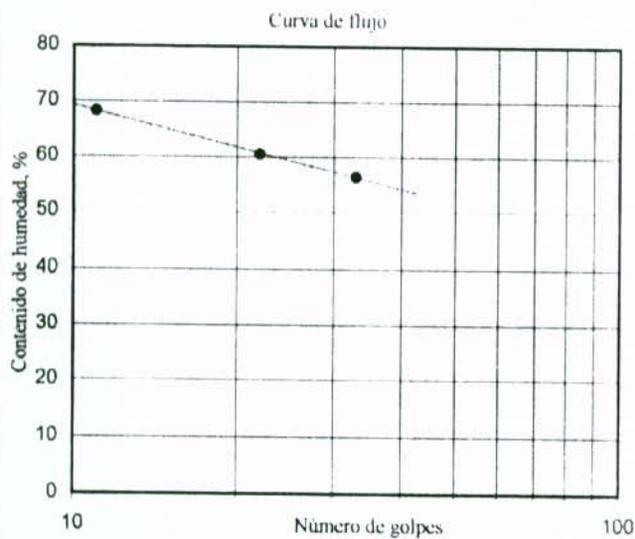
| ENSAYO No | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 33 | 22 | 11 |
| P ₁ , gr | 50.55 | 44.71 | 43.26 |
| P ₂ , gr | 38.95 | 34.77 | 33.00 |
| P ₃ , gr | 18.40 | 18.35 | 18.00 |
| Humedad, % | 56.4 | 60.5 | 68.4 |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 41.81 | 41.52 | 69.72 |
| P ₂ , gr | 37.30 | 37.00 | 53.67 |
| P ₃ , gr | 20.48 | 19.83 | 17.95 |
| Humedad, % | 26.8 | 26.3 | 44.9 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-------|---------------|-----------|--------|
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 1.3 | 1.61 | 98.39 |
| 60 | 0.5 | 0.62 | 97.77 |
| 100 | 2.4 | 2.97 | 94.80 |
| 200 | 1.6 | 1.98 | 92.81 |
| Fondo | 74.9 | 92.81 | |
| Σ | 80.7 | 100 | |



RESULTADOS

Límite líquido, % 59.3

Límite plástico, % 26.6

Índice de plasticidad, % 32.8

CLASIFICACION

USC CH

AASHTO A-7-6 (35)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 7.19 %I = 92.81

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ANALISIS GRANULOMETRICO

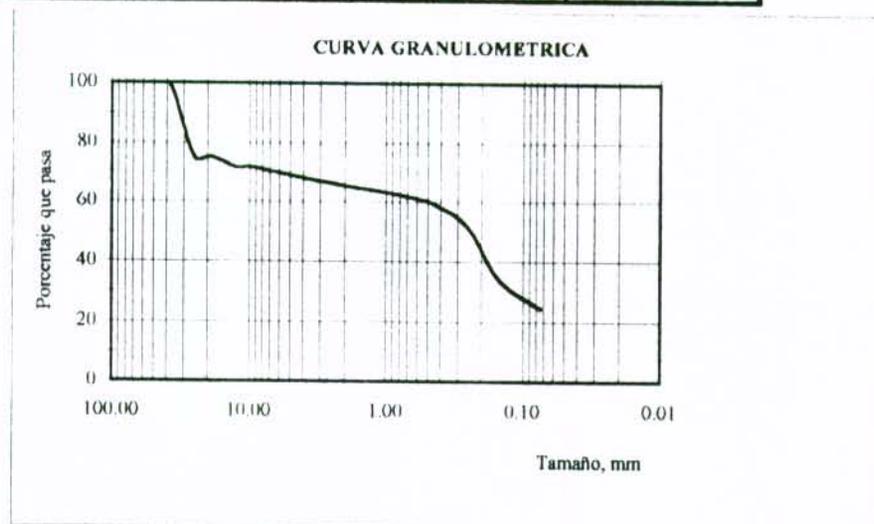
LOCALIZACION Carrera 5 No. 5 - 39
Villapinzon

SONDEO No. S 1 - 1 ENSAYO ASTM D421-58
MUESTRA No. M - 5 FECHA ene-21-00
PROFUNDIDAD, m 2.20 - 2.40 REALIZADO POR _____

Peso muestra seca, gr 356.20

| TAMIZ No | TAMAÑO, mm | PESO RET., gr | RETENIDO, % | PASA, % |
|----------|------------|---------------|-------------|---------|
| 3" | 76.20 | | | 100.00 |
| 2½" | 63.50 | | | 100.00 |
| 2" | 50.80 | | | 100.00 |
| 1½" | 38.10 | | | 100.00 |
| 1" | 25.40 | 87.70 | 24.62 | 75.38 |
| ¾" | 19.05 | | | 75.38 |
| ½" | 12.70 | 12.50 | 3.51 | 71.87 |
| 3/8" | 9.53 | | | 71.87 |
| 4 | 4.76 | 10.70 | 3.00 | 68.87 |
| 10 | 2.00 | 12.60 | 3.54 | 65.33 |
| 20 | 0.840 | 10.00 | 2.81 | 62.52 |
| 40 | 0.420 | 13.20 | 3.71 | 58.82 |
| 60 | 0.250 | 27.40 | 7.69 | 51.12 |
| 100 | 0.149 | 60.90 | 17.10 | 34.03 |
| 200 | 0.074 | 33.80 | 9.49 | 24.54 |
| Fondo | | 87.40 | 24.54 | |

| | | | |
|------|--|--------|--------|
| Suma | | 356.20 | 100.00 |
|------|--|--------|--------|



Observaciones NP - NI.

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION

Deslizamiento Barro España
 Via Villaviciencio

SONDEO No.

S1 - 1

MUESTRA No.

M - 6

PROFUNDIDAD, m

2.50 - 3.00

FECHA

21-ene-00

REALIZADO

EIG

LIMITE LIQUIDO

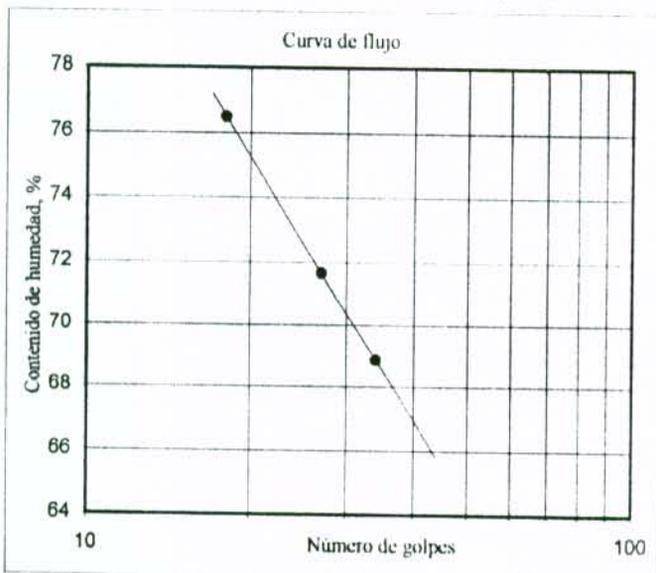
| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 34 | 27 | 18 |
| P ₁ , gr | 48.23 | 47.15 | 46.73 |
| P ₂ , gr | 31.62 | 30.45 | 29.51 |
| P ₃ , gr | 7.50 | 7.15 | 7.00 |
| Humedad, % | 68.9 | 71.7 | 76.5 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-----------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = | 92.4 | | |
| P ₂ , gr = | | 7.3 | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 2.1 | 2.27 | 97.73 |
| 100 | 1.8 | 1.95 | 95.78 |
| 200 | 3.4 | 3.68 | 92.10 |
| Fondo | 85.1 | 92.10 | 0.00 |
| Σ | 92.4 | 100 | |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 32.36 | 34.90 | 105.66 |
| P ₂ , gr | 26.99 | 29.19 | 86.07 |
| P ₃ , gr | 3.40 | 3.51 | 20.96 |
| Humedad, % | 22.8 | 22.2 | 30.1 |



RESULTADOS

Limite liquido, % 72.6
 Limite plástico, % 22.5
 Indice de plasticidad, % 50.1

CLASIFICACION

USC CH
 AASHTO A-7-6 (52)

OBSERVACIONES

%Cl = 0 %S = 7.9 %F = 92.1

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION

Deslizamiento Barrio España
Vía Villavicencio

SONDEO No.

S1 - 1

MUESTRA No.

M - 7

PROFUNDIDAD, m

3.00 - 3.50

FECHA

21-ene-00

REALIZADO

EIG

DESCRIPCION

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 34 | 22 | 12 |
| P ₁ , gr | 53.00 | 49.78 | 58.84 |
| P ₂ , gr | 33.10 | 30.63 | 33.98 |
| P ₃ , gr | 7.00 | 8.15 | 7.81 |
| Humedad, % | 76.2 | 85.2 | 95.0 |

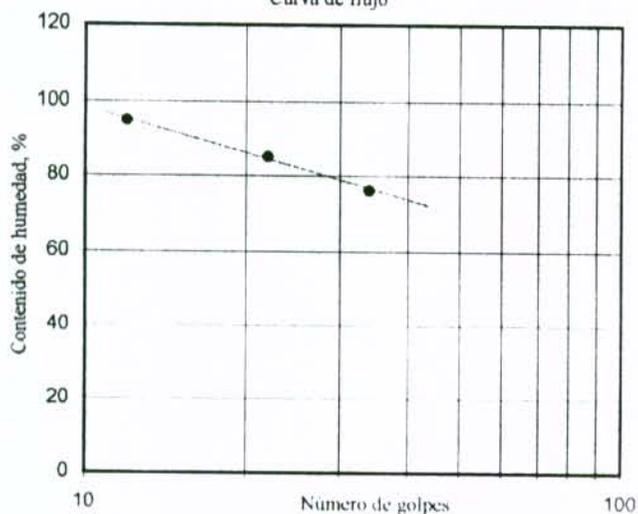
GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-----------------------------|---------------|---------------------------|--------|
| P ₁ , gr = 100.7 | | P ₂ , gr = 5.6 | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 0.8 | 0.79 | 99.21 |
| 60 | 0.5 | 0.50 | 98.71 |
| 100 | 1.6 | 1.59 | 97.12 |
| 200 | 2.7 | 2.68 | 94.44 |
| Fondo | 95.1 | 94.44 | |
| Σ | 100.7 | 100 | |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 44.00 | 45.20 | 81.32 |
| P ₂ , gr | 39.00 | 40.00 | 69.27 |
| P ₃ , gr | 18.85 | 18.70 | 18.56 |
| Humedad, % | 24.8 | 24.4 | 23.8 |

Curva de flujo



RESULTADOS

Límite líquido, % 82.2
 Límite plástico, % 24.6
 Índice de plasticidad, % 57.6

CLASIFICACION

USC CH
 AASHTO A-7-6 (63)

OBSERVACIONES

%C_l = 0 %S = 5.56 %I_p = 94.44

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S1-1

MUESTRA No. M-8

PROFUNDIDAD, m 3.50

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00

REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

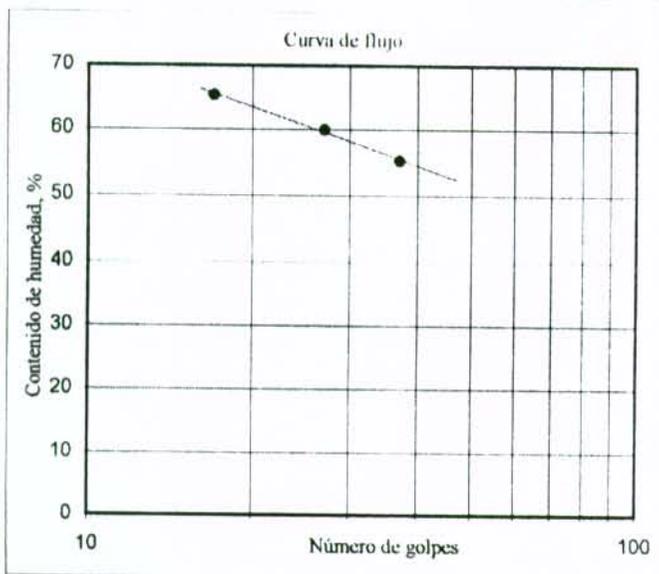
| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 37 | 27 | 17 |
| P ₁ , gr | 44.80 | 44.28 | 41.85 |
| P ₂ , gr | 34.72 | 33.95 | 32.15 |
| P ₃ , gr | 16.48 | 16.70 | 17.30 |
| Humedad, % | 55.3 | 59.9 | 65.3 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasado |
|----------------------------|---------------|-----------|---------------------------|
| P ₁ , gr = 82.6 | | | P ₂ , gr = 7.4 |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | 100.00 |
| 20 | 0.4 | 0.48 | 99.52 |
| 40 | 0.3 | 0.36 | 99.15 |
| 60 | 1.5 | 1.82 | 97.34 |
| 100 | 3.1 | 3.75 | 93.58 |
| 200 | 2.1 | 2.54 | 91.04 |
| Fondo | 75.2 | 91.04 | |
| Σ | 82.6 | 100 | |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 27.40 | 27.23 | 69.00 |
| P ₂ , gr | 23.00 | 22.90 | 59.96 |
| P ₃ , gr | 3.37 | 3.15 | 20.15 |
| Humedad, % | 22.4 | 21.9 | 22.7 |



RESULTADOS

Limite liquido, % 60.5

Limite plástico, % 22.2

Indice de plasticidad, % 38.3

CLASIFICACION

USC CH

AASHTO A-7-6 (38)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 8.96 %F = 91.04

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S 1 - 1

MUESTRA No. M - 9

PROFUNDIDAD, m 4.50

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00

REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

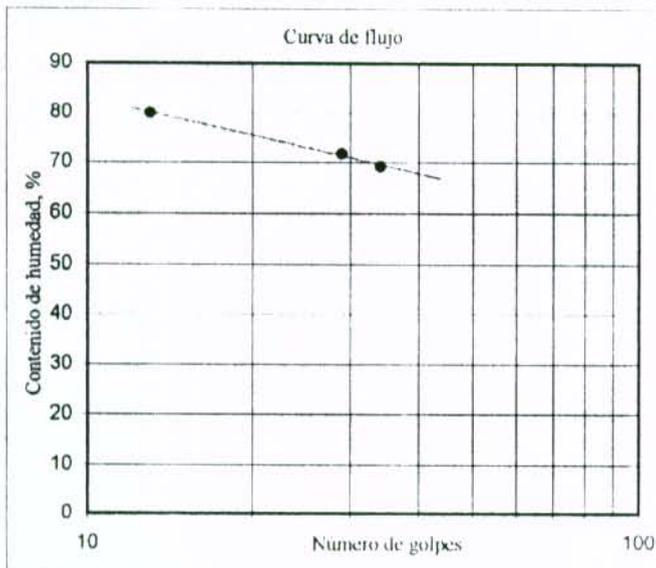
| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 34 | 29 | 13 |
| P ₁ , gr | 34.94 | 30.25 | 35.42 |
| P ₂ , gr | 24.00 | 21.00 | 24.12 |
| P ₃ , gr | 8.20 | 8.10 | 10.00 |
| Humedad, % | 69.2 | 71.7 | 80.0 |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | w _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 44.32 | 43.57 | 75.00 |
| P ₂ , gr | 40.00 | 39.00 | 63.00 |
| P ₃ , gr | 20.96 | 18.56 | 18.93 |
| Humedad, % | 22.7 | 22.4 | 27.2 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|----------------------------|---------------|-----------|---------------------------|
| P ₁ , gr = 80.6 | | | P ₂ , gr = 5.4 |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 1.1 | 1.36 | 98.64 |
| 100 | 0.9 | 1.12 | 97.52 |
| 200 | 3.4 | 4.22 | 93.30 |
| Fondo | 75.2 | 93.30 | |
| Σ | 80.6 | 100 | |



RESULTADOS

Limite líquido, % 72.9

Limite plástico, % 22.5

Indice de plasticidad, % 50.4

CLASIFICACION

USC CH

AASHTO A-7-6 (53)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 6.7 %F = 93.3

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S1-1

MUESTRA No. M-10

PROFUNDIDAD, m 5.50

DESCRIPCION

FECHA 21-cnc-00

REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

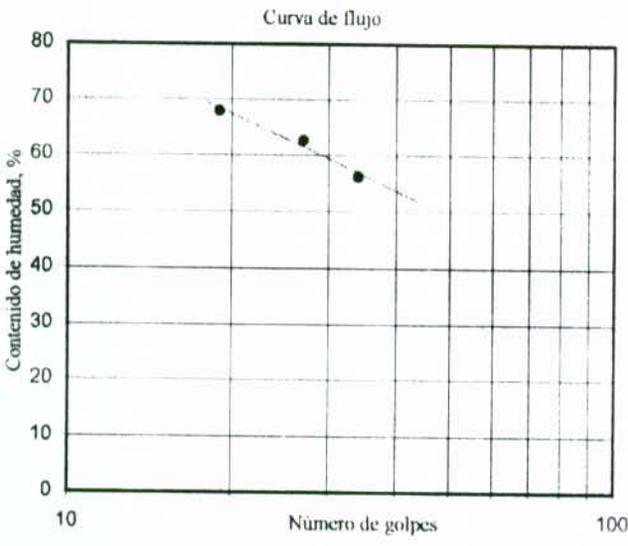
| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 34 | 27 | 19 |
| P ₁ , gr | 33.20 | 31.18 | 34.64 |
| P ₂ , gr | 24.66 | 22.46 | 23.85 |
| P ₃ , gr | 9.48 | 8.55 | 8.00 |
| Humedad, % | 56.3 | 62.7 | 68.1 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|----------------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = 69.3 | | | |
| P ₂ , gr = 6.1 | | | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 2.1 | 3.03 | 96.97 |
| 100 | 1.6 | 2.31 | 94.66 |
| 200 | 2.4 | 3.46 | 91.20 |
| Fondo | 63.2 | 91.20 | |
| Σ | 69.3 | 100 | |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _p |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 37.67 | 36.05 | 82.00 |
| P ₂ , gr | 32.26 | 31.00 | 71.70 |
| P ₃ , gr | 7.94 | 8.20 | 20.48 |
| Humedad, % | 22.2 | 22.1 | 20.1 |



RESULTADOS

Limite líquido, % 63.1

Limite plástico, % 22.2

Indice de plasticidad, % 40.9

CLASIFICACION

USC CH

AASHTO A-7-6 (41)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 8.8 %F = 91.2

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S1-1

MUESTRA No. M-11

PROFUNDIDAD, m 6.00

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00

REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

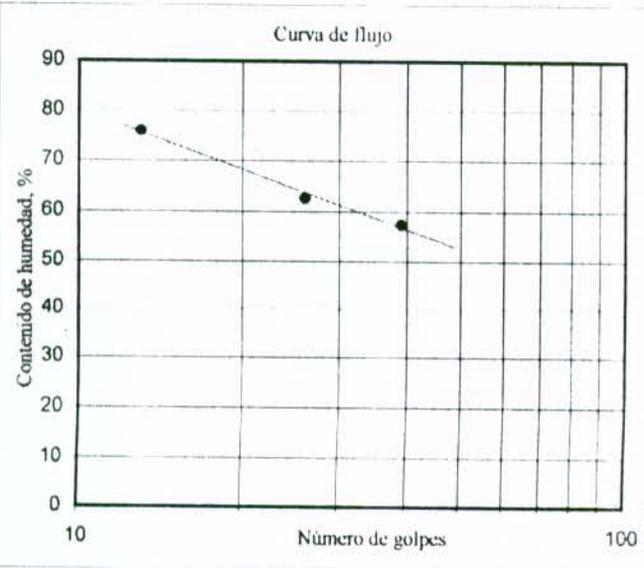
| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 39 | 26 | 13 |
| P ₁ , gr | 27.00 | 30.25 | 31.13 |
| P ₂ , gr | 19.92 | 21.82 | 21.24 |
| P ₃ , gr | 7.61 | 8.38 | 8.23 |
| Humedad, % | 57.5 | 62.7 | 76.0 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-----------------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = 102.8 | | | |
| P ₂ , gr = 7.1 | | | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 1.5 | 1.46 | 98.54 |
| 60 | 1.6 | 1.56 | 96.98 |
| 100 | 0.9 | 0.88 | 96.11 |
| 200 | 3.1 | 3.02 | 93.09 |
| Fondo | 95.7 | 93.09 | |
| Σ | 102.8 | 100 | |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 39.67 | 41.28 | 66.62 |
| P ₂ , gr | 35.31 | 36.42 | 57.12 |
| P ₃ , gr | 17.42 | 16.64 | 16.42 |
| Humedad, % | 24.4 | 24.6 | 23.3 |



RESULTADOS

Límite líquido, % 64.4

Límite plástico, % 24.5

Índice de plasticidad, % 40.0

CLASIFICACION

USC CH

AASHTO A-7-6 (42)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 6.91 %F = 93.09

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S1-1A

MUESTRA No. M-1

PROFUNDIDAD, m 0.60 - 1.00

DESCRIPCION

FECHA 21-euc-00

REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

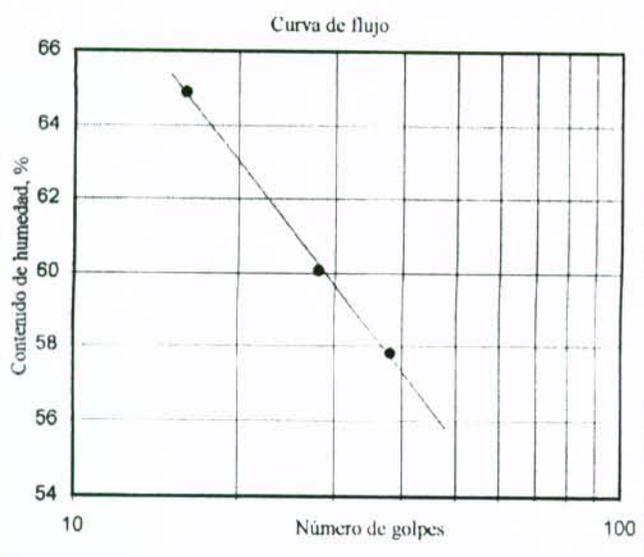
| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 38 | 28 | 16 |
| P ₁ , gr | 43.00 | 47.15 | 55.54 |
| P ₂ , gr | 33.31 | 35.46 | 40.11 |
| P ₃ , gr | 16.55 | 16.00 | 16.34 |
| Humedad, % | 57.8 | 60.1 | 64.9 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-------|---------------|-----------|--------|
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 0.5 | 0.53 | 99.47 |
| 60 | 0.8 | 0.86 | 98.61 |
| 100 | 2.6 | 2.78 | 95.83 |
| 200 | 1.7 | 1.82 | 94.01 |
| Fondo | 87.9 | 94.01 | |
| Σ | 93.5 | 100 | |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 38.83 | 37.89 | 81.00 |
| P ₂ , gr | 35.28 | 34.34 | 68.00 |
| P ₃ , gr | 19.60 | 18.84 | 21.00 |
| Humedad, % | 22.6 | 22.9 | 27.7 |



RESULTADOS

Limite liquido, % 61.2

Limite plástico, % 22.8

Indice de plasticidad, % 38.4

CLASIFICACION

USC CH

AASHTO A-7-6 (40)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 5.99 %F = 94.01

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S1-1A

MUESTRA No. M-2

PROFUNDIDAD, m 1.20 - 1.70

DESCRIPCION

FECHA REALIZADO 21-ene-00
 EIG

LIMITE LIQUIDO

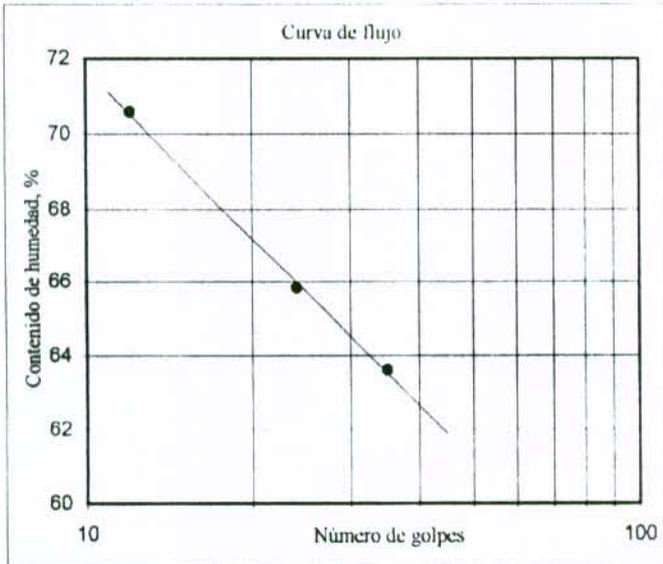
| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 35 | 24 | 12 |
| P ₁ , gr | 37.50 | 30.12 | 41.86 |
| P ₂ , gr | 26.00 | 21.34 | 28.19 |
| P ₃ , gr | 7.92 | 8.00 | 8.82 |
| Humedad, % | 63.6 | 65.8 | 70.6 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|----------------------------|---------------|-----------|---------------------------|
| P ₁ , gr = 80.4 | | | P ₂ , gr = 7.3 |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 2.4 | 2.99 | 97.01 |
| 100 | 1.8 | 2.24 | 94.78 |
| 200 | 3.1 | 3.86 | 90.92 |
| Fondo | 73.1 | 90.92 | |
| Σ | 80.4 | 100 | |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | w _p |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 28.74 | 32.92 | 72.46 |
| P ₂ , gr | 24.11 | 27.60 | 62.62 |
| P ₃ , gr | 3.00 | 3.26 | 19.50 |
| Humedad, % | 21.9 | 21.9 | 22.8 |



RESULTADOS

Limite liquido, % 65.7
 Limite plástico, % 21.9
 Indice de plasticidad, % 43.8

CLASIFICACION

USC CH
 AASHTO A-7-6 (44)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 9.08 %I' = 90.92

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|--|------------------------|
| LOCALIZACION | Deslizamiento Barrio España | | |
| | Via Villavicencio | | |
| SONDEO No. | SI - 1 A | | |
| MUESTRA No. | M - 3 | | FECHA 21-ene-00 |
| PROFUNDIDAD, m | 1.70 - 2.00 | | REALIZADO HIG |
| DESCRIPCION | | | |

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 37 | 25 | 13 |
| P ₁ , gr | 41.65 | 13.55 | 41.51 |
| P ₂ , gr | 30.65 | 30.99 | 31.50 |
| P ₃ , gr | 9.70 | 8.20 | 9.70 |
| Humedad, % | 52.5 | 55.1 | 59.8 |

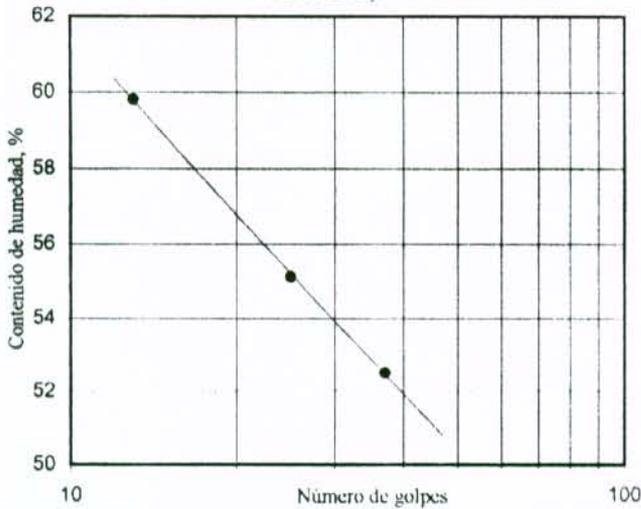
LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL.

| ENSAYO No. | 1 | 2 | w _c |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 30.75 | 32.35 | 65.00 |
| P ₂ , gr | 27.00 | 28.36 | 57.39 |
| P ₃ , gr | 8.50 | 9.40 | 18.00 |
| Humedad, % | 20.3 | 21.0 | 19.3 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|----------------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = 71.4 | | | |
| P ₂ , gr = 4.7 | | | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 0.5 | 0.70 | 99.30 |
| 60 | 1.6 | 2.24 | 97.06 |
| 100 | 1.7 | 2.38 | 94.68 |
| 200 | 0.9 | 1.26 | 93.42 |
| Fondo | 66.7 | 93.42 | |
| Σ | 71.4 | 100 | |

Curva de Flujo



RESULTADOS

| | |
|--------------------------|------|
| Limite liquido, % | 55.2 |
| Limite plástico, % | 20.7 |
| Indice de plasticidad, % | 34.5 |

CLASIFICACION

| | |
|--------|------------|
| USC | CH |
| AASHTO | A-7-6 (36) |

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 6.58 %F = 93.42

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-----------|--|
| LOCALIZACION | Deslizamiento Barrio España | | |
| | Vía Villavicencio | | |
| SONDEO No. | SI - 1 A | | |
| MUESTRA No. | M - 4 | | |
| PROFUNDIDAD, m | 2.00 | | |
| DESCRIPCION | | | |
| | FECHA | 21-ene-00 | |
| | REALIZADO | EIG | |

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 35 | 25 | 15 |
| P ₁ , gr | 36.37 | 33.72 | 36.14 |
| P ₂ , gr | 26.66 | 25.14 | 25.30 |
| P ₃ , gr | 7.90 | 9.75 | 7.65 |
| Humedad, % | 51.8 | 55.8 | 61.4 |

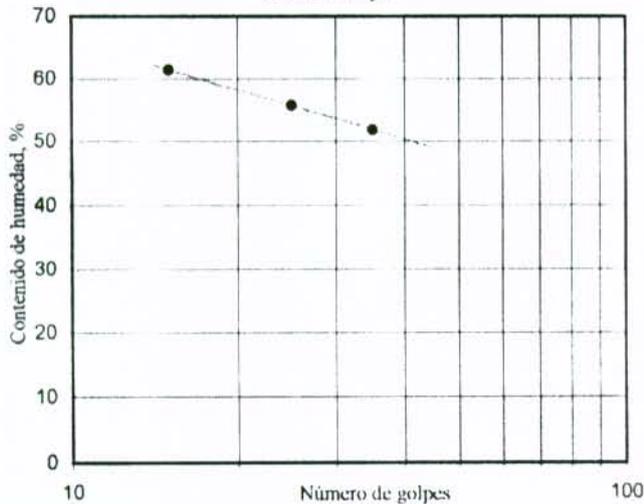
LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 33.15 | 28.99 | 68.42 |
| P ₂ , gr | 26.27 | 23.00 | 60.28 |
| P ₃ , gr | 3.37 | 3.00 | 19.60 |
| Humedad, % | 30.0 | 30.0 | 20.0 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-----------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = | 87.1 | | |
| P ₂ , gr = | 6.4 | | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 2.4 | 2.76 | 97.24 |
| 100 | 1.9 | 2.18 | 95.06 |
| 200 | 2.1 | 2.41 | 92.65 |
| Fondo | 80.7 | 92.65 | |
| Σ | 87.1 | 100 | |

Curva de flujo



RESULTADOS

| | |
|--------------------------|------|
| Limite liquido, % | 55.6 |
| Limite plástico, % | 30.0 |
| Indice de plasticidad, % | 25.7 |

CLASIFICACION

| | |
|--------|------------|
| USC | MH |
| AASHTO | A-7-5 (29) |

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 7.35 %F = 92.65

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Via Villavicencio

SONDEO No. S1-2

MUESTRA No. M-1

PROFUNDIDAD, m 0.10

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00

REALIZADO EIG

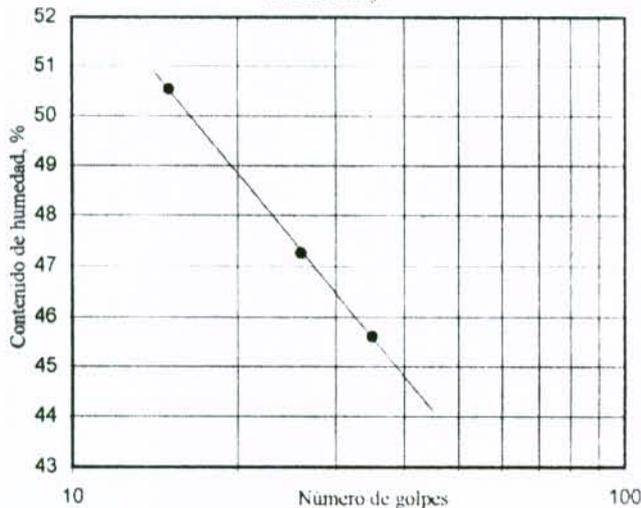
LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 35 | 26 | 15 |
| P ₁ , gr | 44.12 | 43.30 | 43.97 |
| P ₂ , gr | 32.59 | 31.57 | 31.71 |
| P ₃ , gr | 7.31 | 6.75 | 7.45 |
| Humedad, % | 45.6 | 47.3 | 50.5 |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No | 1 | 2 | w _p |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 42.65 | 42.74 | 73.70 |
| P ₂ , gr | 37.51 | 37.29 | 60.02 |
| P ₃ , gr | 20.15 | 18.95 | 21.00 |
| Humedad, % | 29.6 | 29.7 | 35.1 |

Curva de Flujo



GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-----------------------------|---------------|---------------------------|--------|
| P ₁ , gr = 104.5 | | P ₂ , gr = 7.1 | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 0.8 | 0.77 | 99.23 |
| 60 | 0.5 | 0.48 | 98.76 |
| 100 | 3.4 | 3.25 | 95.50 |
| 200 | 2.4 | 2.30 | 93.21 |
| Fondo | 97.4 | 93.21 | |
| Σ | 104.5 | 100 | |

RESULTADOS

Limite liquido, % 47.5

Limite plástico, % 29.7

Indice de plasticidad, % 17.9

CLASIFICACION

USC ML

AASHTO A-7-5 (20)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 6.79 %I' = 93.21

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|------------------|-----------|
| LOCALIZACION | Deslizamiento Barrio España | | |
| | Vía Villavicencio | | |
| SONDEO No. | S 1 - 2 | | |
| MUESTRA No. | M - 2 | FECHA | 21-ene-00 |
| PROFUNDIDAD, m | 1.00 | REALIZADO | EIG |
| DESCRIPCION | | | |

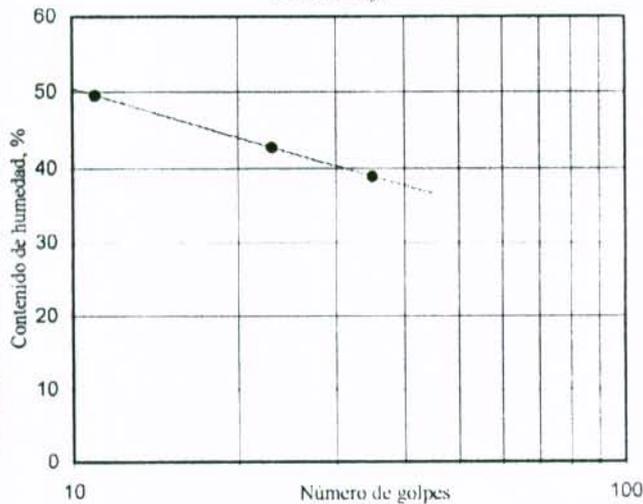
LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 35 | 23 | 11 |
| P ₁ , gr | 32.92 | 32.52 | 35.84 |
| P ₂ , gr | 24.65 | 23.83 | 24.96 |
| P ₃ , gr | 3.40 | 3.51 | 3.00 |
| Humedad, % | 38.9 | 42.8 | 49.5 |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No | 1 | 2 | m _p |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 66.73 | 67.97 | 68.60 |
| P ₂ , gr | 56.12 | 56.71 | 54.98 |
| P ₃ , gr | 21.60 | 19.50 | 20.95 |
| Humedad, % | 30.7 | 30.3 | 40.0 |

Curva de flujo



GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|----------------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = 58.4 | | | |
| P ₂ , gr = 5.2 | | | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 1.4 | 2.40 | 97.60 |
| 100 | 0.8 | 1.37 | 96.23 |
| 200 | 3.0 | 5.14 | 91.10 |
| Fondo | 53.2 | 91.10 | |
| Σ | 58.4 | 100 | |

RESULTADOS

| | |
|--------------------------|------|
| Limite liquido, % | 42.0 |
| Limite plástico, % | 30.5 |
| Indice de plasticidad, % | 11.5 |

CLASIFICACION

| | |
|--------|------------|
| USC | ML - OL |
| AASHTO | A-7-5 (13) |

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 8.9 %F = 91.1

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barro España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. SI - 2

MUESTRA No. M - 3

PROFUNDIDAD, m 1.60

DESCRIPCION

FECHA REALIZADO 21-ene-00
 EIG

LIMITE LIQUIDO

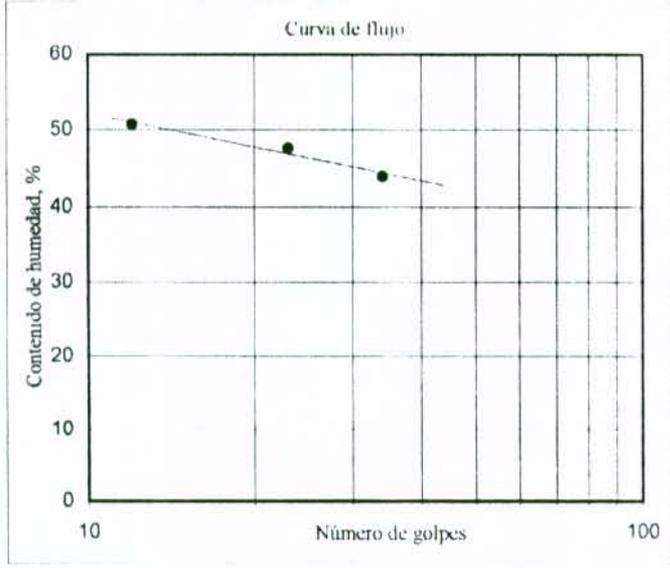
| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 34 | 23 | 12 |
| P ₁ , gr | 31.67 | 33.43 | 37.14 |
| P ₂ , gr | 22.95 | 23.69 | 25.71 |
| P ₃ , gr | 3.10 | 3.23 | 3.15 |
| Humedad, % | 43.9 | 47.6 | 50.7 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-------|---------------|-----------|--------|
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 0.5 | 0.77 | 99.23 |
| 60 | 0.7 | 1.08 | 98.15 |
| 100 | 2.2 | 3.40 | 94.74 |
| 200 | 1.9 | 2.94 | 91.81 |
| Fondo | 59.4 | 91.81 | |
| Σ | 64.7 | 100 | |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No | 1 | 2 | w _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 59.40 | 57.06 | 66.54 |
| P ₂ , gr | 50.00 | 48.12 | 54.89 |
| P ₃ , gr | 18.42 | 18.00 | 20.90 |
| Humedad, % | 29.8 | 29.7 | 34.3 |



RESULTADOS

Limite liquido, % 46.3

Limite plástico, % 29.7

Indice de plasticidad, % 16.6

CLASIFICACION

USC ML - OL

AASHTO A-7-6 (18)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 8.19 %F = 91.81

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S1-2

MUESTRA No. M-4

PROFUNDIDAD, m 2.10

DESCRIPCION

FECHA REALIZADO 21-ene-00
 HIG

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 36 | 22 | 16 |
| P ₁ , gr | 34.22 | 33.80 | 35.00 |
| P ₂ , gr | 27.58 | 26.75 | 27.46 |
| P ₃ , gr | 7.22 | 6.74 | 7.20 |
| Humedad, % | 32.6 | 35.2 | 37.2 |

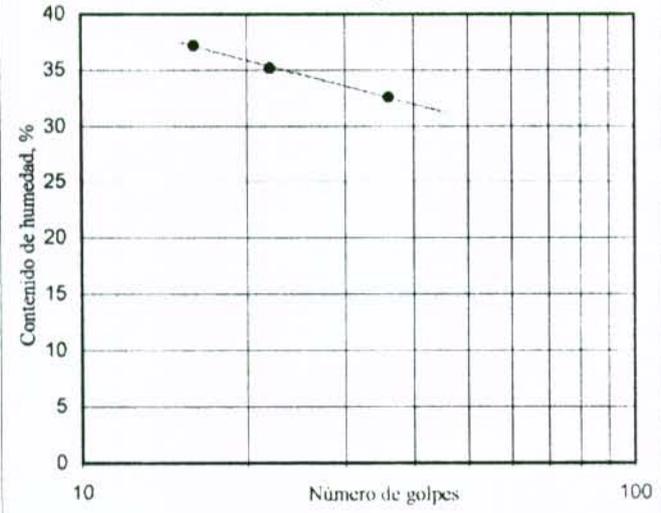
LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No | 1 | 2 | ω _p |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 46.34 | 42.25 | 55.52 |
| P ₂ , gr | 41.67 | 37.23 | 46.34 |
| P ₃ , gr | 23.64 | 17.31 | 19.80 |
| Humedad, % | 25.9 | 25.2 | 34.6 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|----------------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = 78.6 | | | |
| P ₂ , gr = 8.5 | | | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 1.4 | 1.78 | 98.22 |
| 60 | 1.3 | 1.65 | 96.56 |
| 100 | 3.1 | 3.94 | 92.6 |
| 200 | 2.7 | 3.44 | 89.19 |
| Fondo | 70.1 | 89.19 | |
| Σ | 78.6 | 100 | |

Curva de flujo



RESULTADOS

Limite liquido, % 34.6

Limite plástico, % 25.6

Indice de plasticidad, % 9.1

CLASIFICACION

USC ML-OL

AASHTO A-4 (9)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 10.81 %F = 89.19

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S I - 2

MUESTRA No. M - 5

PROFUNDIDAD, m 2.60

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00

REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 34 | 23 | 1-1 |
| P ₁ , gr | 41.72 | 42.55 | 40.97 |
| P ₂ , gr | 31.25 | 32.63 | 30.58 |
| P ₃ , gr | 3.15 | 8.90 | 7.94 |
| Humedad, % | 37.3 | 41.8 | 45.9 |

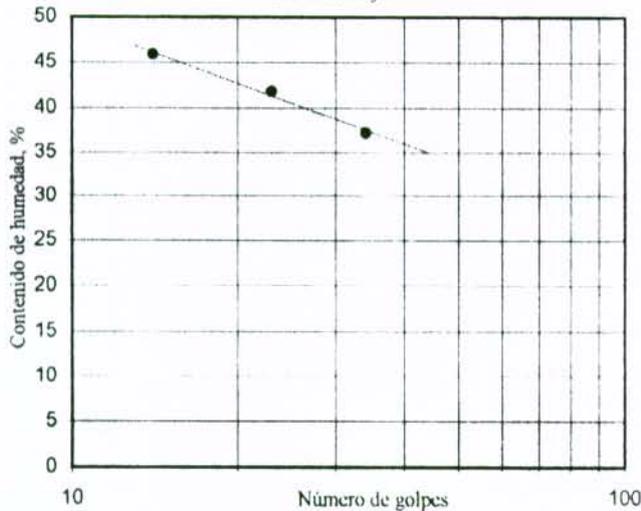
LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | w _p |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 27.52 | 27.75 | 68.23 |
| P ₂ , gr | 23.00 | 23.22 | 56.99 |
| P ₃ , gr | 8.15 | 8.28 | 19.50 |
| Humedad, % | 30.4 | 30.3 | 30.0 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|----------------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = 77.5 | | | |
| P ₂ , gr = 6.0 | | | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 2.2 | 2.84 | 97.16 |
| 100 | 1.8 | 2.32 | 94.84 |
| 200 | 2.0 | 2.58 | 92.26 |
| Fondo | 71.5 | 92.26 | |
| Σ | 77.5 | 100 | |

Curva de flujo



RESULTADOS

Límite líquido, % 40.5

Límite plástico, % 30.4

Índice de plasticidad, % 10.1

CLASIFICACION

USC ML - OL

AASHTO A-5 (12)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 7.74 %F = 92.26

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-----------|--|
| LOCALIZACION | Deslizamiento Barrio España | | |
| | Via Villavicencio | | |
| SONDEO No. | S1 - 2 | | |
| MUESTRA No. | M - 6 | | |
| PROFUNDIDAD, m | 3.10 | | |
| DESCRIPCION | | | |
| | FECHA | 21-euc-00 | |
| | REALIZADO | EIG | |

LIMITE LIQUIDO

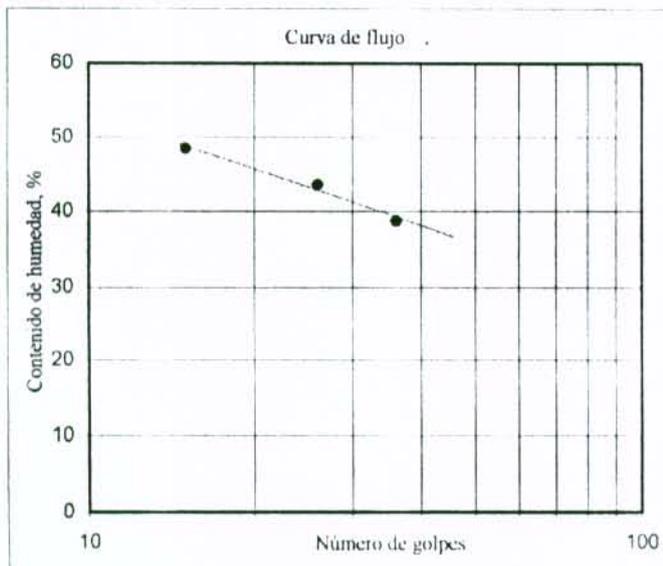
| ENSAYO No | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 36 | 26 | 15 |
| P ₁ , gr | 40.24 | 39.25 | 44.32 |
| P ₂ , gr | 31.57 | 30.02 | 32.69 |
| P ₃ , gr | 9.20 | 8.85 | 8.70 |
| Humedad, % | 38.8 | 43.6 | 48.5 |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No | 1 | 2 | w _r |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 30.72 | 30.30 | 82.68 |
| P ₂ , gr | 25.64 | 25.21 | 66.30 |
| P ₃ , gr | 9.30 | 9.00 | 20.22 |
| Humedad, % | 31.1 | 31.4 | 35.5 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-----------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = | 56.9 | | |
| P ₂ , gr = | | | 3.1 |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 0.5 | 0.88 | 99.12 |
| 100 | 0.7 | 1.23 | 97.89 |
| 200 | 1.9 | 3.34 | 94.55 |
| Fondo | 53.8 | 94.55 | |
| Σ | 56.9 | 100 | |



RESULTADOS

| | |
|--------------------------|------|
| Limite liquido, % | 43.2 |
| Limite plástico, % | 31.2 |
| Indice de plasticidad, % | 12.0 |

CLASIFICACION

| | |
|--------|-------------|
| USC | ML - ol |
| AASHTO | A-7-5 (14) |

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 5.45 %I' = 94.55

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S1 - 2

MUESTRA No. M - 7

PROFUNDIDAD, m 3.60

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00

REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

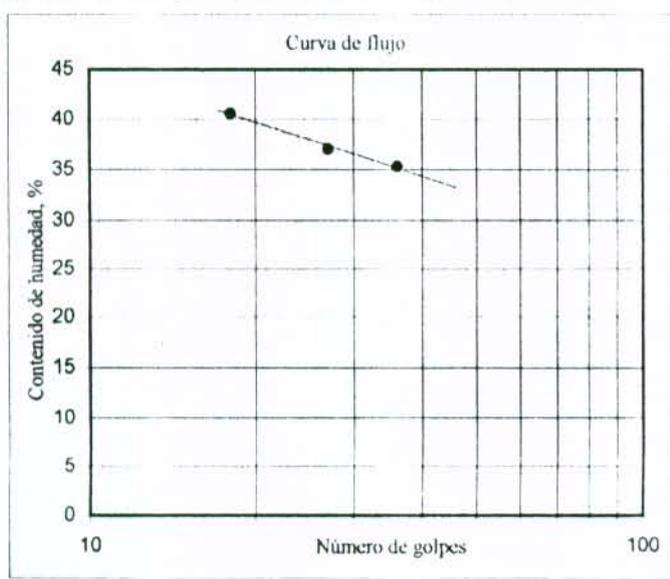
| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 36 | 27 | 18 |
| P ₁ , gr | 43.32 | 43.09 | 51.50 |
| P ₂ , gr | 33.84 | 35.82 | 41.48 |
| P ₃ , gr | 7.00 | 16.20 | 16.81 |
| Humedad, % | 35.3 | 37.1 | 40.6 |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | w _r |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 36.58 | 35.18 | 70.40 |
| P ₂ , gr | 31.00 | 29.51 | 54.51 |
| P ₃ , gr | 9.20 | 7.61 | 19.00 |
| Humedad, % | 25.6 | 25.9 | 44.7 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-------|---------------|-----------|--------|
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 0.3 | 0.33 | 99.67 |
| 60 | 1.5 | 1.64 | 98.03 |
| 100 | 2.1 | 2.30 | 95.74 |
| 200 | 2.0 | 2.19 | 93.55 |
| Fondo | 85.6 | 93.55 | |
| Σ | 91.5 | 100 | |



RESULTADOS

Limite liquido, % 38.0

Limite plástico, % 25.7

Indice de plasticidad, % 12.2

CLASIFICACION

USC MI - OL

AASHTO A-6 (13)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 6.45 %I = 93.55

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S1 - 2

MUESTRA No. M - 8 **FECHA** 21-ene-00

PROFUNDIDAD, m 4.10 **REALIZADO** EIG

DESCRIPCION

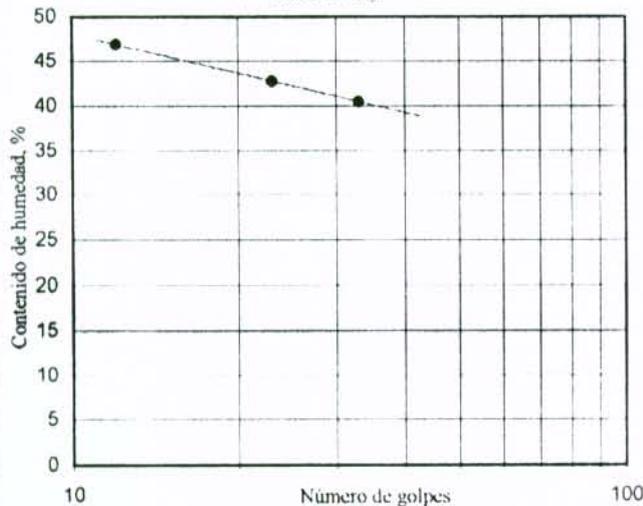
LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 33 | 23 | 12 |
| P ₁ , gr | 47.00 | 42.84 | 40.55 |
| P ₂ , gr | 36.01 | 32.49 | 30.26 |
| P ₃ , gr | 8.85 | 8.27 | 8.30 |
| Humedad, % | 40.5 | 42.7 | 46.9 |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 37.99 | 40.85 | 76.40 |
| P ₂ , gr | 30.80 | 33.00 | 60.60 |
| P ₃ , gr | 3.10 | 3.25 | 21.70 |
| Humedad, % | 26.0 | 26.4 | 40.6 |

Curva de flujo



GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-----------------------|---------------|---------------------------|--------|
| P ₁ , gr = | 102.7 | P ₂ , gr = 7.4 | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 2.5 | 2.43 | 97.57 |
| 100 | 1.8 | 1.75 | 95.81 |
| 200 | 3.1 | 3.02 | 92.79 |
| Fondo | 95.3 | 92.79 | |
| Σ | 102.7 | 100 | |

RESULTADOS

Limite líquido, % 42.2

Limite plástico, % 26.2

Indice de plasticidad, % 16.0

CLASIFICACION

USC ML - OL

AASHTO A-7-6 (17)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 7.21 %F = 92.79

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S1-2

MUESTRA No. M-9

PROFUNDIDAD, m 4.60

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00

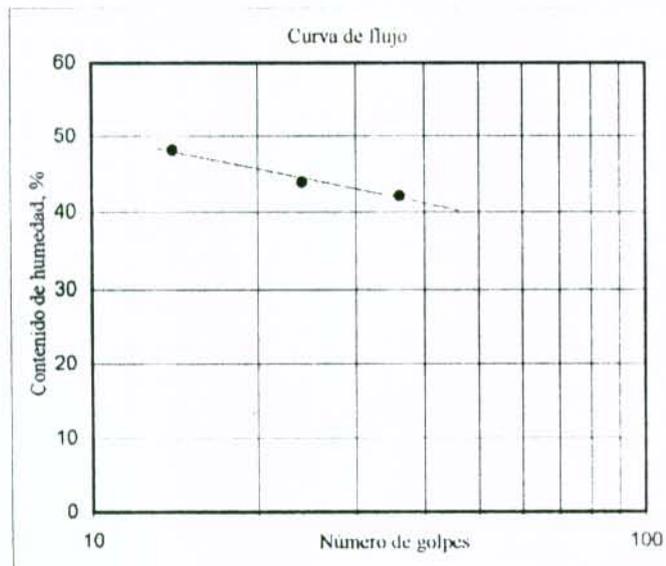
REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 36 | 24 | 14 |
| P ₁ , gr | 36.26 | 40.44 | 32.43 |
| P ₂ , gr | 28.01 | 30.67 | 24.82 |
| P ₃ , gr | 8.41 | 8.42 | 9.00 |
| Humedad, % | 42.1 | 43.9 | 48.1 |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _r |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 38.79 | 42.15 | 58.50 |
| P ₂ , gr | 32.82 | 36.34 | 47.96 |
| P ₃ , gr | 13.21 | 17.42 | 19.65 |
| Humedad, % | 30.4 | 30.7 | 37.2 |



OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 8.72 %L = 91.28

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-------|---------------|-----------|--------|
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 0.8 | 1.07 | 98.93 |
| 100 | 2.4 | 3.22 | 95.70 |
| 200 | 3.3 | 4.43 | 91.28 |
| Fondo | 68.0 | 91.28 | |
| Σ | 74.5 | 100 | |

RESULTADOS

Limite liquido, % 44.2

Limite plástico, % 30.6

Indice de plasticidad, % 13.6

CLASIFICACION

USC ML-CL

AASHTO A-7-5 (15)

Laboratorio de Mecánica de Suelos
COMPRESION INCONFINADA

LOCALIZACION

Deslizamiento Barrio España
 Via Villavicencio

SONDEO No.

S 1 - 2

ENSAYO

ASTM 2166-66

MUESTRA No.

M - 10

FECHA

ene-21-00

PROFUNDIDAD, m

6.00

REALIZADO POR

| | |
|------------|-------|
| P1, gr | 61.30 |
| P2, gr | 55.34 |
| P3, gr | 18.84 |
| Humedad, % | 16.3 |

| | |
|--------------|--------|
| Peso, gr | 150.10 |
| Diámetro, cm | 3.50 |
| Altura, cm | 7.70 |

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Area, cm ² | 9.62 |
| Volumen, cm ³ | 74.08 |
| γ _s , gr/cm ³ | 2.026 |

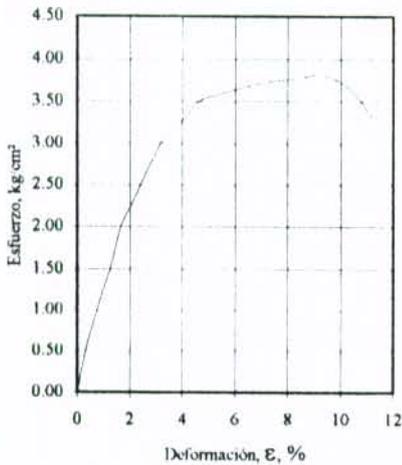
| | |
|-------------------------------------|------|
| R _p , kg/cm ² | 4.10 |
| Veleta, kg/cm ² | 2.00 |

| | |
|----------------------------|--------|
| Anillo | 3883 |
| K, kg/1x10 ⁻³ m | 0.1428 |

| LECTURA DEF x10 ⁻¹ m | LECTURA ANILLO x10 ⁻³ m | CARGA kg | AREA cm ² | ESFUERZO kg/cm ² | DEF., ε % |
|---------------------------------|------------------------------------|----------|----------------------|-----------------------------|-----------|
|---------------------------------|------------------------------------|----------|----------------------|-----------------------------|-----------|

| | | | | | |
|-----|-----|-------|-------|------|-------|
| 10 | 36 | 5.14 | 9.65 | 0.53 | 0.33 |
| 20 | 61 | 8.71 | 9.69 | 0.90 | 0.66 |
| 30 | 86 | 12.28 | 9.72 | 1.26 | 0.99 |
| 40 | 108 | 15.42 | 9.75 | 1.58 | 1.32 |
| 50 | 137 | 19.56 | 9.78 | 2.00 | 1.65 |
| 60 | 152 | 21.71 | 9.82 | 2.21 | 1.98 |
| 70 | 167 | 23.85 | 9.85 | 2.42 | 2.31 |
| 80 | 184 | 26.28 | 9.88 | 2.66 | 2.64 |
| 90 | 200 | 28.56 | 9.92 | 2.88 | 2.97 |
| 100 | 213 | 30.42 | 9.95 | 3.06 | 3.30 |
| 120 | 229 | 32.70 | 10.02 | 3.26 | 3.96 |
| 140 | 247 | 35.27 | 10.09 | 3.50 | 4.62 |
| 160 | 254 | 36.27 | 10.16 | 3.57 | 5.28 |
| 180 | 260 | 37.13 | 10.23 | 3.63 | 5.94 |
| 200 | 266 | 37.98 | 10.30 | 3.69 | 6.60 |
| 220 | 271 | 38.70 | 10.37 | 3.73 | 7.26 |
| 240 | 275 | 39.27 | 10.45 | 3.76 | 7.92 |
| 260 | 279 | 39.84 | 10.52 | 3.79 | 8.58 |
| 280 | 283 | 40.41 | 10.60 | 3.81 | 9.24 |
| 300 | 280 | 39.98 | 10.68 | 3.74 | 9.90 |
| 320 | 270 | 38.56 | 10.76 | 3.58 | 10.56 |
| 340 | 250 | 35.70 | 10.84 | 3.29 | 11.22 |

Compresión Inconfinada



OBSERVACIONES Muestra recuperada por el Split Sampler Spoon

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Via Villavicencio

SONDEO No. S 1 - 2

MUESTRA No. M - 10

PROFUNDIDAD, m 6.00

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00

REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

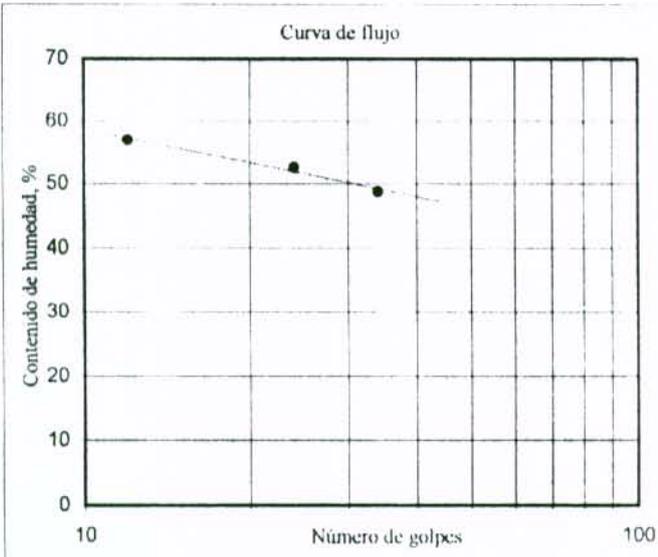
| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 34 | 24 | 12 |
| P ₁ , gr | 45.56 | 40.84 | 45.73 |
| P ₂ , gr | 35.95 | 32.41 | 34.94 |
| P ₃ , gr | 16.25 | 16.37 | 16.00 |
| Humedad, % | 48.8 | 52.6 | 57.0 |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω_n |
|---------------------|-------|-------|------------|
| P ₁ , gr | 46.00 | 44.86 | 61.30 |
| P ₂ , gr | 41.00 | 40.00 | 55.34 |
| P ₃ , gr | 18.44 | 17.50 | 18.81 |
| Humedad, % | 22.2 | 21.6 | 16.3 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|----------------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = 77.2 | | | |
| P ₂ , gr = 5.4 | | | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 0.5 | 0.65 | 99.35 |
| 60 | 0.5 | 0.65 | 98.70 |
| 100 | 1.6 | 2.07 | 96.63 |
| 200 | 2.8 | 3.63 | 93.01 |
| Fondo | 71.8 | 93.01 | |
| Σ | 77.2 | 100 | |



RESULTADOS

Limite líquido, % 51.6

Limite plástico, % 21.9

Indice de plasticidad, % 29.7

CLASIFICACION

USC CH

AASHTO A-7-6 (31)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 6.99 %I = 93.01

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
Via Villavicencio

SONDEO No. S1-2

MUESTRA No. M-11

PROFUNDIDAD, m 6.50

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00
REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 34 | 24 | 14 |
| P ₁ , gr | 34.67 | 35.45 | 36.34 |
| P ₂ , gr | 25.26 | 26.02 | 25.72 |
| P ₃ , gr | 7.78 | 9.30 | 7.97 |
| Humedad, % | 53.8 | 56.4 | 59.8 |

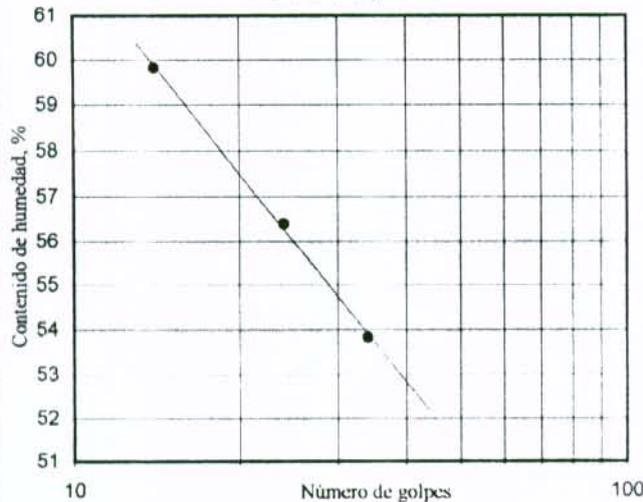
LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | w _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 29.35 | 34.13 | 51.34 |
| P ₂ , gr | 24.60 | 28.40 | 46.31 |
| P ₃ , gr | 3.00 | 3.24 | 18.95 |
| Humedad, % | 22.0 | 22.8 | 18.4 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-------|---------------|-----------|--------|
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 1.4 | 1.41 | 98.59 |
| 100 | 0.8 | 0.80 | 97.79 |
| 200 | 3.1 | 3.12 | 94.67 |
| Fondo | 94.1 | 94.67 | 0.0% |
| Σ | 99.4 | 100 | |

Curva de flujo



RESULTADOS

Limite líquido, % 56.0
 Limite plástico, % 22.4
 Indice de plasticidad, % 33.6

CLASIFICACION

USC CH
 AASHTO A-7-6 (36)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 5.33 %F = 94.67

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S1-3

MUESTRA No. M-1

PROFUNDIDAD, m 0.20

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00

REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 35 | 25 | 15 |
| P ₁ , gr | 32.05 | 27.47 | 32.21 |
| P ₂ , gr | 21.75 | 18.53 | 20.60 |
| P ₃ , gr | 3.22 | 3.22 | 3.00 |
| Humedad, % | 55.6 | 58.4 | 66.0 |

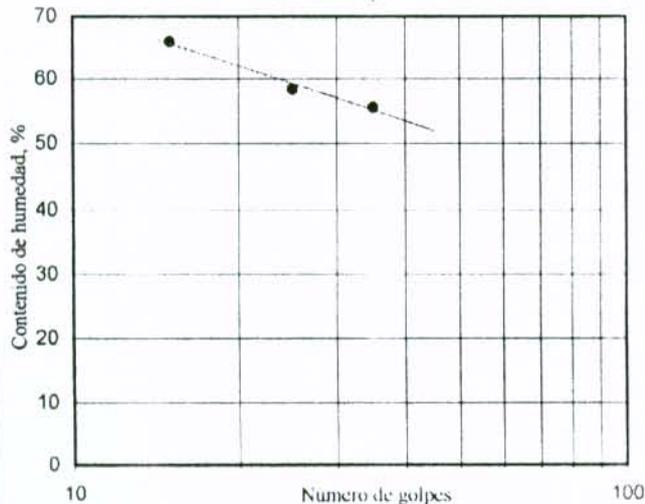
LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No | 1 | 2 | w _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 46.85 | 50.80 | 73.75 |
| P ₂ , gr | 39.80 | 42.71 | 64.24 |
| P ₃ , gr | 18.20 | 18.00 | 20.20 |
| Humedad, % | 32.6 | 32.7 | 21.6 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pas' |
|-------|---------------|-----------|--------|
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 0.8 | 0.97 | 99.03 |
| 100 | 2.8 | 3.41 | 95.62 |
| 200 | 2.3 | 2.80 | 92.82 |
| Fondo | 76.3 | 92.82 | |
| Σ | 82.2 | 100 | |

Curva de flujo



RESULTADOS

Limite liquido, % 59.3

Limite plástico, % 32.7

Indice de plasticidad, % 26.6

CLASIFICACION

USC M11 - OH

AASHTO A-7-5 (30)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 7.18 %F = 92.82

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|------------------|-----------|
| LOCALIZACION | Deslizamiento Barrio España | | |
| | Vía Villavicencio | | |
| SONDEO No. | S 1 - 3 | | |
| MUESTRA No. | M - 2 | FECHA | 21-ene-00 |
| PROFUNDIDAD, m | 0.70 | REALIZADO | EIG |
| DESCRIPCION | | | |

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 35 | 25 | 14 |
| P ₁ , gr | 31.37 | 28.92 | 34.17 |
| P ₂ , gr | 22.10 | 20.36 | 23.17 |
| P ₃ , gr | 3.00 | 3.26 | 3.37 |
| Humedad, % | 48.5 | 50.1 | 55.6 |

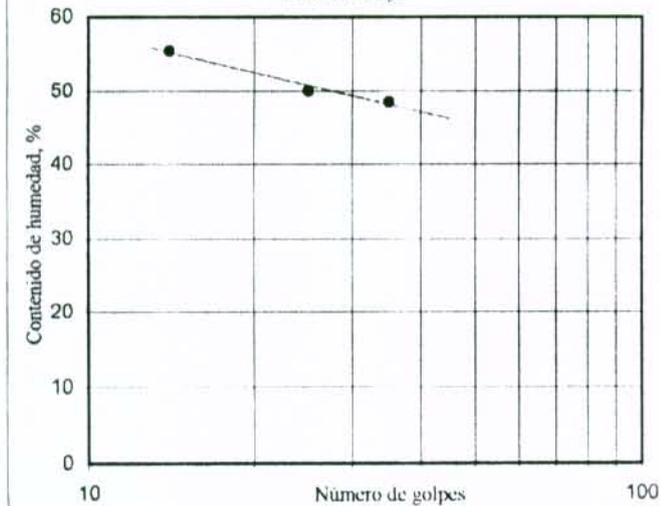
LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 29.41 | 31.15 | 58.80 |
| P ₂ , gr | 24.76 | 26.15 | 51.04 |
| P ₃ , gr | 3.22 | 3.22 | 17.70 |
| Humedad, % | 21.6 | 21.8 | 23.3 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-----------------------|---------------|-----------------------|--------|
| P ₁ , gr = | 66.8 | P ₂ , gr = | 8.7 |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 1.2 | 1.80 | 98.20 |
| 60 | 1.8 | 2.69 | 95.51 |
| 100 | 3.1 | 4.64 | 90.87 |
| 200 | 2.6 | 3.89 | 86.98 |
| Fondo | 58.1 | 86.98 | |
| Σ | 66.8 | 100 | |

Curva de Flujo



RESULTADOS

| | |
|--------------------------|------|
| Limite liquido, % | 50.7 |
| Limite plastico, % | 21.7 |
| Indice de plasticidad, % | 29.0 |

CLASIFICACION

| | |
|--------|------------|
| USC | CH |
| AASHTO | A-7-6 (27) |

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 13.02 %F = 86.98

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S1 - 3

MUESTRA No. M - 3

PROFUNDIDAD, m 1.20

DESCRIPCION

FECHA 21-ene-00

REALIZADO EIG

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 35 | 23 | 12 |
| P ₁ , gr | 34.34 | 33.77 | 30.32 |
| P ₂ , gr | 25.84 | 24.92 | 21.82 |
| P ₃ , gr | 3.20 | 3.24 | 3.37 |
| Humedad, % | 37.5 | 40.8 | 46.1 |

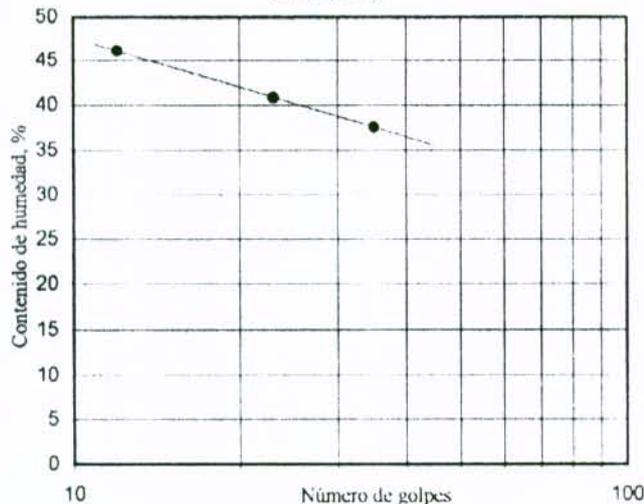
GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-----------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = | 93.0 | | |
| P ₂ , gr = | 7.0 | | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 0.5 | 0.54 | 99.46 |
| 60 | 1.3 | 1.40 | 98.06 |
| 100 | 2.8 | 3.01 | 95.05 |
| 200 | 2.4 | 2.58 | 92.47 |
| Fondo | 86.0 | 92.47 | |
| Σ | 93.0 | 100 | |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | w _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 30.95 | 33.18 | 66.00 |
| P ₂ , gr | 26.11 | 28.54 | 59.11 |
| P ₃ , gr | 8.00 | 10.92 | 21.60 |
| Humedad, % | 26.7 | 26.3 | 18.4 |

Curva de flujo



RESULTADOS

Limite liquido, % 40.2

Limite plástico, % 26.5

Indice de plasticidad, % 13.7

CLASIFICACION

USC ML - OL

AASHTO A-6 (15)

OBSERVACIONES

%Cl = 0 %S = 7.53 %I_p = 92.47

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S 1 - 3
MUESTRA No. M - 4
PROFUNDIDAD, m 1.70

FECHA REALIZADO 21-ene-00
 EIG

DESCRIPCION

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 36 | 26 | 16 |
| P ₁ , gr | 45.20 | 43.15 | 44.72 |
| P ₂ , gr | 35.99 | 34.13 | 34.58 |
| P ₃ , gr | 16.54 | 16.35 | 16.23 |
| Humedad, % | 47.4 | 50.7 | 55.3 |

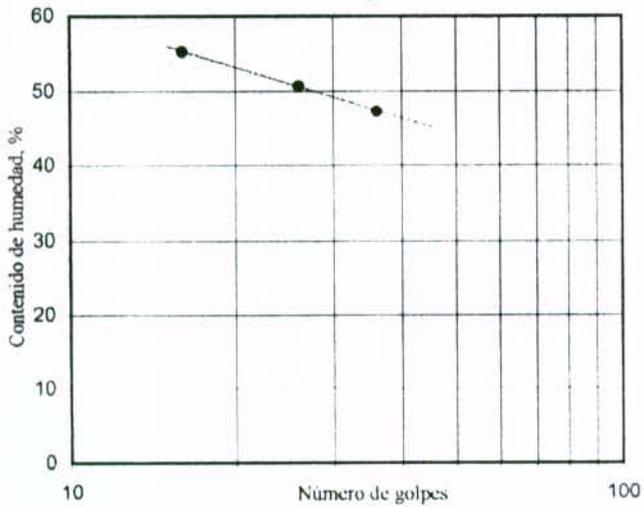
GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-------|---------------|-----------|--------|
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | 100.00 |
| 20 | 0.2 | 0.20 | 99.80 |
| 40 | 1.6 | 1.57 | 98.23 |
| 60 | 0.8 | 0.79 | 97.44 |
| 100 | 3.1 | 3.05 | 94.40 |
| 200 | 2.9 | 2.85 | 91.54 |
| Fondo | 93.1 | 91.54 | |
| Σ | 101.7 | 100 | |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 39.52 | 38.67 | 64.90 |
| P ₂ , gr | 34.81 | 33.94 | 58.15 |
| P ₃ , gr | 8.60 | 8.00 | 20.90 |
| Humedad, % | 18.0 | 18.2 | 18.1 |

Curva de flujo



RESULTADOS

Limite liquido, % 51.0
 Limite plástico, % 18.1
 Indice de plasticidad, % 32.9

CLASIFICACION

USC CH
 AASHTO A-7-6 (32)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 8.46 %F = 91.54

Laboratorio de Mecanica de Suelos
COMPRESION INCONFINADA

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
Via Villavicencio

SONDEO No. S 1 - 3 ENSAYO ASTM 2166-66
 MUESTRA No. M - 5 FECHA ene-21-00
 PROFUNDIDAD, m 2.20 REALIZADO POR _____

| | |
|------------|-------|
| P1, gr | 69.84 |
| P2, gr | 63.52 |
| P3, gr | 19.70 |
| Humedad, % | 14.4 |

| | |
|--------------|--------|
| Peso, gr | 161.00 |
| Diámetro, cm | 3.50 |
| Altura, cm | 8.00 |

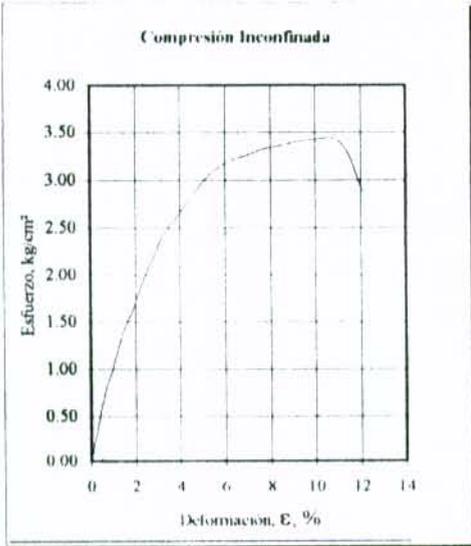
| | |
|-------------------------------------|-------|
| Area, cm ² | 9.62 |
| Volumen, cm ³ | 76.97 |
| γ _s , gr/cm ³ | 2.092 |

| | |
|-------------------------------|------|
| Rp, kg/cm ² | 3.60 |
| Velocidad, kg/cm ² | 1.60 |

| | |
|-----------------------------|--------|
| Anillo | 3883 |
| K, kg/1x10 ⁻⁴ in | 0.1428 |

| LECTURA DEF x 10 ⁻⁴ in | LECTURA ANILLO x 10 ⁻⁴ in | CARGA kg | AREA cm ² | ESFUERZO kg/cm ² | DEF., E % |
|-----------------------------------|--------------------------------------|----------|----------------------|-----------------------------|-----------|
|-----------------------------------|--------------------------------------|----------|----------------------|-----------------------------|-----------|

| | | | | | |
|-----|-----|-------|-------|------|-------|
| 10 | 27 | 3.86 | 9.65 | 0.40 | 0.32 |
| 20 | 51 | 7.28 | 9.68 | 0.75 | 0.64 |
| 30 | 68 | 9.71 | 9.71 | 1.00 | 0.95 |
| 40 | 86 | 12.28 | 9.74 | 1.26 | 1.27 |
| 50 | 101 | 14.42 | 9.78 | 1.48 | 1.59 |
| 60 | 112 | 15.99 | 9.81 | 1.63 | 1.91 |
| 70 | 128 | 18.28 | 9.84 | 1.86 | 2.22 |
| 80 | 142 | 20.28 | 9.87 | 2.05 | 2.54 |
| 90 | 154 | 21.99 | 9.90 | 2.22 | 2.86 |
| 100 | 167 | 23.85 | 9.94 | 2.40 | 3.18 |
| 120 | 182 | 25.99 | 10.00 | 2.60 | 3.81 |
| 140 | 198 | 28.27 | 10.07 | 2.81 | 4.45 |
| 160 | 213 | 30.42 | 10.14 | 3.00 | 5.08 |
| 180 | 224 | 31.99 | 10.20 | 3.13 | 5.72 |
| 200 | 231 | 32.99 | 10.27 | 3.21 | 6.35 |
| 220 | 236 | 33.70 | 10.34 | 3.26 | 6.99 |
| 240 | 242 | 34.56 | 10.41 | 3.32 | 7.62 |
| 260 | 246 | 35.13 | 10.49 | 3.35 | 8.26 |
| 280 | 250 | 35.70 | 10.56 | 3.38 | 8.89 |
| 300 | 254 | 36.27 | 10.63 | 3.41 | 9.53 |
| 320 | 257 | 36.70 | 10.71 | 3.43 | 10.16 |
| 340 | 259 | 36.99 | 10.79 | 3.43 | 10.80 |
| 360 | 250 | 35.70 | 10.86 | 3.29 | 11.43 |
| 380 | 221 | 31.56 | 10.94 | 2.88 | 12.07 |



OBSERVACIONES: Muestra recuperada por el Split Sampler Spoon

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S1-3
MUESTRA No. M-5
PROFUNDIDAD, m 2.20

FECHA 21-ene-00
REALIZADO EIG

DESCRIPCION

LIMITE LIQUIDO

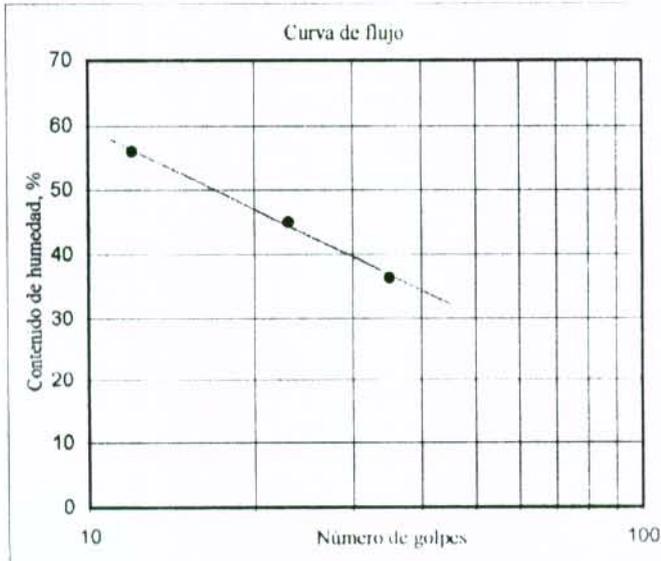
| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 35 | 23 | 12 |
| P ₁ , gr | 50.00 | 56.05 | 59.38 |
| P ₂ , gr | 38.76 | 43.72 | 44.00 |
| P ₃ , gr | 7.92 | 16.40 | 16.55 |
| Humedad, % | 36.4 | 45.1 | 56.0 |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No | 1 | 2 | ω _p |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 34.70 | 33.70 | 69.84 |
| P ₂ , gr | 30.88 | 29.97 | 63.52 |
| P ₃ , gr | 8.70 | 8.85 | 19.70 |
| Humedad, % | 17.2 | 17.7 | 14.4 |

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-----------------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = 109.3 | | | |
| P ₂ , gr = 9.1 | | | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 2.8 | 2.56 | 97.44 |
| 60 | 1.6 | 1.46 | 95.97 |
| 100 | 1.3 | 1.19 | 94.78 |
| 200 | 3.4 | 3.11 | 91.67 |
| Fondo | 100.2 | 91.67 | 0.00 |
| Σ | 109.3 | 100 | |



RESULTADOS

Límite líquido, % 43.0
 Límite plástico, % 17.4
 Índice de plasticidad, % 25.5

CLASIFICACION

USC CL
 AASHTO A-7-6 (24)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 8.33 %F = 91.67

Laboratorio de Mecánica de Suelos
COMPRESION INCONFINADA

LOCALIZACION

Deshizamiento Barrio España
 Via Villavicencio

SONDEO No.

S 1 - 3

ENSAYO

ASTM 2166-66

MUESTRA No.

M - 6

FECHA

ene-21-00

PROFUNDIDAD, m

2.70

REALIZADO POR

| | |
|------------|-------|
| P1, gr | 62.30 |
| P2, gr | 57.72 |
| P3, gr | 20.00 |
| Humedad, % | 12.1 |

| | |
|--------------|--------|
| Peso, gr | 172.10 |
| Diámetro, cm | 3.60 |
| Altura, cm | 8.10 |

| | |
|---------------------------------|-------|
| Area, cm ² | 10.18 |
| Volumen, cm ³ | 82.45 |
| γ_s , gr/cm ³ | 2.087 |

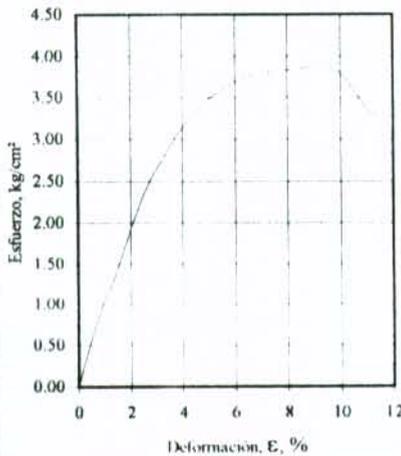
| | |
|----------------------------|------|
| Rp, kg/cm ² | 4.00 |
| Veleta, kg/cm ² | 2.00 |

| | |
|-----------------------------|--------|
| Anillo | 1881 |
| K, kg/1x10 ⁻³ in | 0.1428 |

| LECTURA DEF x 10 ⁻¹ in | LECTURA ANILLO x 10 ⁻³ in | CARGA kg | AREA cm ² | ESFUERZO kg/cm ² | DEF., E % |
|-----------------------------------|--------------------------------------|----------|----------------------|-----------------------------|-----------|
|-----------------------------------|--------------------------------------|----------|----------------------|-----------------------------|-----------|

| | | | | | |
|-----|-----|-------|-------|------|-------|
| 10 | 27 | 3.86 | 10.21 | 0.38 | 0.31 |
| 20 | 50 | 7.14 | 10.24 | 0.70 | 0.63 |
| 30 | 73 | 10.42 | 10.28 | 1.01 | 0.94 |
| 40 | 89 | 12.71 | 10.31 | 1.23 | 1.25 |
| 50 | 109 | 15.57 | 10.34 | 1.51 | 1.57 |
| 60 | 131 | 18.71 | 10.37 | 1.80 | 1.88 |
| 70 | 152 | 21.71 | 10.41 | 2.09 | 2.20 |
| 80 | 172 | 24.56 | 10.44 | 2.35 | 2.51 |
| 90 | 188 | 26.85 | 10.47 | 2.56 | 2.82 |
| 100 | 200 | 28.56 | 10.51 | 2.72 | 3.14 |
| 120 | 226 | 32.27 | 10.58 | 3.05 | 3.76 |
| 140 | 246 | 35.13 | 10.65 | 3.30 | 4.39 |
| 160 | 262 | 37.41 | 10.72 | 3.49 | 5.02 |
| 180 | 274 | 39.13 | 10.79 | 3.63 | 5.64 |
| 200 | 284 | 40.56 | 10.86 | 3.73 | 6.27 |
| 220 | 290 | 41.41 | 10.93 | 3.79 | 6.90 |
| 240 | 294 | 41.98 | 11.01 | 3.81 | 7.53 |
| 260 | 298 | 42.55 | 11.08 | 3.84 | 8.15 |
| 280 | 302 | 43.13 | 11.16 | 3.86 | 8.78 |
| 300 | 305 | 43.55 | 11.24 | 3.88 | 9.41 |
| 320 | 300 | 42.84 | 11.31 | 3.79 | 10.03 |
| 340 | 280 | 39.98 | 11.39 | 3.51 | 10.66 |
| 360 | 262 | 37.41 | 11.47 | 3.26 | 11.29 |

Compresión Inconfinada



OBSERVACIONES: Muestra recuperada por el Split Sampler Spoon

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
Vía Villavicencio

SONDEO No. S I - 3

MUESTRA No. M - 6 **FECHA** 21-ene-00

PROFUNDIDAD, m 2.70 **REALIZADO** EIG

DESCRIPCION _____

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 35 | 25 | 16 |
| P ₁ , gr | 38.74 | 48.20 | 45.76 |
| P ₂ , gr | 29.75 | 38.43 | 36.44 |
| P ₃ , gr | 8.30 | 16.35 | 16.74 |
| Humedad, % | 41.9 | 44.2 | 47.3 |

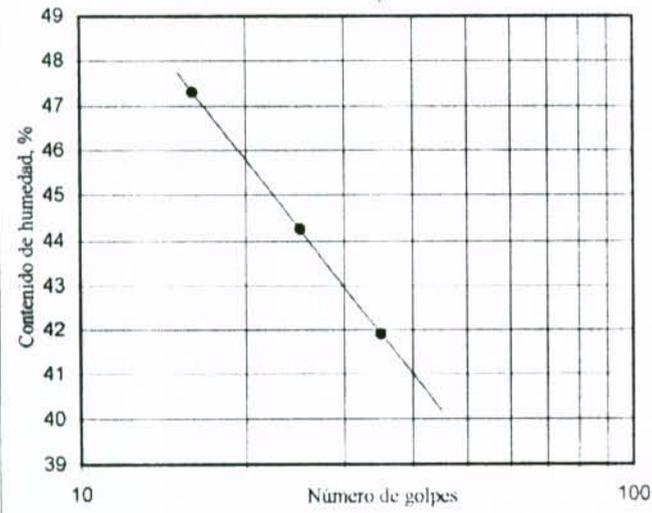
GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|----------------------------|---------------|---------------------------|--------|
| P ₁ , gr = 88.5 | | P ₂ , gr = 6.8 | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | 100.00 |
| 40 | 0.8 | 0.90 | 99.10 |
| 60 | 1.3 | 1.47 | 97.63 |
| 100 | 1.8 | 2.03 | 95.59 |
| 200 | 2.9 | 3.28 | 92.32 |
| Fondo | 81.7 | 92.32 | |
| Σ | 88.5 | 100 | |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No | 1 | 2 | w _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 40.70 | 39.50 | 62.30 |
| P ₂ , gr | 35.55 | 34.71 | 57.72 |
| P ₃ , gr | 8.00 | 8.85 | 20.00 |
| Humedad, % | 18.7 | 18.5 | 12.1 |

Curva de flujo



RESULTADOS

Limite liquido, % 44.2
 Limite plástico, % 18.6
 Indice de plasticidad, % 25.6

CLASIFICACION

USC CL
 AASHTO A-7-6 (25)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 7.68 %F = 92.32

Laboratorio de Mecánica de Suelos
COMPRESION INCONFINADA

LOCALIZACION

Deslizamiento Barrio España
 Via Villavieja

SONDEO No.

S II - 1

ENSAYO

ASTM 2166-66

MUESTRA No.

M - 1

FECHA

ene-21-00

PROFUNDIDAD, m

1.00 - 2.00

REALIZADO POR

| | |
|------------|-------|
| P1, gr | 62.00 |
| P2, gr | 49.02 |
| P3, gr | 19.80 |
| Humedad, % | 41.4 |

| | |
|--------------|--------|
| Peso, gr | 642.60 |
| Diámetro, cm | 6.00 |
| Altura, cm | 12.40 |

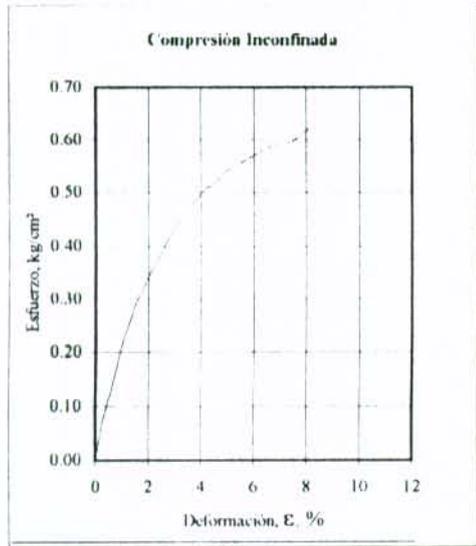
| | |
|-------------------------------------|--------|
| Area, cm ² | 28.27 |
| Volumen, cm ³ | 350.60 |
| γ _s , gr/cm ³ | 1.833 |

| | |
|-------------------------------|------|
| Rp, kg/cm ² | 0.80 |
| Velocidad, kg/cm ² | 0.30 |

| | |
|----------------------------|--------|
| Anillo | 3883 |
| K, kg/1x10 ⁻³ m | 0.1428 |

| LECTURA DEF x10 ⁻³ in | LECTURA ANILLO x10 ⁻³ m | CARGA kg | AREA cm ² | ESFUERZO kg/cm ² | DEF., E % |
|----------------------------------|------------------------------------|----------|----------------------|-----------------------------|-----------|
|----------------------------------|------------------------------------|----------|----------------------|-----------------------------|-----------|

| | | | | | |
|-----|-----|-------|-------|------|------|
| 10 | 12 | 1.71 | 28.33 | 0.06 | 0.20 |
| 20 | 20 | 2.86 | 28.39 | 0.10 | 0.41 |
| 30 | 27 | 3.86 | 28.45 | 0.14 | 0.61 |
| 40 | 36 | 5.14 | 28.51 | 0.18 | 0.82 |
| 50 | 44 | 6.28 | 28.57 | 0.22 | 1.02 |
| 60 | 50 | 7.14 | 28.63 | 0.25 | 1.23 |
| 70 | 56 | 8.00 | 28.69 | 0.28 | 1.43 |
| 80 | 61 | 8.71 | 28.75 | 0.30 | 1.64 |
| 90 | 65 | 9.28 | 28.81 | 0.32 | 1.84 |
| 100 | 70 | 10.00 | 28.87 | 0.35 | 2.05 |
| 120 | 78 | 11.14 | 28.99 | 0.38 | 2.46 |
| 140 | 86 | 12.28 | 29.11 | 0.42 | 2.87 |
| 160 | 93 | 13.28 | 29.23 | 0.45 | 3.28 |
| 180 | 98 | 13.99 | 29.36 | 0.48 | 3.69 |
| 200 | 104 | 14.85 | 29.48 | 0.50 | 4.10 |
| 220 | 107 | 15.28 | 29.61 | 0.52 | 4.51 |
| 240 | 112 | 15.99 | 29.74 | 0.54 | 4.92 |
| 260 | 115 | 16.42 | 29.86 | 0.55 | 5.33 |
| 280 | 118 | 16.85 | 29.99 | 0.56 | 5.74 |
| 300 | 121 | 17.28 | 30.13 | 0.57 | 6.15 |
| 320 | 124 | 17.71 | 30.26 | 0.59 | 6.55 |
| 340 | 126 | 17.99 | 30.39 | 0.59 | 6.96 |
| 360 | 127 | 18.14 | 30.53 | 0.59 | 7.37 |
| 380 | 131 | 18.71 | 30.66 | 0.61 | 7.78 |
| 400 | 134 | 19.14 | 30.80 | 0.62 | 8.19 |
| 420 | 136 | 19.42 | 30.94 | 0.63 | 8.60 |
| 440 | 136 | 19.42 | 31.08 | 0.62 | 9.01 |
| 460 | 136 | 19.42 | 31.22 | 0.62 | 9.42 |
| 480 | 136 | 19.42 | 31.36 | 0.62 | 9.83 |



OBSERVACIONES:

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No. S II - 1
MUESTRA No. M - 1
PROFUNDIDAD, m 1.00 - 2.00

FECHA 21-ene-00
REALIZADO EIG

DESCRIPCION

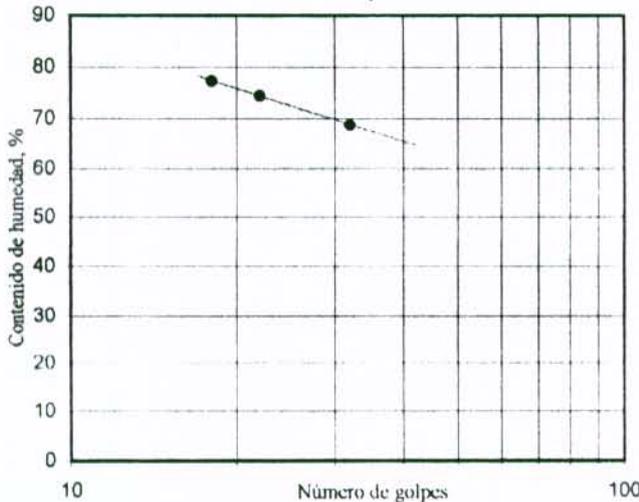
LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 32 | 22 | 18 |
| P ₁ , gr | 43.00 | 45.90 | 42.43 |
| P ₂ , gr | 32.32 | 34.25 | 30.90 |
| P ₃ , gr | 16.80 | 18.62 | 16.00 |
| Humedad, % | 68.8 | 74.5 | 77.4 |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | ω _n |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 46.50 | 45.50 | 62.00 |
| P ₂ , gr | 41.30 | 40.50 | 49.02 |
| P ₃ , gr | 18.95 | 19.40 | 19.80 |
| Humedad, % | 23.3 | 23.7 | 44.4 |

Curva de flujo



OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 8.69 %F = 91.31

GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|-------|---------------|-----------|--------|
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 2.1 | 2.64 | 97.36 |
| 100 | 1.8 | 2.27 | 95.09 |
| 200 | 3.0 | 3.78 | 91.31 |
| Fondo | 72.5 | 91.31 | |
| Σ | 79.4 | 100 | |

RESULTADOS

Límite líquido, % 72.5
 Límite plástico, % 23.5
 Índice de plasticidad, % 49.1

CLASIFICACION

USC CH
 AASHTO A-7-6 (50)

Laboratorio de Mecánica de Suelos
COMPRESION INCONFINADA

LOCALIZACION

Deslizamiento Barrio España
 Vía Villavicencio

SONDEO No.

S II - 1

ENSAYO

ASTM 2166-66

MUESTRA No.

M - 2

FECHA

ene-21-00

PROFUNDIDAD, m

2.00

REALIZADO POR

| | |
|------------|-------|
| P1, gr | 69.60 |
| P2, gr | 62.20 |
| P3, gr | 19.00 |
| Humedad, % | 17.1 |

| | |
|--------------|--------|
| Peso, gr | 168.30 |
| Diámetro, cm | 3.70 |
| Altura, cm | 7.90 |

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Area, cm ² | 10.75 |
| Volumen, cm ³ | 84.94 |
| γ _t , gr/cm ³ | 1.981 |

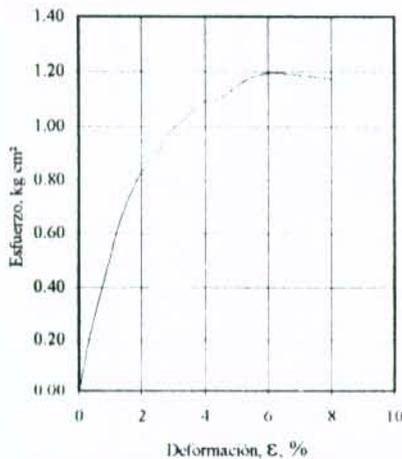
| | |
|-------------------------------|------|
| Rp, kg/cm ² | 1.50 |
| Velocidad, kg/cm ² | 0.60 |

| | |
|-----------------------------|--------|
| Anillo | 3883 |
| K, kg/1x10 ⁻³ in | 0.1428 |

| LECTURA DEF x10 ⁻³ in | LECTURA ANILLO x10 ⁻³ in | CARGA kg | AREA cm ² | ESFUERZO kg/cm ² | DEF., E % |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------|----------------------|-----------------------------|-----------|
|----------------------------------|-------------------------------------|----------|----------------------|-----------------------------|-----------|

| | | | | | |
|-----|----|-------|-------|------|------|
| 10 | 16 | 2.28 | 10.79 | 0.21 | 0.32 |
| 20 | 27 | 3.86 | 10.82 | 0.36 | 0.64 |
| 30 | 38 | 5.43 | 10.86 | 0.50 | 0.96 |
| 40 | 49 | 7.00 | 10.89 | 0.64 | 1.29 |
| 50 | 57 | 8.14 | 10.93 | 0.74 | 1.61 |
| 60 | 63 | 9.00 | 10.96 | 0.82 | 1.93 |
| 70 | 67 | 9.57 | 11.00 | 0.87 | 2.25 |
| 80 | 71 | 10.14 | 11.04 | 0.92 | 2.57 |
| 90 | 76 | 10.85 | 11.07 | 0.98 | 2.89 |
| 100 | 79 | 11.28 | 11.11 | 1.02 | 3.22 |
| 120 | 85 | 12.14 | 11.18 | 1.09 | 3.86 |
| 140 | 87 | 12.42 | 11.26 | 1.10 | 4.50 |
| 160 | 92 | 13.14 | 11.34 | 1.16 | 5.14 |
| 180 | 95 | 13.57 | 11.41 | 1.19 | 5.79 |
| 200 | 96 | 13.71 | 11.49 | 1.19 | 6.43 |
| 220 | 96 | 13.71 | 11.57 | 1.18 | 7.07 |
| 240 | 96 | 13.71 | 11.65 | 1.18 | 7.72 |
| 260 | 96 | 13.71 | 11.73 | 1.17 | 8.36 |

Compresión Inconfinada



OBSERVACIONES: Muestra recuperada por el Split Sampler Spoon

Laboratorio de Mecánica de Suelos
ENSAYOS DE CLASIFICACION

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
Via Villavicencio

SONDEO No. S II - 1

MUESTRA No. M - 2 **FECHA** 21-ene-00

PROFUNDIDAD, m 2.00 **REALIZADO** HIG

DESCRIPCION

LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO No. | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|-------|-------|-------|
| N | 33 | 23 | 12 |
| P ₁ , gr | 68.77 | 59.00 | 63.97 |
| P ₂ , gr | 52.22 | 45.04 | 47.70 |
| P ₃ , gr | 8.20 | 9.70 | 9.70 |
| Humedad, % | 37.6 | 39.5 | 42.8 |

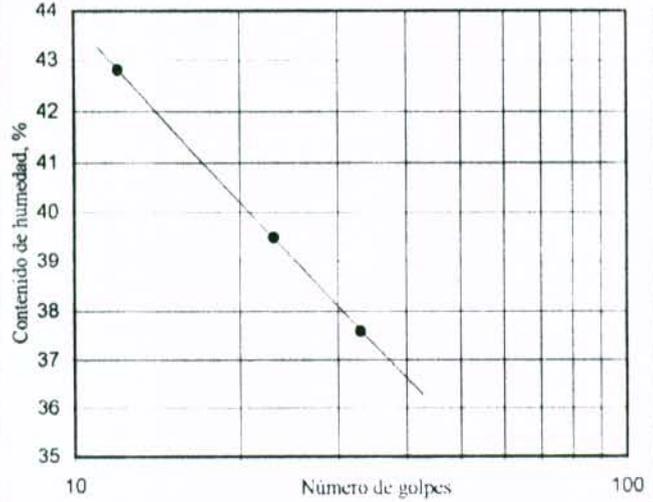
GRADACION

| Tamiz | Peso retenido | %Retenido | %Pasa |
|----------------------------|---------------|-----------|--------|
| P ₁ , gr = 80.1 | | | |
| P ₂ , gr = 6.4 | | | |
| 4" | | | |
| 2" | | | |
| 1" | | | |
| 3/4" | | | |
| 1/2" | | | |
| 3/8" | | | |
| 4 | | | |
| 10 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | 100.00 |
| 60 | 0.8 | 1.00 | 99.00 |
| 100 | 3.1 | 3.87 | 95.13 |
| 200 | 2.5 | 3.12 | 92.01 |
| Fondo | 73.7 | 92.01 | |
| Σ | 80.1 | 100 | |

LIMITE PLASTICO Y HUMEDAD NATURAL

| ENSAYO No. | 1 | 2 | w _L |
|---------------------|-------|-------|----------------|
| P ₁ , gr | 59.43 | 54.34 | 69.60 |
| P ₂ , gr | 52.56 | 48.00 | 62.20 |
| P ₃ , gr | 21.00 | 18.00 | 19.00 |
| Humedad, % | 21.8 | 21.1 | 17.1 |

Curva de Flujo



RESULTADOS

Limite líquido, % 39.0

Limite plástico, % 21.5

Indice de plasticidad, % 17.6

CLASIFICACION

USC CI

AASHTO A-6 (17)

OBSERVACIONES

%G = 0 %S = 7.99 %F = 92.01

Laboratorio de Mecánica de Suelos

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA

LOCALIZACION

Deslizamiento Barrio España

Via Villavicencio

FECHA

ene-21-00

REALIZADO POR _____

| SONDEO No | MUESTRA | PROF. m | P2. gr | P3. gr | Pc. gr | MO, % |
|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|-------|
| S1-1 | M-1 | 0.55 - 0.80 | 61.00 | 19.72 | 59.20 | 4.4 |
| S1-1 | M-2 | 1.00 | 54.80 | 21.40 | 51.95 | 8.5 |
| S1-1 | M-3 | 1.50 | 51.18 | 18.70 | 49.25 | 5.9 |
| S1-2 | M-1 | 0.10 | 60.02 | 21.00 | 59.85 | 0.4 |
| S1-2 | M-2 | 1.00 | 54.98 | 20.95 | 53.35 | 4.8 |
| S1-2 | M-3 | 1.60 | 54.89 | 20.90 | 53.05 | 5.4 |
| S1-2 | M-4 | 2.10 | 46.34 | 19.80 | 45.30 | 3.9 |
| S1-2 | M-6 | 3.10 | 66.30 | 20.22 | 65.93 | 0.8 |
| S1-2 | M-7 | 3.60 | 54.51 | 19.00 | 53.00 | 4.3 |
| S1-2 | M-9 | 4.60 | 47.96 | 19.65 | 46.21 | 6.2 |
| S1-3 | M-1 | 0.20 | 64.24 | 20.20 | 64.20 | 0.1 |

Laboratorio de Mecánica de Suelos
CONTENIDO DE HUMEDAD

LOCALIZACION

Deslizamiento Barrio España

Via Villavicencio

FECHA

ene-21-00

REALIZADO POR

| SONDEO No | MUESTRA | PROF m | P1. gr | P2. gr | P3. gr | HUMEDAD, % |
|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|------------|
| S1-1 | M-5 | 2.20 - 2.40 | 95.96 | 87.03 | 19.83 | 13.3 |

Laboratorio de Mecánica de Suelos

ENSAYO PENETROMETRO Y VELETA

LOCALIZACION Deslizamiento Barrio España
Vía Villavicencio

FECHA ene-21-00 REALIZADO POR _____

| SONDEO No. | MUESTRA No. | PROF m | PENETROMETRO kg/cm2 | VELETA kg/cm2 |
|---------------|----------------|-------------|------------------------|------------------|
| S1-1 | M-1 | 0.55 - 0.80 | 2.50 | 1.50 |
| S1-1 | M-2 | 1.00 | 1.50 | 0.75 |
| S1-1 | M-3 | 1.50 | 1.50 | 0.90 |
| S1-1 | M-4 | 2.00 | 1.25 | 0.70 |
| S1-1 | M-9 | 4.50 | 2.25 | 1.25 |
| S1-1 | M-10 | 5.50 | + 450 | + 2.50 |
| S1-1 | M-11 | 6.00 | 4.50 | 2.00 |
| | | | | |
| S1-2 | M-1 | 0.10 | 0.25 | 0.15 |
| S1-2 | M-2 | 1.00 | 0.25 | 0.10 |
| S1-2 | M-3 | 1.60 | 0.50 | 0.30 |
| S1-2 | M-5 | 2.60 | 0.25 | 0.15 |
| S1-2 | M-9 | 4.60 | 0.25 | 0.15 |
| S1-2 | M-11 | 6.50 | + 4.50 | + 2.50 |
| | | | | |
| S1-3 | M-1 | 0.20 | 0.75 | 0.50 |
| S1-3 | M-2 | 0.70 | 0.40 | 0.20 |
| S1-3 | M-4 | 1.20 | 2.50 | 1.25 |

Laboratorio de Mecánica de Suelos

PESO UNITARIO

LOCALIZACION: Deslizamiento Barrio España
Via Villavicencio

FECHA: ene-21-00

| SONDEO No | MUESTRA No | PROF m | PESO MUESTRA gr | PESO MUESTRA +PARAFINA gr | PESO MUESTRA +PARAFINA SUM gr | PESO UNITARIO HUMEDO g/cm ³ | PESO UNITARIO SECO g/cm ³ | HUMEDAD NATURAL % | TIPO DE MUESTRA |
|-----------|------------|-----------|-----------------|---------------------------|-------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------|-----------------|
| S1-1 | M-1 | 0.55-0.80 | 22.95 | 24.40 | 9.80 | 1.762 | 1.330 | 32.5 | B |
| S1-1 | M-2 | 1.00 | 23.25 | 24.43 | 8.00 | 1.535 | 1.003 | 53.0 | SS |
| S1-1 | M-3 | 1.50 | 23.00 | 24.64 | 8.84 | 1.641 | 1.095 | 49.9 | SS |
| S1-1 | M-4 | 2.00 | 21.64 | 23.00 | 7.74 | 1.570 | 1.084 | 44.9 | B |
| S1-1 | M-5 | 2.20-2.40 | 34.51 | 35.72 | 17.28 | 2.015 | 1.779 | 13.3 | B |
| S1-1 | M-9 | 4.50 | 30.00 | 31.08 | 15.15 | 2.033 | 1.598 | 27.2 | SS |
| S1-1 | M-10 | 5.50 | 27.83 | 28.80 | 14.70 | 2.133 | 1.776 | 20.1 | SS |
| S1-1 | M-11 | 6.00 | 25.81 | 26.97 | 13.00 | 2.031 | 1.647 | 23.3 | SS |
| S1-2 | M-1 | 0.10 | 31.20 | 31.81 | 13.55 | 1.773 | 1.312 | 35.1 | SS |
| S1-2 | M-2 | 1.00 | 26.00 | 26.90 | 11.95 | 1.861 | 1.329 | 40.0 | SS |
| S1-2 | M-3 | 1.60 | 28.20 | 29.34 | 14.02 | 2.003 | 1.491 | 34.3 | SS |
| S1-2 | M-5 | 2.60 | 29.91 | 30.80 | 14.26 | 1.921 | 1.477 | 30.0 | SS |
| S1-2 | M-9 | 4.60 | 34.24 | 35.68 | 15.97 | 1.887 | 1.375 | 37.2 | SS |
| S1-2 | M-11 | 6.50 | 30.23 | 31.00 | 16.16 | 2.159 | 1.411 | 53.0 | SS |
| S1-3 | M-1 | 0.20 | 32.17 | 32.88 | 16.15 | 2.016 | 1.658 | 21.6 | SS |
| S1-3 | M-2 | 0.70 | 26.00 | 26.65 | 13.00 | 2.009 | 1.629 | 23.3 | SS |
| S1-3 | M-3 | 1.20 | 34.13 | 34.90 | 18.17 | 2.147 | 1.814 | 18.4 | SS |

SIENDO: SH = Muestra recuperada con el tubo Shelby

SS = Muestra recuperada con el split sampler spoon

B = Muestra tipo bolsa

OBSERVACIONES:

ANEXO 3
LISTADOS DEL PROGRAMA PCSTABLE

** PCSTABL5 **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 04-04-00
Time of Run: 11:10am
Run By:
Input Data Filename: C:ACTUAL.SI
Output Filename: C:ACTUAL.OUT
Plotted Output Filename: C:ACTUAL.PLT

PROBLEM DESCRIPTION ESTABILIZACION BARRIO NUEVA ESPAÑA
ANALISIS ESTADO ACTUAL

BOUNDARY COORDINATES

67 Top Boundaries
92 Total Boundaries

| Boundary No. | X-Left (m) | Y-Left (m) | X-Right (m) | Y-Right (m) | Soil Type Below Bnd |
|--------------|------------|------------|-------------|-------------|---------------------|
| 1 | .00 | 69.80 | 1.60 | 70.00 | 1 |
| 2 | 1.60 | 70.00 | 5.00 | 70.20 | 1 |
| 3 | 5.00 | 70.20 | 15.60 | 70.20 | 1 |
| 4 | 15.60 | 70.20 | 17.00 | 70.50 | 1 |
| 5 | 17.00 | 70.50 | 17.30 | 71.00 | 1 |
| 6 | 17.30 | 71.00 | 17.60 | 71.50 | 1 |
| 7 | 17.60 | 71.50 | 18.40 | 72.00 | 1 |
| 8 | 18.40 | 72.00 | 20.00 | 72.50 | 1 |
| 9 | 20.00 | 72.50 | 22.90 | 73.00 | 1 |
| 10 | 22.90 | 73.00 | 25.40 | 73.50 | 1 |
| 11 | 25.40 | 73.50 | 33.60 | 74.00 | 1 |
| 12 | 33.60 | 74.00 | 35.20 | 74.50 | 1 |
| 13 | 35.20 | 74.50 | 36.50 | 75.00 | 1 |
| 14 | 36.50 | 75.00 | 37.70 | 75.50 | 1 |
| 15 | 37.70 | 75.50 | 40.60 | 76.00 | 1 |
| 16 | 40.60 | 76.00 | 47.00 | 76.50 | 1 |
| 17 | 47.00 | 76.50 | 50.60 | 77.00 | 1 |
| 18 | 50.60 | 77.00 | 52.20 | 77.50 | 1 |
| 19 | 52.20 | 77.50 | 53.40 | 78.00 | 1 |
| 20 | 53.40 | 78.00 | 54.60 | 78.50 | 1 |
| 21 | 54.60 | 78.50 | 55.80 | 79.00 | 1 |
| 22 | 55.80 | 79.00 | 57.00 | 79.50 | 1 |
| 23 | 57.00 | 79.50 | 58.20 | 80.00 | 1 |
| 24 | 58.20 | 80.00 | 59.80 | 80.00 | 1 |
| 25 | 59.80 | 80.00 | 62.60 | 80.00 | 1 |
| 26 | 62.60 | 80.00 | 66.00 | 80.50 | 1 |
| 27 | 66.00 | 80.50 | 67.40 | 80.00 | 1 |
| 28 | 67.40 | 80.00 | 70.80 | 81.00 | 1 |
| 29 | 70.80 | 81.00 | 73.40 | 81.50 | 1 |
| 30 | 73.40 | 81.50 | 74.80 | 82.00 | 1 |
| 31 | 74.80 | 82.00 | 76.70 | 82.50 | 1 |
| 32 | 76.70 | 82.50 | 79.40 | 83.00 | 1 |

| | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|---|
| 33 | 79.40 | 83.00 | 82.10 | 83.50 | 1 |
| 34 | 82.10 | 83.50 | 84.10 | 84.00 | 1 |
| 35 | 84.10 | 84.00 | 86.70 | 84.50 | 1 |
| 36 | 86.70 | 84.50 | 87.60 | 85.00 | 1 |
| 37 | 87.60 | 85.00 | 88.20 | 85.50 | 1 |
| 38 | 88.20 | 85.50 | 89.60 | 86.00 | 1 |
| 39 | 89.60 | 86.00 | 91.40 | 86.50 | 1 |
| 40 | 91.40 | 86.50 | 93.20 | 87.00 | 1 |
| 41 | 93.20 | 87.00 | 95.20 | 87.50 | 1 |
| 42 | 95.20 | 87.50 | 96.70 | 88.00 | 1 |
| 43 | 96.70 | 88.00 | 98.20 | 88.50 | 1 |
| 44 | 98.20 | 88.50 | 102.60 | 89.00 | 1 |
| 45 | 102.60 | 89.00 | 104.40 | 89.50 | 1 |
| 46 | 104.40 | 89.50 | 106.20 | 90.00 | 1 |
| 47 | 106.20 | 90.00 | 108.10 | 90.50 | 1 |
| 48 | 108.10 | 90.50 | 109.70 | 91.00 | 1 |
| 49 | 109.70 | 91.00 | 110.90 | 91.50 | 1 |
| 50 | 110.90 | 91.50 | 111.40 | 92.00 | 1 |
| 51 | 111.40 | 92.00 | 114.10 | 92.50 | 1 |
| 52 | 114.10 | 92.50 | 115.20 | 93.00 | 1 |
| 53 | 115.20 | 93.00 | 116.50 | 93.50 | 1 |
| 54 | 116.50 | 93.50 | 117.00 | 94.00 | 1 |
| 55 | 117.00 | 94.00 | 117.40 | 94.50 | 1 |
| 56 | 117.40 | 94.50 | 118.80 | 95.00 | 1 |
| 57 | 118.80 | 95.00 | 120.50 | 95.50 | 1 |
| 58 | 120.50 | 95.50 | 125.00 | 95.50 | 1 |
| 59 | 125.00 | 95.50 | 126.10 | 96.00 | 1 |
| 60 | 126.10 | 96.00 | 126.80 | 99.50 | 1 |
| 61 | 126.80 | 99.50 | 128.60 | 100.00 | 1 |
| 62 | 128.60 | 100.00 | 130.30 | 100.00 | 1 |
| 63 | 130.30 | 100.00 | 131.00 | 100.50 | 1 |
| 64 | 131.00 | 100.50 | 131.40 | 101.00 | 1 |
| 65 | 131.40 | 101.00 | 134.00 | 101.50 | 1 |
| 66 | 134.00 | 101.50 | 137.90 | 102.00 | 1 |
| 67 | 137.90 | 102.00 | 142.10 | 102.50 | 1 |
| 68 | .00 | 69.20 | 7.00 | 69.80 | 2 |
| 69 | 7.00 | 69.80 | 15.70 | 70.00 | 2 |
| 70 | 15.70 | 70.00 | 20.00 | 70.90 | 2 |
| 71 | 20.00 | 70.90 | 67.40 | 74.30 | 2 |
| 72 | 67.40 | 74.30 | 71.36 | 77.94 | 2 |
| 73 | 71.36 | 77.94 | 74.80 | 82.00 | 2 |
| 74 | 74.80 | 82.00 | 86.46 | 82.09 | 2 |
| 75 | 86.46 | 82.09 | 96.49 | 83.58 | 2 |
| 76 | 96.49 | 83.58 | 105.06 | 85.78 | 2 |
| 77 | 105.06 | 85.78 | 115.77 | 90.24 | 2 |
| 78 | 115.77 | 90.24 | 126.10 | 94.87 | 2 |
| 79 | 126.10 | 94.87 | 130.30 | 96.70 | 2 |
| 80 | 130.30 | 96.70 | 142.10 | 101.20 | 2 |
| 81 | .00 | 68.47 | 20.00 | 70.20 | 3 |
| 82 | 20.00 | 70.20 | 67.40 | 73.70 | 3 |
| 83 | 67.40 | 73.70 | 79.98 | 76.88 | 3 |
| 84 | 79.98 | 76.88 | 91.89 | 79.91 | 3 |
| 85 | 91.89 | 79.91 | 100.42 | 82.46 | 3 |
| 86 | 100.42 | 82.46 | 105.42 | 84.29 | 3 |
| 87 | 105.42 | 84.29 | 108.99 | 85.76 | 3 |
| 88 | 108.99 | 85.76 | 110.42 | 86.41 | 3 |
| 89 | 110.42 | 86.41 | 112.74 | 87.59 | 3 |
| 90 | 112.74 | 87.59 | 126.10 | 94.10 | 3 |
| 91 | 126.10 | 94.10 | 130.30 | 95.10 | 3 |
| 92 | 130.30 | 95.10 | 142.10 | 99.60 | 3 |

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

3 Type(s) of Soil

| Soil Type | Total Unit Wt. | Saturated Unit Wt. | Cohesion Intercept | Friction Angle | Pore Pressure | Pressure Constant | Piez. Surface |
|-----------|----------------|--------------------|--------------------|----------------|---------------|-------------------|---------------|
|-----------|----------------|--------------------|--------------------|----------------|---------------|-------------------|---------------|

| No. | (kN/m ³) | (kN/m ³) | (kPa) | (deg) | Param. | (kPa) | No. |
|-----|----------------------|----------------------|-------|-------|--------|-------|-----|
| 1 | 12.8 | 17.7 | 8.0 | 10.0 | .00 | .0 | 0 |
| 2 | 15.9 | 19.4 | 26.0 | 13.0 | .00 | .0 | 0 |
| 3 | 17.8 | 21.0 | 20.0 | 27.0 | .00 | .0 | 0 |

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

1000 Trial Surfaces Have Been Generated.

100 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 80.00 m and X = 90.00 m

Each Surface Terminates Between X = 120.00 m and X = 130.00 m

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 m

5.00 m Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 84.44 | 84.07 |
| 2 | 89.44 | 83.83 |
| 3 | 94.43 | 84.06 |
| 4 | 99.39 | 84.74 |
| 5 | 104.25 | 85.89 |
| 6 | 109.00 | 87.47 |
| 7 | 113.57 | 89.49 |
| 8 | 117.94 | 91.92 |
| 9 | 122.07 | 94.74 |
| 10 | 122.98 | 95.50 |

*** 1.500 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 85.56 | 84.28 |
| 2 | 90.53 | 83.81 |
| 3 | 95.53 | 83.93 |
| 4 | 100.48 | 84.65 |
| 5 | 105.31 | 85.96 |
| 6 | 109.94 | 87.84 |

| | | |
|---|--------|-------|
| 7 | 114.32 | 90.26 |
| 8 | 118.37 | 93.18 |
| 9 | 120.89 | 95.50 |

*** 1.530 ***

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 81.11 | 83.32 |
| 2 | 86.10 | 83.03 |
| 3 | 91.10 | 83.20 |
| 4 | 96.06 | 83.82 |
| 5 | 100.95 | 84.89 |
| 6 | 105.72 | 86.39 |
| 7 | 110.33 | 88.32 |
| 8 | 114.75 | 90.66 |
| 9 | 118.94 | 93.39 |
| 10 | 121.61 | 95.50 |

*** 1.540 ***

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 81.11 | 83.32 |
| 2 | 86.11 | 83.08 |
| 3 | 91.10 | 83.28 |
| 4 | 96.06 | 83.91 |
| 5 | 100.95 | 84.97 |
| 6 | 105.73 | 86.45 |
| 7 | 110.36 | 88.33 |
| 8 | 114.80 | 90.62 |
| 9 | 119.04 | 93.28 |
| 10 | 121.98 | 95.50 |

*** 1.542 ***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 80.00 | 83.11 |
| 2 | 85.00 | 82.91 |
| 3 | 89.99 | 83.10 |
| 4 | 94.96 | 83.71 |
| 5 | 99.85 | 84.71 |
| 6 | 104.66 | 86.10 |
| 7 | 109.33 | 87.88 |
| 8 | 113.84 | 90.03 |
| 9 | 118.17 | 92.54 |
| 10 | 122.28 | 95.39 |
| 11 | 122.41 | 95.50 |

*** 1.542 ***

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 84.44 | 84.07 |
| 2 | 89.44 | 83.92 |
| 3 | 94.43 | 84.21 |
| 4 | 99.38 | 84.94 |
| 5 | 104.24 | 86.10 |
| 6 | 108.98 | 87.69 |
| 7 | 113.56 | 89.70 |
| 8 | 117.95 | 92.10 |
| 9 | 122.11 | 94.87 |
| 10 | 122.89 | 95.50 |

*** 1.547 ***

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 85.56 | 84.28 |
| 2 | 90.56 | 84.25 |
| 3 | 95.54 | 84.62 |
| 4 | 100.48 | 85.40 |
| 5 | 105.34 | 86.57 |
| 6 | 110.09 | 88.13 |
| 7 | 114.70 | 90.08 |
| 8 | 119.13 | 92.39 |
| 9 | 123.37 | 95.05 |
| 10 | 123.97 | 95.50 |

*** 1.554 ***

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 80.00 | 83.11 |
| 2 | 84.99 | 82.78 |
| 3 | 89.99 | 82.92 |
| 4 | 94.95 | 83.51 |
| 5 | 99.84 | 84.55 |
| 6 | 104.62 | 86.03 |
| 7 | 109.24 | 87.95 |
| 8 | 113.66 | 90.28 |
| 9 | 117.85 | 93.01 |
| 10 | 121.01 | 95.50 |

*** 1.572 ***

7

** PCSTABL5 **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 04-04-00
Time of Run: 11:13am
Run By:
Input Data Filename: C:FLANCO.SI
Output Filename: C:FLANCO.OUT
Plotted Output Filename: C:FLANCO.PLT

PROBLEM DESCRIPTION ESTABILIZACION BARRIO NUEVA ESPAÑA
ANALISIS DE ESTABILIDAD ACTUAL - FLANCOS

BOUNDARY COORDINATES

72 Top Boundaries
92 Total Boundaries

| Boundary No. | X-Left (m) | Y-Left (m) | X-Right (m) | Y-Right (m) | Soil Type Below Bnd |
|--------------|------------|------------|-------------|-------------|---------------------|
| 1 | .00 | 68.50 | 9.20 | 68.50 | 3 |
| 2 | 9.20 | 68.50 | 12.30 | 68.50 | 3 |
| 3 | 12.30 | 68.50 | 22.30 | 68.50 | 3 |
| 4 | 22.30 | 68.50 | 23.40 | 68.50 | 3 |
| 5 | 23.40 | 68.50 | 24.70 | 69.00 | 3 |
| 6 | 24.70 | 69.00 | 25.60 | 69.50 | 3 |
| 7 | 25.60 | 69.50 | 26.60 | 70.00 | 3 |
| 8 | 26.60 | 70.00 | 28.00 | 70.50 | 3 |
| 9 | 28.00 | 70.50 | 31.20 | 71.00 | 3 |
| 10 | 31.20 | 71.00 | 33.00 | 71.50 | 3 |
| 11 | 33.00 | 71.50 | 34.00 | 72.00 | 3 |
| 12 | 34.00 | 72.00 | 34.80 | 72.50 | 3 |
| 13 | 34.80 | 72.50 | 35.50 | 73.00 | 3 |
| 14 | 35.50 | 73.00 | 36.20 | 73.50 | 3 |
| 15 | 36.20 | 73.50 | 37.10 | 74.00 | 3 |
| 16 | 37.10 | 74.00 | 38.50 | 74.50 | 3 |
| 17 | 38.50 | 74.50 | 40.70 | 75.00 | 3 |
| 18 | 40.70 | 75.00 | 55.80 | 75.50 | 3 |
| 19 | 55.80 | 75.50 | 58.70 | 76.00 | 3 |
| 20 | 58.70 | 76.00 | 60.90 | 76.50 | 3 |
| 21 | 60.90 | 76.50 | 62.20 | 77.00 | 3 |
| 22 | 62.20 | 77.00 | 63.10 | 77.50 | 3 |
| 23 | 63.10 | 77.50 | 63.90 | 78.00 | 3 |
| 24 | 63.90 | 78.00 | 64.60 | 78.50 | 3 |
| 25 | 64.60 | 78.50 | 65.30 | 79.00 | 3 |
| 26 | 65.30 | 79.00 | 66.00 | 79.50 | 3 |
| 27 | 66.00 | 79.50 | 66.60 | 80.00 | 3 |
| 28 | 66.60 | 80.00 | 67.40 | 80.50 | 3 |
| 29 | 67.40 | 80.50 | 68.10 | 81.00 | 3 |
| 30 | 68.10 | 81.00 | 68.80 | 81.50 | 3 |

| | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|---|
| 31 | 68.80 | 81.50 | 69.40 | 82.00 | 3 |
| 32 | 69.40 | 82.00 | 70.10 | 82.50 | 3 |
| 33 | 70.10 | 82.50 | 70.80 | 83.00 | 3 |
| 34 | 70.80 | 83.00 | 71.80 | 83.50 | 3 |
| 35 | 71.80 | 83.50 | 72.80 | 84.00 | 3 |
| 36 | 72.80 | 84.00 | 74.00 | 84.50 | 3 |
| 37 | 74.00 | 84.50 | 75.40 | 85.00 | 3 |
| 38 | 75.40 | 85.00 | 76.90 | 85.50 | 3 |
| 39 | 76.90 | 85.50 | 78.80 | 86.00 | 3 |
| 40 | 78.80 | 86.00 | 80.50 | 86.50 | 3 |
| 41 | 80.50 | 86.50 | 82.20 | 87.00 | 3 |
| 42 | 82.20 | 87.00 | 85.00 | 87.50 | 3 |
| 43 | 85.00 | 87.50 | 87.90 | 88.00 | 3 |
| 44 | 87.90 | 88.00 | 89.50 | 88.50 | 3 |
| 45 | 89.50 | 88.50 | 92.40 | 89.00 | 3 |
| 46 | 92.40 | 89.00 | 93.80 | 89.50 | 3 |
| 47 | 93.80 | 89.50 | 95.10 | 90.00 | 3 |
| 48 | 95.10 | 90.00 | 96.30 | 90.50 | 3 |
| 49 | 96.30 | 90.50 | 97.40 | 91.00 | 1 |
| 50 | 97.40 | 91.00 | 98.50 | 91.50 | 1 |
| 51 | 98.50 | 91.50 | 99.60 | 92.00 | 1 |
| 52 | 99.60 | 92.00 | 100.30 | 92.50 | 1 |
| 53 | 100.30 | 92.50 | 101.00 | 93.00 | 1 |
| 54 | 101.00 | 93.00 | 101.80 | 93.50 | 1 |
| 55 | 101.80 | 93.50 | 102.40 | 94.00 | 1 |
| 56 | 102.40 | 94.00 | 103.00 | 94.50 | 1 |
| 57 | 103.00 | 94.50 | 103.70 | 95.00 | 1 |
| 58 | 103.70 | 95.00 | 104.40 | 95.50 | 1 |
| 59 | 104.40 | 95.50 | 105.10 | 96.00 | 1 |
| 60 | 105.10 | 96.00 | 105.80 | 96.50 | 1 |
| 61 | 105.80 | 96.50 | 106.60 | 97.00 | 1 |
| 62 | 106.60 | 97.00 | 107.30 | 97.50 | 1 |
| 63 | 107.30 | 97.50 | 108.10 | 98.00 | 1 |
| 64 | 108.10 | 98.00 | 109.40 | 98.50 | 1 |
| 65 | 109.40 | 98.50 | 112.00 | 99.00 | 1 |
| 66 | 112.00 | 99.00 | 115.40 | 99.50 | 1 |
| 67 | 115.40 | 99.50 | 120.00 | 99.50 | 1 |
| 68 | 120.00 | 99.50 | 124.00 | 99.50 | 1 |
| 69 | 124.00 | 99.50 | 131.40 | 100.33 | 1 |
| 70 | 131.40 | 100.33 | 134.00 | 100.83 | 3 |
| 71 | 134.00 | 100.83 | 137.90 | 101.33 | 3 |
| 72 | 137.90 | 101.33 | 142.10 | 101.83 | 3 |
| 73 | 96.30 | 90.50 | 98.20 | 91.13 | 3 |
| 74 | 98.20 | 91.13 | 102.60 | 91.63 | 3 |
| 75 | 102.60 | 91.63 | 104.40 | 92.13 | 3 |
| 76 | 104.40 | 92.13 | 106.20 | 92.63 | 3 |
| 77 | 106.20 | 92.63 | 108.10 | 93.13 | 3 |
| 78 | 108.10 | 93.13 | 109.70 | 93.63 | 3 |
| 79 | 109.70 | 93.63 | 110.90 | 94.13 | 3 |
| 80 | 110.90 | 94.13 | 111.40 | 94.63 | 3 |
| 81 | 111.40 | 94.63 | 114.10 | 95.13 | 3 |
| 82 | 114.10 | 95.13 | 115.20 | 95.63 | 3 |
| 83 | 115.20 | 95.63 | 116.50 | 96.13 | 3 |
| 84 | 116.50 | 96.13 | 117.40 | 97.13 | 3 |
| 85 | 117.40 | 97.13 | 118.80 | 97.63 | 3 |
| 86 | 118.80 | 97.63 | 120.50 | 98.13 | 3 |
| 87 | 120.50 | 98.13 | 125.00 | 98.13 | 3 |
| 88 | 125.00 | 98.13 | 126.10 | 98.63 | 3 |
| 89 | 126.10 | 98.63 | 128.60 | 99.33 | 3 |
| 90 | 128.60 | 99.33 | 130.30 | 99.33 | 3 |
| 91 | 130.30 | 99.33 | 131.00 | 99.83 | 3 |
| 92 | 131.00 | 99.83 | 131.40 | 100.33 | 3 |

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

3 Type(s) of Soil

| Soil Type No. | Total Unit Wt. (kN/m3) | Saturated Unit Wt. (kN/m3) | Cohesion Intercept (kPa) | Friction Angle (deg) | Pore Pressure Param. | Pressure Constant (kPa) | Piez. Surface No. |
|---------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| 1 | 12.8 | 17.7 | 8.0 | 12.0 | .00 | .0 | 0 |
| 2 | 15.9 | 19.4 | 26.0 | 13.0 | .00 | .0 | 0 |
| 3 | 17.8 | 21.0 | 14.0 | 23.0 | .00 | .0 | 0 |

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

1000 Trial Surfaces Have Been Generated.

100 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 50.00 m and X = 60.00 m

Each Surface Terminates Between X = 110.00 m and X = 130.00 m

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 m

5.00 m Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Restrictions Have Been Imposed Upon The Angle Of Initiation. The Angle Has Been Restricted Between The Angles Of -10.0 And 10.0 deg.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 16 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 55.56 | 75.49 |
| 2 | 60.48 | 74.63 |
| 3 | 65.46 | 74.17 |
| 4 | 70.46 | 74.13 |
| 5 | 75.45 | 74.51 |
| 6 | 80.38 | 75.30 |
| 7 | 85.24 | 76.49 |
| 8 | 89.98 | 78.08 |
| 9 | 94.57 | 80.06 |
| 10 | 98.98 | 82.42 |
| 11 | 103.18 | 85.13 |
| 12 | 107.14 | 88.18 |
| 13 | 110.84 | 91.55 |
| 14 | 114.24 | 95.21 |
| 15 | 117.33 | 99.15 |
| 16 | 117.56 | 99.50 |

*** 1.530 ***

Failure Surface Specified By 15 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 55.56 | 75.49 |
| 2 | 60.49 | 74.67 |
| 3 | 65.47 | 74.26 |
| 4 | 70.47 | 74.27 |
| 5 | 75.45 | 74.71 |
| 6 | 80.38 | 75.56 |
| 7 | 85.21 | 76.83 |
| 8 | 89.93 | 78.50 |
| 9 | 94.48 | 80.56 |
| 10 | 98.85 | 83.00 |
| 11 | 102.99 | 85.80 |
| 12 | 106.88 | 88.94 |
| 13 | 110.50 | 92.39 |
| 14 | 113.81 | 96.14 |
| 15 | 116.30 | 99.50 |

*** 1.532 ***

Failure Surface Specified By 16 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 55.56 | 75.49 |
| 2 | 60.49 | 74.67 |
| 3 | 65.47 | 74.25 |
| 4 | 70.47 | 74.24 |
| 5 | 75.46 | 74.63 |
| 6 | 80.39 | 75.42 |
| 7 | 85.25 | 76.61 |
| 8 | 89.99 | 78.20 |
| 9 | 94.59 | 80.16 |
| 10 | 99.02 | 82.48 |
| 11 | 103.24 | 85.16 |
| 12 | 107.23 | 88.17 |
| 13 | 110.96 | 91.50 |
| 14 | 114.41 | 95.12 |
| 15 | 117.56 | 99.00 |
| 16 | 117.90 | 99.50 |

*** 1.532 ***

Failure Surface Specified By 16 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 55.56 | 75.49 |

11

| | | |
|----|--------|-------|
| 2 | 60.50 | 74.75 |
| 3 | 65.49 | 74.40 |
| 4 | 70.49 | 74.45 |
| 5 | 75.47 | 74.89 |
| 6 | 80.40 | 75.73 |
| 7 | 85.25 | 76.95 |
| 8 | 89.98 | 78.55 |
| 9 | 94.58 | 80.53 |
| 10 | 99.00 | 82.86 |
| 11 | 103.22 | 85.53 |
| 12 | 107.22 | 88.53 |
| 13 | 110.97 | 91.84 |
| 14 | 114.45 | 95.44 |
| 15 | 117.63 | 99.29 |
| 16 | 117.77 | 99.50 |

*** 1.533 ***

Failure Surface Specified By 16 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 54.44 | 75.46 |
| 2 | 59.38 | 74.63 |
| 3 | 64.36 | 74.20 |
| 4 | 69.36 | 74.16 |
| 5 | 74.34 | 74.52 |
| 6 | 79.29 | 75.28 |
| 7 | 84.16 | 76.42 |
| 8 | 88.92 | 77.95 |
| 9 | 93.54 | 79.85 |
| 10 | 98.00 | 82.10 |
| 11 | 102.27 | 84.71 |
| 12 | 106.32 | 87.64 |
| 13 | 110.12 | 90.89 |
| 14 | 113.66 | 94.42 |
| 15 | 116.90 | 98.23 |
| 16 | 117.83 | 99.50 |

*** 1.534 ***

Failure Surface Specified By 16 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 55.56 | 75.49 |
| 2 | 60.49 | 74.66 |
| 3 | 65.47 | 74.22 |
| 4 | 70.47 | 74.18 |
| 5 | 75.45 | 74.55 |
| 6 | 80.39 | 75.31 |
| 7 | 85.26 | 76.47 |
| 8 | 90.01 | 78.02 |
| 9 | 94.63 | 79.94 |
| 10 | 99.07 | 82.23 |
| 11 | 103.32 | 84.87 |
| 12 | 107.34 | 87.84 |
| 13 | 111.11 | 91.12 |
| 14 | 114.61 | 94.70 |
| 15 | 117.80 | 98.54 |

16 118.48 99.50

*** 1.534 ***

Failure Surface Specified By 15 Coordinate Points

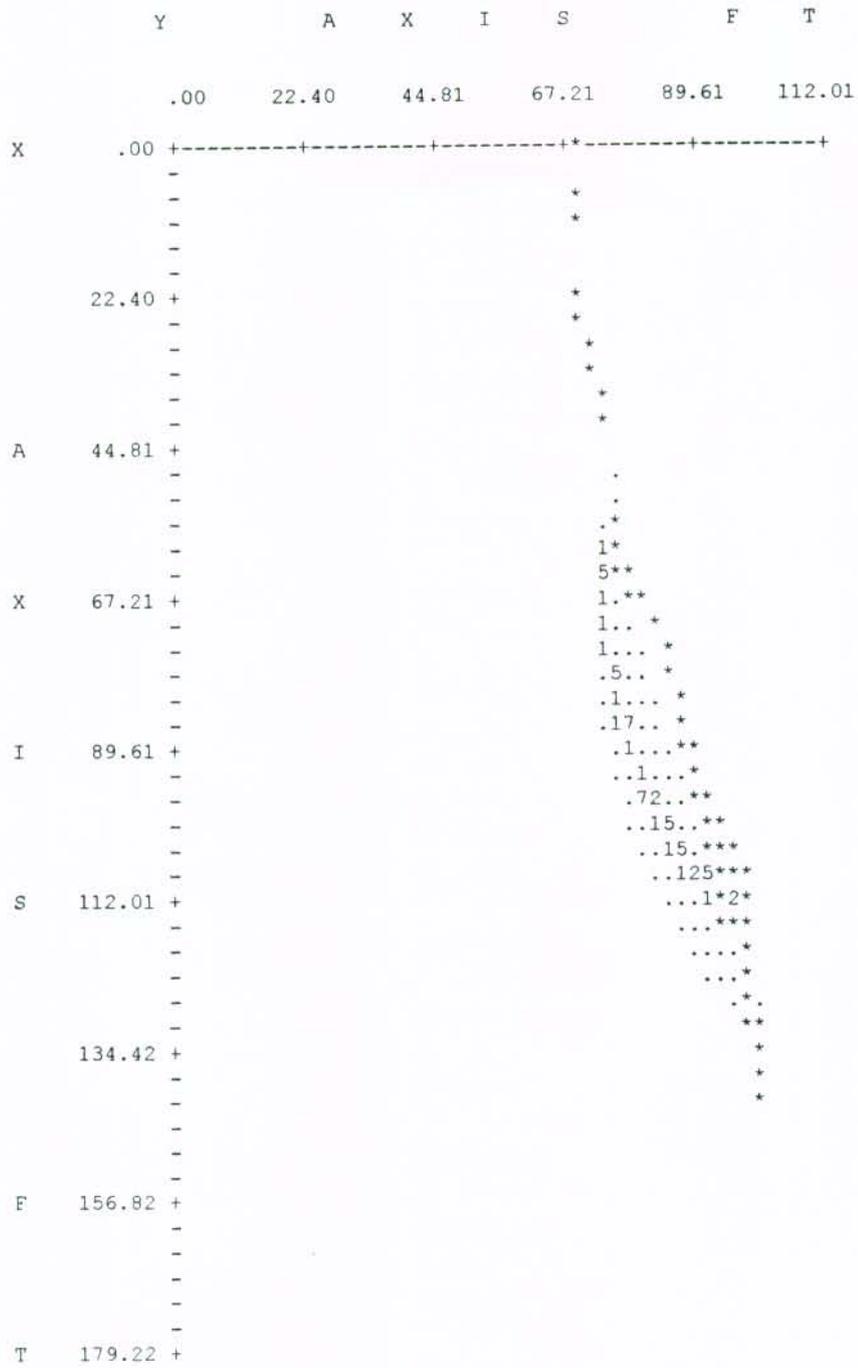
| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 56.67 | 75.65 |
| 2 | 61.61 | 74.92 |
| 3 | 66.60 | 74.60 |
| 4 | 71.60 | 74.68 |
| 5 | 76.58 | 75.16 |
| 6 | 81.50 | 76.03 |
| 7 | 86.34 | 77.31 |
| 8 | 91.05 | 78.96 |
| 9 | 95.62 | 81.00 |
| 10 | 100.01 | 83.39 |
| 11 | 104.20 | 86.13 |
| 12 | 108.15 | 89.19 |
| 13 | 111.84 | 92.57 |
| 14 | 115.24 | 96.23 |
| 15 | 117.83 | 99.50 |

*** 1.535 ***

Failure Surface Specified By 15 Coordinate Points

| Point No. | X-Surf (m) | Y-Surf (m) |
|-----------|------------|------------|
| 1 | 55.56 | 75.49 |
| 2 | 60.48 | 74.63 |
| 3 | 65.46 | 74.21 |
| 4 | 70.46 | 74.23 |
| 5 | 75.44 | 74.69 |
| 6 | 80.36 | 75.59 |
| 7 | 85.18 | 76.91 |
| 8 | 89.87 | 78.65 |
| 9 | 94.38 | 80.80 |
| 10 | 98.69 | 83.34 |
| 11 | 102.76 | 86.25 |
| 12 | 106.56 | 89.50 |
| 13 | 110.05 | 93.08 |
| 14 | 113.22 | 96.95 |
| 15 | 114.91 | 99.43 |

*** 1.535 ***



ANEXO 4
MEMORIAS DE CALCULO

1. DISEÑO MURO EN TIERRA ARMADA

```
*****  
*  
* Reinforced Earth : Program Valdez *  
*  
* v2.3 *  
*****
```

Job number : ESPAÑA
=====

Structure : Barrio Un eva España
=====

```
*****  
* 1 . GENERAL DATA *  
*****
```

1 . 1 STRUCTURE CLASS :

Service life : 70 years

1 . 2 R.E. STRIPS :

protection : Galvanized

type 1: HA 50X4

| | | |
|-------------------|-------------|------------------------------|
| grade | : 520.0 MPa | Allowable tensile strength : |
| width | b : 50.0 mm | |
| thickness | eo : 4.0 mm | full section Tr : 52.00 kN |
| sacrif. thick. es | : 1.0 mm | connection Tro : 38.79 kN |

1 . 3 FACING: TERRACCLASS 750 STEP

1 . 4 SEISMIC DATA :

Maximal horizontal acceleration a_0/g : 0.20
Reduction factor of live loads : 0.40
Dynamic variation factor : 1

 * 2 . SECTION 01 *

2 . 1 SECTION DATA :

2 . 1 . 1 GEOMETRY :

R.E MASS

Facing height Hf : 6.170 m R.E.backfill height H1 : 6.170 m
 Coping height Hc : 0.000 m Free board Ht : 0.000 m
 Slope height H2 : 4.14 m
 Slope angle beta : 32.00 deg. Terrace angle omega : 0.00 deg.
 Setback F : 0.00 m Angle at toe Beta_s : 0.000

Strip Length : 5.80 m

SURCHARGES

Load q : 10.00 kPa Position Lq : 0.00 m
 Type : Road traffic

2 . 1 . 2 SOIL PROPERTIES :

R.E. BACKFILL

Density gammal maxi : 20.00 kN/m3 Friction phi1 : 34.00 deg.
 gammal mini : 18.00 kN/m3

GENERAL BACKFILL

Density gamma2 : 20.00 kN/m3 Friction phi2 : 32.10 deg.

FOUNDATION

Cohesion C3 : 20.00 kPa Friction phi3 : 27.00 deg.

2 . 1 . 3 EARTH PRESSURE :

Inclination of earth pressure at back of R.E. mass delta = 20.57 deg.

Earth pressure coefficients:

k2x = 0.706 k2y = 0.274 (Static)
 kaex = 0.835 kaey = 0.383 (Dynamic)

2 . 2 EXTERNAL STABILITY

2 . 2 . 1 EXTERNAL STABILITY :

| case | Rv kN/m | Rh kN/m | M kNm/m | qref kPa | 2.x m |
|--------|------------|------------|------------|-------------|----------|
| 1 | 984.51 | 402.76 | 2058.15 | 235.47 | 4.18 |
| 2 | 1401.18 | 402.76 | 3357.92 | 292.34 | 4.79 |
| 3 | 1027.94 | 271.80 | 2553.18 | 206.93 | 4.97 |
| 1s +dW | 991.02 | 470.21 | 1482.55 | 331.23 | 2.99 |
| -dW | 886.85 | 470.21 | 1157.61 | 339.71 | 2.61 |
| 2s +dW | 1089.40 | 481.78 | 1742.46 | 340.55 | 3.20 |
| -dW | 973.66 | 481.78 | 1381.41 | 343.13 | 2.84 |

Minimum embedment depth = 0.44 m

2 . 2 . 2 SLIDING ON THE BASE - OVERTURNING :

| case | SLIDING ON THE BASE | | minimal value | | OVERTURNING Overdesign factor |
|------|-----------------------------------|----------------|---------------|---------------|----------------------------------|
| | Overdesign factor slip in R.E. | slip in found. | phi(ø) | Cohesion(kPa) | |
| 1 | 1.37 | 1.21 | 26.15 | - | 1.63 |
| | | | - | 114.58 | |
| 2 | 1.96 | 1.65 | 19.03 | - | 2.25 |
| | | | - | 114.58 | |
| 1s | 1.06 | 0.97 | 32.47 | - | 1.07 |
| | | | - | 121.61 | |

2 . 3 INTERNAL STABILITY

Calculation width : 3.00 m

2 . 3 . 1 STRIP RUPTURE - TENSILE LOAD AT FACING : Overdesign factors

| layer | z m | deltah m | k | strip type | Num. | case | sigmah kPa | Tmax kN | To kN | Tr/Tm | Tro/To | UR/R | |
|-------|--------|-------------|-------|---------------|------|------|---------------|------------|----------|-------|--------|------|--------|
| | | | | | | | | | | | | 1 | 2 |
| @ | 1 | 0.365 | 0.460 | .394 | 1 | 3 | 1 | 14.61 | 6.72 | 5.71 | 7.74 | 6.79 | UR30Es |
| @ | | | | | | | 2 | 20.63 | 9.49 | 8.07 | 5.48 | 4.81 | |
| @ | | | | | | | 1s | 14.32 | 9.78 | 8.31 | 5.32 | 4.67 | |
| @ | | | | | | | 2s | 15.72 | 10.86 | 9.23 | 4.79 | 4.20 | |
| @ | 2 | 0.555 | 0.470 | .389 | 1 | 3 | 1 | 16.04 | 7.54 | 6.41 | 6.90 | 6.06 | UR30Es |
| @ | | | | | | | 2 | 22.61 | 10.63 | 9.03 | 4.89 | 4.29 | |
| @ | | | | | | | 1s | 15.63 | 10.57 | 8.98 | 4.92 | 4.32 | |
| @ | | | | | | | 2s | 17.15 | 11.72 | 9.96 | 4.44 | 3.90 | |
| @ | 3 | 1.305 | 0.750 | .369 | 1 | 3 | 1 | 21.62 | 16.21 | 13.78 | 3.21 | 2.81 | UR30Es |
| @ | | | | | | | 2 | 30.23 | 22.67 | 19.27 | 2.29 | 2.01 | |
| @ | | | | | | | 1s | 20.67 | 18.83 | 16.00 | 2.76 | 2.42 | |
| @ | | | | | | | 2s | 22.65 | 20.76 | 17.65 | 2.50 | 2.20 | |
| @ | 4 | 2.055 | 0.750 | .349 | 1 | 4 | 1 | 27.12 | 15.26 | 12.97 | 3.41 | 2.99 | UR40Es |
| @ | | | | | | | 2 | 37.51 | 21.10 | 17.94 | 2.46 | 2.16 | |
| @ | | | | | | | 1s | 25.49 | 22.55 | 19.17 | 2.31 | 2.02 | |
| @ | | | | | | | 2s | 27.87 | 24.80 | 21.08 | 2.10 | 1.84 | |
| @ | 5 | 2.805 | 0.750 | .329 | 1 | 4 | 1 | 32.56 | 18.31 | 15.57 | 2.84 | 2.49 | UR40Es |
| @ | | | | | | | 2 | 44.42 | 24.99 | 21.24 | 2.08 | 1.83 | |
| @ | | | | | | | 1s | 30.09 | 20.46 | 17.39 | 2.54 | 2.23 | |
| @ | | | | | | | 2s | 32.80 | 22.46 | 19.09 | 2.32 | 2.03 | |
| @ | 6 | 3.555 | 0.750 | .310 | 1 | 4 | 1 | 37.93 | 21.34 | 18.58 | 2.44 | 2.09 | UR40Es |
| @ | | | | | | | 2 | 50.94 | 28.65 | 24.95 | 1.81 | 1.55 | |
| @ | | | | | | | 1s | 34.44 | 23.13 | 20.14 | 2.25 | 1.93 | |
| @ | | | | | | | 2s | 37.42 | 25.31 | 22.04 | 2.05 | 1.76 | |
| @ | 7 | 4.305 | 0.750 | .290 | 1 | 4 | 1 | 43.28 | 24.35 | 22.10 | 2.14 | 1.75 | R40Es |
| @ | | | | | | | 2 | 57.06 | 32.09 | 29.14 | 1.62 | 1.33 | |
| @ | | | | | | | 1s | 38.54 | 25.75 | 23.38 | 2.02 | 1.66 | |
| @ | | | | | | | 2s | 41.72 | 28.08 | 25.50 | 1.85 | 1.52 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|-------|------|---|---|----|-------|-------|-------|------|------|---------|
| @ | 8 | 5.055 | 0.750 | .283 | 1 | 4 | 1 | 50.90 | 28.63 | 27.06 | 1.82 | 1.43 | R40Es |
| @ | | | | | | | 2 | 65.68 | 36.94 | 34.91 | 1.41 | 1.11 | |
| @ | | | | | | | 1s | 44.36 | 29.34 | 27.72 | 1.77 | 1.40 | |
| @ | | | | | | | 2s | 47.82 | 31.87 | 30.11 | 1.63 | 1.29 | |
| @ | 9 | 5.805 | 0.740 | .283 | 1 | 5 | 1 | 61.01 | 27.09 | 26.60 | 1.92 | 1.46 | R(4+6)s |
| @ | | | | | | | 2 | 76.79 | 34.09 | 33.48 | 1.53 | 1.16 | |
| @ | | | | | | | 1s | 51.90 | 27.74 | 27.24 | 1.87 | 1.42 | |
| @ | | | | | | | 2s | 55.66 | 30.04 | 29.50 | 1.73 | 1.31 | |

2 . 3 . 2 ADHERENCE : Overdesign factor

| layer | z m | f* | L | La | Za | type | Num. | case | Tmax kN | Tf kN | Tf/Tm | |
|-------|--------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------------|----------|-------|------|
| ! | 1 | 0.365 | 1.115 | 5.80 | 3.82 | 2.796 | 1 | 3 | 1 | 6.72 | 15.88 | 2.36 |
| ! | | | | | | | | | 2 | 9.49 | 23.82 | 2.51 |
| ! | | | | | | | | | 1s | 9.78 | 17.15 | 1.75 |
| ! | | | | | | | | | 2s | 10.86 | 19.06 | 1.76 |
| ! | 2 | 0.555 | 1.091 | 5.80 | 3.85 | 2.976 | 1 | 3 | 1 | 7.54 | 16.67 | 2.21 |
| ! | | | | | | | | | 2 | 10.63 | 25.00 | 2.35 |
| ! | | | | | | | | | 1s | 10.57 | 18.00 | 1.70 |
| ! | | | | | | | | | 2s | 11.72 | 20.00 | 1.71 |
| ! | 3 | 1.305 | 0.993 | 5.80 | 3.98 | 3.687 | 1 | 3 | 1 | 16.21 | 19.41 | 1.20 |
| ! | | | | | | | | | 2 | 22.67 | 29.11 | 1.28 |
| ! | | | | | | | | | 1s | 18.83 | 20.96 | 1.11 |
| ! | | | | | | | | | 2s | 20.76 | 23.29 | 1.12 |
| ! | 4 | 2.055 | 0.895 | 5.80 | 4.10 | 4.398 | 1 | 4 | 1 | 15.26 | 21.52 | 1.41 |
| ! | | | | | | | | | 2 | 21.10 | 32.29 | 1.53 |
| ! | | | | | | | | | 1s | 22.55 | 23.25 | 1.03 |
| ! | | | | | | | | | 2s | 24.80 | 25.83 | 1.04 |
| ! | 5 | 2.805 | 0.797 | 5.80 | 4.23 | 5.109 | 1 | 4 | 1 | 18.31 | 22.95 | 1.25 |
| ! | | | | | | | | | 2 | 24.99 | 34.42 | 1.38 |
| ! | | | | | | | | | 1s | 20.46 | 24.79 | 1.21 |
| ! | | | | | | | | | 2s | 22.46 | 27.54 | 1.23 |
| ! | 6 | 3.555 | 0.705 | 5.80 | 4.49 | 5.776 | 1 | 4 | 1 | 21.34 | 24.40 | 1.14 |
| ! | | | | | | | | | 2 | 28.65 | 36.60 | 1.28 |
| ! | | | | | | | | | 1s | 23.13 | 26.36 | 1.14 |
| ! | | | | | | | | | 2s | 25.31 | 29.28 | 1.16 |
| ! | 7 | 4.305 | 0.675 | 5.80 | 4.87 | 6.408 | 1 | 4 | 1 | 24.35 | 28.05 | 1.15 |
| ! | | | | | | | | | 2 | 32.09 | 42.08 | 1.31 |
| ! | | | | | | | | | 1s | 25.75 | 30.30 | 1.18 |
| ! | | | | | | | | | 2s | 28.08 | 33.66 | 1.20 |
| ! | 8 | 5.055 | 0.675 | 5.80 | 5.24 | 7.041 | 1 | 4 | 1 | 28.63 | 33.20 | 1.16 |
| ! | | | | | | | | | 2 | 36.94 | 49.80 | 1.35 |
| ! | | | | | | | | | 1s | 29.34 | 35.85 | 1.22 |
| ! | | | | | | | | | 2s | 31.87 | 39.84 | 1.25 |
| ! | 9 | 5.805 | 0.675 | 5.80 | 5.62 | 7.674 | 1 | 5 | 1 | 27.09 | 38.77 | 1.43 |
| ! | | | | | | | | | 2 | 34.09 | 58.16 | 1.71 |
| ! | | | | | | | | | 1s | 27.74 | 41.87 | 1.51 |
| ! | | | | | | | | | 2s | 30.04 | 46.52 | 1.55 |

Strips type 1 : HA 50X4

Strips type 1 : 197.2 meters for 3.0 m width of wall

Reinforcing strips weight for one square meter of facing: 19.60 kg

* COMPLEMENTARY DATA *

1 STANDARDISATION FILE : COLOMBIA

2 CALCULATION METHOD : Limit state

3 FACTORS :

| load cases | LFw | Load factors | | | R.E density |
|------------|------|--------------|------|------|-------------|
| | | LFp | LFq1 | LFq2 | |
| 1 | 1.00 | 1.35 | 0.00 | 1.50 | 1 |
| 2 | 1.35 | 1.35 | 1.50 | 1.50 | 2 |
| 3 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 2 |
| 1s | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1 |
| 2s | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2 |

R.E density : 1 = min - 2 = max

| Safety factors | FSg | FSgc | FSr | FSc | FSt | FSf |
|----------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Static | 1.20 | 1.65 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.35 |
| Seismic | 1.20 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.00 |
| Method factors | | | | | | |
| Static | 1.000 | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Seismic | 1.000 | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

4 STRIPS :

Strip type 1

Width tolerance : 0.00 mm Thickness tolerance : 0.00 mm
Weight : 1.84 kg/m
Hole diameter : 12.70 mm
 -> tolerance : 0.00 mm

5 FACING :

Vertical strip spacing : 0.750 mm
bottom height : 0.365 mm
Facing flexibility : 2
Flexibility : 1 = rigid (ex: full height facing)
 2 = discrete (ex :std panels)
 3 = flexible (ex :steel facing)

2. DISEÑO MURO DE GAVIONES

Gabions Walls Calculation

Archivo: ESPAÑA Proyecto: BARRIO NUEVA ESPAÑA

DATOS DEL PROBLEMA

DATOS SOBRE EL MURO

| | Hilera | Largo (m) | Altura (m) | Inicio (m) |
|---------------------------------|--------|-----------|------------|------------|
| Inclinación del muro (grados): | 0.00 | | | |
| Peso esp. de la piedra (tf/m3): | 2.20 | | | |
| Indice de vacíos del gavión: | 0.30 | | | |
| Geotextil en el terraplén: | Si | 1 | 3.00 | 1.00 |
| Reducción de la fricción (%): | 10.00 | 2 | 2.00 | 1.00 |
| Geotextil sobre la base: | No | 3 | 1.00 | 2.00 |
| Reducción de la fricción (%): | 10.00 | | | |

DATOS GEOMETRICOS DEL TERRAPLEN

Inclinación del primer tramo (grados): 9.80
 Largo del tramo (m): 4.30
 Inclinación del segundo tramo (grados): 3.50

DATOS SOBRE EL SUELO DEL TERRAPLEN

Peso específico del suelo (tf/m3): 1.77
 Angulo de fricción interno (grados): 12.00
 Cohesion (tf/m2): 0.80

DATOS DEL PROBLEMA

DATOS SOBRE LA CAPA FREATICA EN EL TERRAPLEN

Altura inicial (m): 0.80
 Inclinación del primer tramo (grados): 9.80
 Largo del tramo (m): 4.50
 Inclinación del segundo tramo (grados): 3.50
 Largo del tramo (m): 10.00

DATOS GEOMETRICOS DEL SUELO DE FUNDACION

Profundidad de fundación de la base (m): 0.50
 Inclinación del terreno cuesta abajo (m): 4.90

DATOS SOBRE EL SUELO DE FUNDACION

Peso específico del suelo (tf/m3): 2.10
 Angulo de fricción interno (grados): 27.00
 Cohesion (tf/m2): 2.00
 Máxima presión admisible para el suelo (tf/m2): 20.00
 Profundidad del nivel del agua (m): 0.40

DATOS SOBRE ACCIONES SISMICAS

Coefficiente horizontal: 0.20

RESULTADOS

ESTABILIDAD EXTERNA

Empuje activo (tf/m).....: 3.95
Punto de aplicación referente al eje X (m)....: 3.00
Punto de aplicación referente al eje Y (m)....: 1.33
Inclin. del empuje con la horiz. (grados).....: 10.80

Empuje pasivo (tf/m).....: 3.94
Punto de aplicación referente al eje X (m)....: 0.00
Punto de aplicación referente al eje Y (m)....: 0.24
Inclin. del empuje con la horiz. (grados).....: -4.90

DESLIZAMIENTO

Fuerza Normal en la base (tf/m).....: 8.84
Punto de aplicación referente al eje X (m)....: 1.44
Punto de aplicación referente al eje Y (m)....: 0.00
Fuerza Tangencial en la base (tf/m).....: 0.80
Fuerza Resistente en la base (tf/m).....: 10.98
Coeficiente de seguridad.....: 2.323

VOLCAMIENTO

Momento activo (tfm/m).....: 6.19
Momento resistente (tfm/m).....: 18.90
Coeficiente de seguridad.....: 3.051

PRESIONES ACTUANTES EN LA FUNDACION

Presión en la izquierda (tf/m2).....: 3.32
Presión en la derecha (tf/m2).....: 2.58
Máxima presión admitida en la base (tf/m2)....: 20.00

ESTABILIDAD GLOBAL

Centro del arco en relación al eje X (m).....: 11.95
Centro del arco en relación al eje Y (m).....: 27.86
Radio del arco (m).....: 31.99
Numero de arcos estudiados.....: 52
Coeficiente de seguridad.....: 1.564

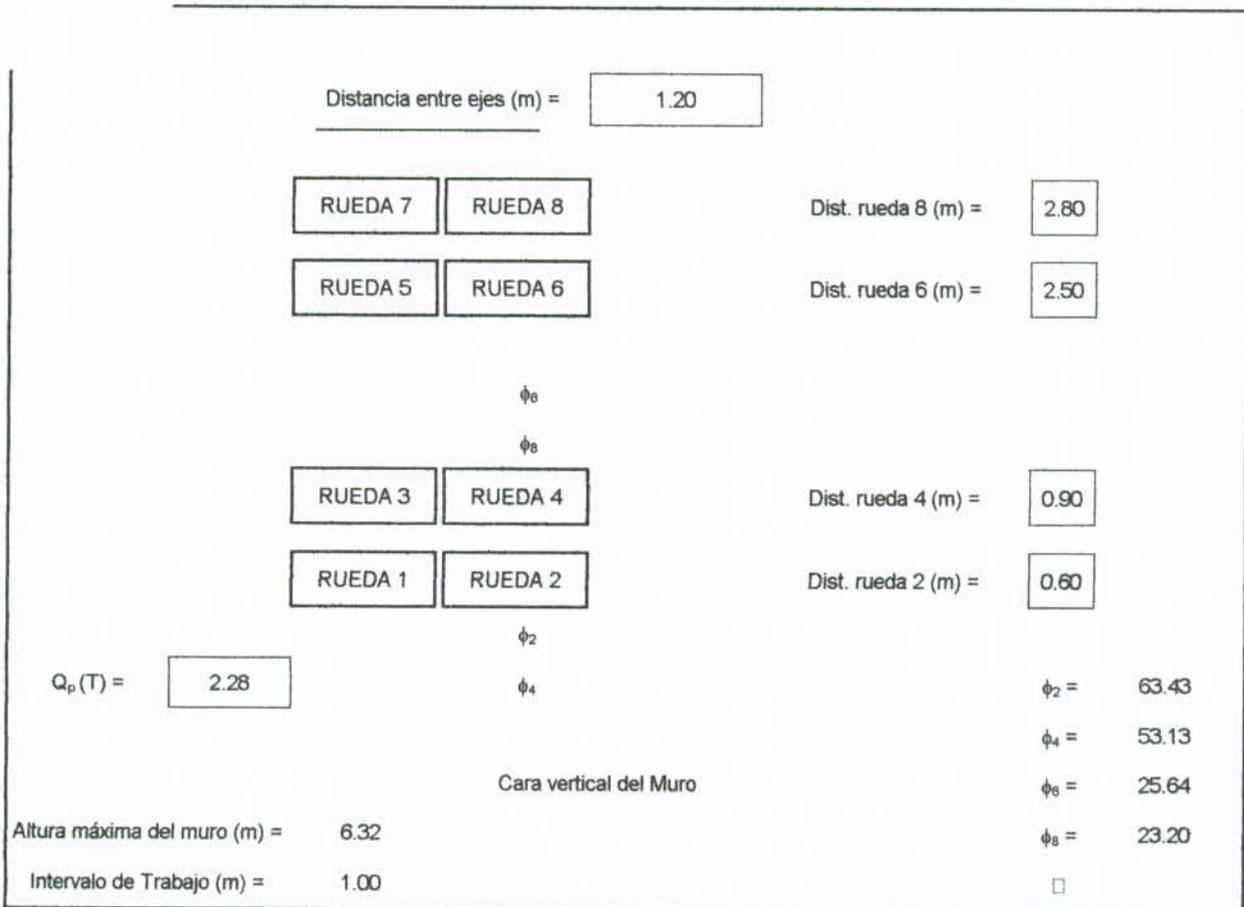
ESTABILIDAD INTERNA

| Hilera | H (m) | N (tf/m) | T (tf/m) | M (tfm/m) | tmax (tf/m2) | tad (tf/m2) | smax (tf/m2) |
|--------|----------|-------------|-------------|--------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 2.00 | 4.65 | 1.80 | 4.10 | 0.90 | 3.91 | 2.63 |
| 2 | 1.00 | 1.51 | 0.40 | 0.60 | 0.40 | 3.47 | 1.89 |

Presión normal admisible - sadm (tf/m2).....: 47.00

4. MURO DE TIERRA REFORZADA CON GEOTEXTIL

CALCULO DE CARGAS VIVAS



| RUEDA 1 | | | | | | RUEDA 2 |
|---------|---------|-----|---------|----------------------|------------|-------------|
| z | n = z/H | x | m = x/H | $\sigma_h H^2 / Q_p$ | σ_h | σ'_h |
| 0 | 0.000 | 0.6 | 0.095 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1 | 0.158 | 0.6 | 0.095 | 1.107 | 0.063 | 0.008 |
| 2 | 0.316 | 0.6 | 0.095 | 1.593 | 0.091 | 0.011 |
| 3 | 0.475 | 0.6 | 0.095 | 1.103 | 0.063 | 0.008 |
| 4 | 0.633 | 0.6 | 0.095 | 0.637 | 0.036 | 0.004 |
| 5 | 0.791 | 0.6 | 0.095 | 0.361 | 0.021 | 0.002 |
| 6 | 0.949 | 0.6 | 0.095 | 0.211 | 0.012 | 0.001 |
| 7 | 1.108 | 0.6 | 0.095 | 0.129 | 0.007 | 0.001 |

| RUEDA 3 | | | | | | RUEDA 4 |
|---------|---------|-----|---------|----------------------|------------|-------------|
| z | n = z/H | x | m = x/H | $\sigma_h H^2 / Q_p$ | σ_h | σ'_h |
| 0 | 0.000 | 0.9 | 0.142 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1 | 0.158 | 0.9 | 0.142 | 1.107 | 0.063 | 0.017 |
| 2 | 0.316 | 0.9 | 0.142 | 1.593 | 0.091 | 0.025 |

| | | | | | | |
|---|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 3 | 0.475 | 0.9 | 0.142 | 1.103 | 0.063 | 0.017 |
| 4 | 0.633 | 0.9 | 0.142 | 0.637 | 0.036 | 0.010 |
| 5 | 0.791 | 0.9 | 0.142 | 0.361 | 0.021 | 0.006 |
| 6 | 0.949 | 0.9 | 0.142 | 0.211 | 0.012 | 0.003 |
| 7 | 1.108 | 0.9 | 0.142 | 0.129 | 0.007 | 0.002 |

| RUEDA 5 | | | | | | RUEDA 6 |
|---------|---------|-----|---------|----------------------|------------|-------------|
| z | n = z/H | x | m = x/H | $\sigma_h H^2 / Q_p$ | σ_h | σ'_h |
| 0 | 0.000 | 2.5 | 0.396 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1 | 0.158 | 2.5 | 0.396 | 1.107 | 0.063 | 0.049 |
| 2 | 0.316 | 2.5 | 0.396 | 1.593 | 0.091 | 0.071 |
| 3 | 0.475 | 2.5 | 0.396 | 1.103 | 0.063 | 0.049 |
| 4 | 0.633 | 2.5 | 0.396 | 0.637 | 0.036 | 0.028 |
| 5 | 0.791 | 2.5 | 0.396 | 0.361 | 0.021 | 0.016 |
| 6 | 0.949 | 2.5 | 0.396 | 0.211 | 0.012 | 0.009 |
| 7 | 1.108 | 2.5 | 0.396 | 0.129 | 0.007 | 0.006 |

| RUEDA 7 | | | | | | RUEDA 8 |
|---------|---------|-----|---------|----------------------|------------|-------------|
| z | n = z/H | x | m = x/H | $\sigma_h H^2 / Q_p$ | σ_h | σ'_h |
| 0 | 0.000 | 2.8 | 0.443 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1 | 0.158 | 2.8 | 0.443 | 0.802 | 0.046 | 0.037 |
| 2 | 0.316 | 2.8 | 0.443 | 1.336 | 0.076 | 0.062 |
| 3 | 0.475 | 2.8 | 0.443 | 1.045 | 0.060 | 0.049 |
| 4 | 0.633 | 2.8 | 0.443 | 0.655 | 0.037 | 0.030 |
| 5 | 0.791 | 2.8 | 0.443 | 0.391 | 0.022 | 0.018 |
| 6 | 0.949 | 2.8 | 0.443 | 0.237 | 0.014 | 0.011 |
| 7 | 1.108 | 2.8 | 0.443 | 0.148 | 0.008 | 0.007 |

| Z | $\Sigma (\sigma_h + \sigma'_h)$ |
|---|---------------------------------|
| 0 | 0.000 |
| 1 | 0.346 |
| 2 | 0.517 |
| 3 | 0.371 |
| 4 | 0.219 |
| 5 | 0.180 |
| 6 | 0.075 |
| 7 | 0.046 |

ESTABILIDAD INTERNA

| <u>Datos del suelo</u> | | <u>Datos del geotextil</u> | | <u>Factores de Seguridad</u> | |
|----------------------------------|------|----------------------------|------------|-------------------------------|-----|
| c (T/m ²) = | 0.1 | Seleccione el GT : | TR 4000 | FR_{DI} = | 1.2 |
| ϕ (°) = | 30.0 | Resist. WW = | 60.00 kN/m | FR_{FL} = | 2.2 |
| γ_t (T/m ³) = | 1.95 | δ = | 25.5° | FR_{DO} = | 1.0 |
| γ_d (T/m ³) = | 1.90 | $\tan \delta$ = | 0.48 | FR_{DB} = | 1.0 |
| ω (%) = | 9.0 | | | FS = | 1.3 |
| <u>Datos del Muro</u> | | | | | |
| Altura máx (m) = | | | 6.3 | Scargas (T/m ²) = | |
| Base sugerida (m) = | | | 4.4 | | |

$K_a = \tan^2(45 - \phi/2) = 0.333$
 $\sigma_h = K_a \cdot \gamma \cdot z + K_a \cdot q = 0.650 \cdot z + 1.333$
 $T_{adm} = T_{ult} \cdot [1 / (FS_{ID} \cdot FS_{CR} \cdot FS_{CD} \cdot FS_{BD})] = 2.319 \text{ T/m}$
 Profundidad, z (m) = 3.00
 Desea Incluir Cargas Vivas (S/N) = s
 $\Sigma(\sigma_h + \sigma'_h), (T/m^2) = 0.371$
 $S_v (m) = T_{adm} / (\sigma_h \cdot FS) = \frac{2.319}{1.021 \cdot z + 1.333} = 0.406$

| Capa No. | Z(m) | $S_v(m)$ | $L_e(m)$ | $L_{e \text{ min}}(m)$ | $L_R(m)$ | $L(m)$ | $L_o(m)$ | $L_i(m)$ | L a usar (m) |
|----------|-------|----------|----------|------------------------|----------|--------|----------|----------|--------------|
| 18 | 0.400 | 0.40 | 2.456 | 0.900 | 3.418 | 5.874 | 1.0 | 7.274 | 7.30 |
| 17 | 0.800 | 0.40 | 1.374 | 0.900 | 3.187 | 4.561 | 1.0 | 5.961 | 6.40 |
| 16 | 1.200 | 0.40 | 0.953 | 0.900 | 2.956 | 3.910 | 1.0 | 5.310 | 6.40 |
| 15 | 1.600 | 0.40 | 0.730 | 0.900 | 2.725 | 3.625 | 1.0 | 5.025 | 6.40 |
| 14 | 2.000 | 0.40 | 0.592 | 0.900 | 2.494 | 3.394 | 1.0 | 4.794 | 6.40 |
| 13 | 2.400 | 0.40 | 0.497 | 0.900 | 2.263 | 3.163 | 1.0 | 4.563 | 6.40 |
| 12 | 2.800 | 0.40 | 0.429 | 0.900 | 2.032 | 2.932 | 1.0 | 4.332 | 6.40 |
| 11 | 3.150 | 0.35 | 0.383 | 0.900 | 1.830 | 2.730 | 1.0 | 4.080 | 5.85 |
| 10 | 3.500 | 0.35 | 0.346 | 0.900 | 1.628 | 2.528 | 1.0 | 3.878 | 5.85 |
| 9 | 3.850 | 0.35 | 0.315 | 0.900 | 1.426 | 2.326 | 1.0 | 3.676 | 5.85 |
| 8 | 4.200 | 0.35 | 0.289 | 0.900 | 1.224 | 2.124 | 1.0 | 3.474 | 5.85 |
| 7 | 4.500 | 0.30 | 0.271 | 0.900 | 1.051 | 1.951 | 1.0 | 3.251 | 5.30 |
| 6 | 4.800 | 0.30 | 0.254 | 0.900 | 0.878 | 1.778 | 1.0 | 3.078 | 5.30 |
| 5 | 5.100 | 0.30 | 0.239 | 0.900 | 0.704 | 1.604 | 1.0 | 2.904 | 5.30 |
| 4 | 5.400 | 0.30 | 0.226 | 0.900 | 0.531 | 1.431 | 1.0 | 2.731 | 5.30 |
| 3 | 5.700 | 0.30 | 0.215 | 0.900 | 0.358 | 1.258 | 1.0 | 2.558 | 5.30 |
| 2 | 6.000 | 0.30 | 0.204 | 0.900 | 0.185 | 1.085 | 1.0 | 2.385 | 5.30 |
| 1 | 6.300 | 0.30 | 0.195 | 0.900 | 0.012 | 0.912 | 1.0 | 2.212 | 5.30 |

ANEXO 5
CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

CANTIDADES DE OBRA

Memorias de Cálculo

1.1 ANDEN

Longitud 20 m Corresponde al costado Norte de la Calle 38 Sur, donde estan las construcciones, frente al derrumbe.

| | | | | | | |
|------------------------------|------|---|-------|---|-------|-----------|
| Excavación | 1.50 | x | 0.15 | x | 20.00 | 4.50 m3 |
| Concreto 3000 psi | 1.35 | x | 0.15 | x | 20.00 | 4.05 m3 |
| Hierro ϕ 3/8 37,000 psi | 1.35 | x | 20.00 | x | 4.48 | 120.96 kg |

1.2 SARDINEL

Longitud 20 m Corresponde al costado Norte de la Calle 38 Sur, donde estan las construcciones, frente al derrumbe.

| | | | | | | |
|------------------------------|------|---|------|---|-------|----------|
| Excavación | 0.15 | x | 0.20 | x | 20.00 | 0.60 m3 |
| Concreto 3000 psi | 0.15 | x | 0.40 | x | 20.00 | 1.20 m3 |
| ϕ 3/8 37,000 psi c/0.30 | 0.60 | x | 1.68 | x | 20.00 | 20.16 kg |

1.3 SUMIDERO

Este sumidero recibirá el agua de la cuneta de la vía y la del filtro del costado Norte de la Calle 38 Sur.

| | | | | | | |
|------------------------------|------|---|------|---|------|----------|
| Excavación | 0.80 | x | 0.60 | x | 1.60 | 0.77 m3 |
| Concreto 3000 psi | 4.40 | x | 0.15 | x | 1.60 | 1.06 m3 |
| ϕ 3/8 37,000 psi c/0.30 | | | | | | 46.00 kg |
| Material base fundación | 0.80 | x | 0.60 | x | 0.10 | 0.05 m3 |

1.4 TUBERIA DE ALCANTARILLADO ϕ 8"

Tubería de gres, longitud 6 metros. Conexión del sumidero al pozo inicial del actual alcantarillado.

| | | | | | | |
|-----------------------------|------|---|------|---|------|---------|
| Excavación | 0.30 | x | 1.50 | x | 6.00 | 2.70 m3 |
| Tubería | | | | | | 6 m |
| Relleno "recebo" compactado | | | | | | 2.70 m3 |

1.5 AFIRMADO

Longitud 50 metros.

| | | | | | | |
|-------------------|------|---|------|---|-------|----------|
| Excavación | 5.00 | x | 0.20 | x | 50.00 | 50.00 m3 |
| Material granular | 5.00 | x | 0.20 | x | 50.00 | 50.00 m3 |

2.1 CUNETAS TRIANGULAR

Carretera de Oriente, localizada a lo largo del muro de gaviones. Longitud 40 m
Costado Norte Calle 38 Sur. Longitud 40 m

| | | | | | | |
|-----------------------------------|------|---|------|---|-------|----------|
| Excavación | 0.25 | x | 0.25 | x | 80.00 | 5.00 m3 |
| Concreto 3000 psi | 0.45 | x | 0.10 | x | 80.00 | 3.60 m3 |
| Acero ϕ 3/8 37000 psi c/0.20 | 2.80 | x | 0.40 | x | 80.00 | 89.60 kg |

3.1 SUBDREN (PIEDRA MEDIA ZONGA Y GEOTEXTIL)

Sección 2.0 x 0.60. Localizados en el cuerpo del depósito, así:

Subdrenes dentro del cuerpo del depósito 190 m

| | | | | | | |
|-----------------------------|------|---|------|---|--------|-----------|
| Excavación | 2.00 | x | 0.60 | x | 190.00 | 228.00 m3 |
| Material filtrante (piedra) | 1.00 | x | 0.60 | x | 190.00 | 114.00 m3 |
| Geotextil | 3.80 | x | 0.60 | x | 190.00 | 433.20 m2 |
| Relleno arcilloso | 1.00 | x | 0.60 | x | 190.00 | 114.00 m3 |

| | | | | | | |
|-------------------------------------|-------|---|-------|---|----------------|-----------|
| Relleno material granular | 20.00 | x | 5.80 | x | 6.32 | 733.12 m3 |
| Protección (malla+concreto lanzado) | | | | | Espesor 0.10 m | |
| Volumen | | | 126.4 | x | 0.10 = | 12.64 m3 |

4.4 MURO DE GAVIONES

Dimensiones

| | |
|---------------------|-----------|
| Sección transversal | 6.60 m2 |
| Longitud | 35.00 m |
| Volumen | 231.00 m3 |

Excavación. Implica descargar en unos dos metros la pata del depósito que avanza sobre la berma de la carretera

| | | |
|------------------------|------------------------|------------|
| Excavación | (3 x 3 + 1 x 2/2) x 35 | 350.00 m3 |
| Malla tipo C-12. 2x1x1 | 5.00 x 231.00 | 1155.00 m2 |
| Piedra media zonga | 6.60 x 35.00 | 231.00 m3 |
| Geotextil | 3.00 x 35.00 | 105.00 m3 |

5.1 PERFILADO, SELLADO DE GRIETAS

Se ha seleccionado para este tratamiento un área de 3,300 m2 (ver Plano 8), en la cual se estima que el perfilado equivale a un movimiento de tierra de 0.50 m de profundidad, con el cual se empareja el terreno, cortando en unas partes y llenando en otras.

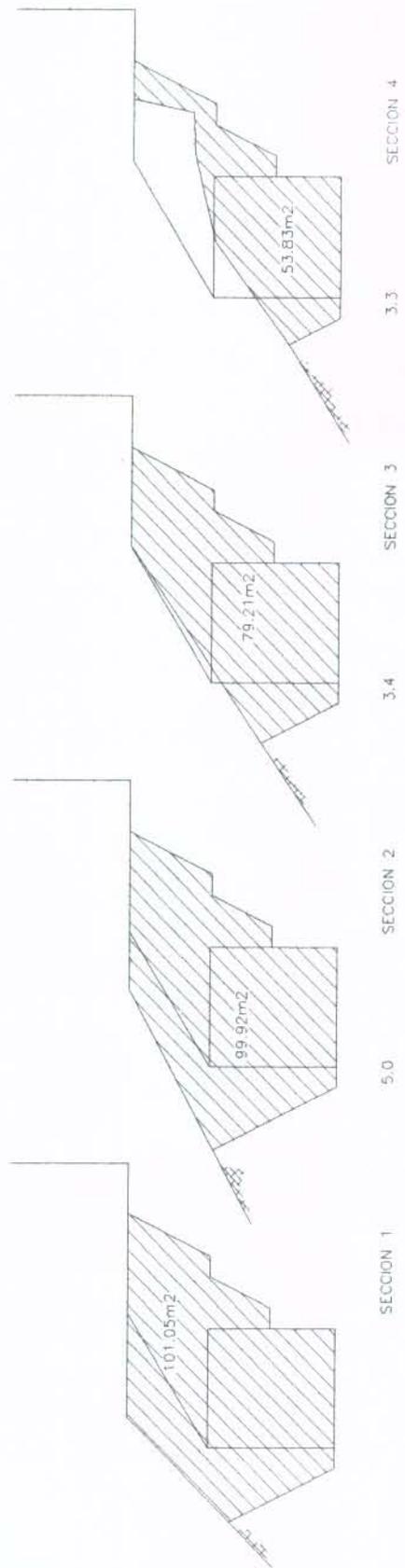
| | | | | |
|-----------|---------|---|------|------------|
| Perfilado | 3300.00 | x | 0.50 | 1650.00 m3 |
|-----------|---------|---|------|------------|

5.2 SIEMBRA DE ARBOLES

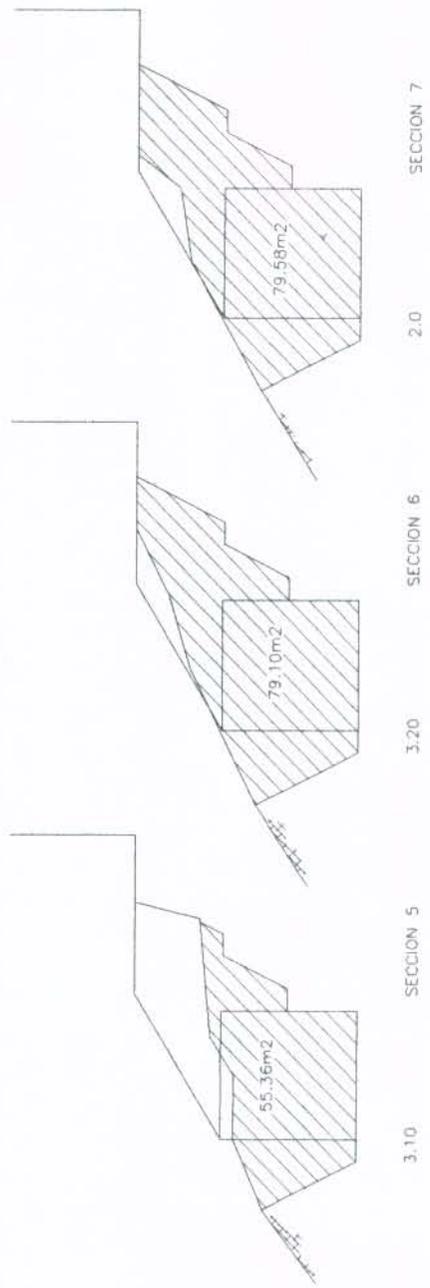
| | |
|--------------------|-------|
| Siembra de árboles | 30.00 |
|--------------------|-------|

5.3 EMPRADIZACION

| | | | | |
|---------------|------|---|-------|-----------|
| Empradización | 8.50 | x | 20.00 | 170.00 m2 |
|---------------|------|---|-------|-----------|



VOLUMEN = 1570m³



CUBICACION DE LA EXCAVACION PARA EL MURO PROPIAMENTE DICHO
Y PARA EL RELLENO EN SU PARTE ANTERIOR

3.2 FILTRO FRANCÉS CON TUBERÍA PERFORADA O SIMILAR

Sección 1.70x0.60. Localizados así:

| | |
|----------------------------------|------|
| Costado Norte Calle 38 Sur | 50 m |
| Detrás del muro de tierra armada | 30 m |
| Suma | 80 m |

| | | |
|--------------------|-------------------------|-----------|
| Excavación | 1.70 x 0.60 x 80.00 | 81.60 m3 |
| Geotextil | (1.0 x 2+ 0.6 x 3) x 80 | 304.00 m2 |
| Material filtrante | 1.00 x 0.60 x 80.00 | 48.00 m3 |
| Tubería ϕ 4" | 1 x 80 | 80.00 m |
| Relleno arcilloso | 0.70 x 0.60 x 80.00 | 33.60 m3 |

4.1 EXCAVACION PARA EL MURO

La cubicación se hizo con base en siete secciones, las cuales se presentan en la siguiente página.

| | | | |
|--|---------|--------------|------------|
| Volumen total de excavación Σ secciones 1 a 7 | 1570 m3 | | |
| Excavación extremo oeste (4.2+1)/2 x 9.4 x 5.80 | 142 m3 | | |
| Excavación extremo este (3.16+1)/2 x 6.32 x 5.80 | 77 m3 | Excavación = | 1789.00 m3 |

4.2 RELLENO Y TERRAPLEN RECONSTRUCCION BANCA

La cubicación se hizo con base en siete secciones, las cuales se presentan en la siguiente página.

| | | | |
|---|--------|-----------|-----------|
| Relleno extremo oeste (4.2+1)/2 x 9.4 x 5.80 | 142 m3 | | |
| Relleno extremo este (3.16+1)/2 x 6.32 x 5.80 | 77 m3 | | |
| Terraplén 33.96 x 20.00 | 679 m3 | Relleno = | 898.00 m3 |

4.3 MURO DE TIERRA ARMADA

Dimensiones:

| | |
|--------------|-----------|
| Longitud | 20.00 m |
| Ancho | 5.80 m |
| Altura | 6.32 m |
| Volumen | 733.12 m3 |
| Area Frontal | 126.40 m2 |

| | |
|--|-----------|
| Suministro formaleta. Refuerzos metálicos embebidos | 126.40 m2 |
| Escamas prefabricadas. Concreto 4000 psi. 0.18 m3/m2 x 126.4 | 22.75 m3 |
| Acero de refuerzo. Fy 37,000 psi. 3.8 kg/m2 x 126.4 | 480.32 kg |
| Relleno material granular | 733.12 m3 |

4.3.a. MURO DE TIERRA REFORZADA CON GEOTEXTIL

Dimensiones

| | |
|--------------|-----------|
| Longitud | 20.00 m |
| Ancho | 5.80 m |
| Altura | 6.32 m |
| Volumen | 733.12 m3 |
| Area Frontal | 126.40 m2 |

Geotextil tejido TR 4000

Telas de 3.85 m de ancho

Traslapo de las telas 0.50 m

No. De telas en el ancho del muro

$$20/3.35 = 5.97 \text{ Sean } 6$$

Area total de telas por capa

$$6 \times 3.85 = 23.10 \text{ m}^2$$

Longitud del bucle

$$1.50$$

| TIPO | No. | Longitud | Ancho | No. Telas | Area por capa, m2 | Area total por tipo, m2 |
|----------------------|-----|-------------|-------|-----------|-------------------|-------------------------|
| 1 | 6 | 3.5+1.5=5.0 | 20 | 6 | 23.1 | 23.1x5.0x6 = 693.00 |
| 2 | 5 | 4.0+1.5=5.5 | 20 | 6 | 23.1 | 23.1x5.5x5 = 635.25 |
| 3 | 6 | 4.5+1.5=6.0 | 20 | 6 | 23.1 | 23.1x6.0x6 = 831.60 |
| Total área geotextil | | | | | | 2159.85 |

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Item | Tipo de Obra | Unidad | Cantidad | Precio Unit. | SubTotal | Precio Unitario Total |
|------|--|--------|----------|--------------|-----------------|-----------------------|
| 3.2 | Filtro Francés (con tubería perforada 4" o similar) | ML | 80 | | | |
| | Excavación (incluye retiro de material) | M3 | 81.6 | \$18,000.00 | \$1,468,800.00 | |
| | Tubería perforada | ML | 80 | \$11,000.00 | \$880,000.00 | |
| | Geotextil no tejido 1400 | M2 | 304 | \$2,500.00 | \$760,000.00 | |
| | Repleno (material arcilloso) | M3 | 33.6 | \$8,000.00 | \$268,800.00 | |
| | Material filtrante | M3 | 48 | \$35,000.00 | \$1,680,000.00 | \$63,220.00 |
| 4.0 | Estructuras de Contención | | | | | |
| 4.1a | Excavación muro y terrapienes banca | M3 | | | | |
| | Excavación (incluye retiro de material) | M3 | 1789 | \$18,000.00 | \$32,202,000.00 | \$18,000.00 |
| | Repleno y terraplén | M3 | 898 | \$15,000.00 | \$13,470,000.00 | \$15,000.00 |
| | Transporte material de excavación* | M3/KM | | | | |
| 4.1b | Muro Tierra Armada | M3 | 733.12 | | | |
| | Formaleta y refuerzo | M2 | 126.4 | \$118,000.00 | \$14,915,200.00 | |
| | Escamas prefabricadas concreto 4000 psi** | M3 | 22.75 | \$320,000.00 | \$7,280,000.00 | |
| | Acero fy=37000 psi | KG | 480.32 | \$750.00 | \$360,240.00 | |
| | Repleno seleccionado | M3 | 733.12 | \$25,000.00 | \$18,328,000.00 | \$55,766.37 |
| 4.2 | Muro de Gaviones 6m2x38 | M3 | 231 | | | |
| | Excavación (incluye retiro de material) | M3 | 350 | \$18,000.00 | \$6,300,000.00 | |
| | Malla tipo C-12. 2 x 1 x1 | M2 | 1155 | \$4,500.00 | \$5,197,500.00 | |
| | Repleno en piedra media zonga | M3 | 231 | \$20,000.00 | \$4,620,000.00 | |
| | Geotextil no tejido 1400 o similar | M2 | 105 | \$2,500.00 | \$262,500.00 | |
| | | | | | | \$70,909.09 |
| 5.0 | Reconformación del terreno y conservación de suelos | | | | | |
| 5.1 | Perfilado, sellado grietas | M3 | 1650 | \$9,000.00 | \$14,850,000.00 | \$9,000.00 |
| 5.2 | Siembra de árboles | UN | 30 | | | |
| | Siembra de árboles (ver especificaciones) | UN | 30 | \$15,000.00 | \$450,000.00 | \$15,000.00 |
| 5.3 | Empradización | M2 | 170 | | | |
| 5.1 | Empradización (cespedón) | M2 | 170 | \$3,500.00 | \$595,000.00 | |
| 6.0 | Estructuras de Contención. Diseño opcional | | | | | |
| 6.1 | Muro Tierra Reforzada con Geotextil | M3 | 733.12 | | | |
| | Geotextil no tejido 1400 | M2 | 2159.85 | \$4,025.00 | \$8,693,396.25 | \$8,693,396.25 |
| | Instalación geotextil | M2 | 2159.85 | \$2,500.00 | \$5,399,625.00 | \$5,399,625.00 |
| | Protección concreto lanzado 3000 psi con malla 300 | M3 | 12.64 | \$430,000.00 | \$5,435,200.00 | \$5,435,200.00 |
| | Mano de obra de protección | M2 | 126.4 | \$2,000.00 | \$252,800.00 | \$252,800.00 |
| | Repleno material granular | M3 | 733.12 | \$25,000.00 | \$18,328,000.00 | \$51,981.97 |

Nota: Los precios que aquí se presentan incluyen materiales, transportes, equipos y mano de obra. No incluyen el AIU.
 *Ver especificación 11.3.2.1. ** El valor de las escamas se paga por M2 del área frontal del muro, independientemente del tipo de escama.

3000 con mallas
 6,600,000
 7,477,200
 21,440,000
 33925.200
 46283
 AIU

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Item | Tipo de Obra | Unidad | Cantidad | Precio Unit. | SubTotal | Precio Unitario Total |
|------------|---|--------|----------|--------------|----------------|-----------------------|
| 1.0 | Urbanismo | | | | | |
| 1.1 | Andén | ML | 20 | | | |
| | Excavación (incluye retiro de material) | M3 | 4.5 | \$18,000.00 | \$81,000.00 | |
| | Concreto 3000 psi | M3 | 4.5 | \$225,000.00 | \$1,012,500.00 | |
| | Acero fy=37000 psi | KG | 120.96 | \$1,300.00 | \$157,248.00 | \$62,537.40 |
| 1.2 | Sardinela | ML | 20 | | | |
| | Excavación (incluye retiro de material) | M3 | 0.6 | \$18,000.00 | \$10,800.00 | |
| | Concreto 3000 psi | M3 | 1.2 | \$225,000.00 | \$270,000.00 | |
| | Formaleta | UN | 20 | \$1,000.00 | \$20,000.00 | |
| | Acero fy=37000 psi | KG | 20.16 | \$1,300.00 | \$26,208.00 | \$16,350.40 |
| 1.3 | Sumidero | UN | 1 | | | |
| | Excavación (incluye retiro de material) | M3 | 0.77 | \$18,000.00 | \$13,860.00 | |
| | Concreto 3000 psi | M3 | 1.06 | \$225,000.00 | \$238,500.00 | |
| | Material de base | M3 | 0.05 | \$22,500.00 | \$1,125.00 | |
| | Rejilla | UN | 1 | \$150,000.00 | \$150,000.00 | |
| | Acero fy=37000 psi | KG | 4.6 | \$1,300.00 | \$5,980.00 | \$409,465.00 |
| 1.4 | Tubería alcantarillado 8" | ML | 6 | | | |
| | Excavación (incluye retiro de material) | M3 | 2.7 | \$18,000.00 | \$48,600.00 | |
| | Tubo 8". Instalada | ML | 6 | \$12,000.00 | \$72,000.00 | |
| | Recebo | M3 | 2.7 | \$15,000.00 | \$40,500.00 | \$26,850.00 |
| 1.5 | Afirmado | M3 | 50 | | | |
| | Excavación (incluye retiro de material) | M3 | 50 | \$18,000.00 | \$900,000.00 | |
| | Material de subbase | M3 | 50 | \$45,000.00 | \$2,250,000.00 | \$63,000.00 |
| 2.0 | Drenaje Superficial | | | | | |
| 2.1 | Cuneta Triangular | ML | 80 | | | |
| | Excavación (incluye retiro de material) | M3 | 5.0 | \$18,000.00 | \$90,000.00 | |
| | Acero fy=37000 psi | KG | 89.6 | \$750.00 | \$67,200.00 | |
| | Concreto 3000 psi | M3 | 3.6 | \$225,000.00 | \$810,000.00 | \$12,090.00 |
| 3.0 | Subdrenaje | | | | | |
| 3.1 | Subdrenes (piedra y geotextil) | ML | 190 | | | |
| | Excavación (incluye retiro de material) | M3 | 228 | \$18,000.00 | \$4,104,000.00 | |
| | Material filtrante (piedra media zonga) | M3 | 114 | \$20,000.00 | \$2,280,000.00 | |
| | Relleno (material arcilloso) | M3 | 114 | \$8,000.00 | \$912,000.00 | |
| | Geotextil NI 1400 o similar | M2 | 433.2 | \$2,500.00 | \$1,083,000.00 | \$44,100.00 |

Nota: Los precios que aqui se presentan incluyen materiales, transportes, equipos y mano de obra. No incluyen el AIU.

PRESUPUESTO DE OBRA

| Item | Tipo de Obra | Unidad | Cantidad | Precio Unit. | SubTotal | Total |
|------------|--|--------|----------|--------------|-----------------|-----------------|
| 1.0 | Urbanismo | | | | | |
| 1.1 | Andén | ML | 20 | \$62,537.40 | \$1,250,748.00 | |
| 1.2 | Sardinel | ML | 20 | \$16,350.40 | \$327,008.00 | |
| 1.3 | Sumidero | UN | 1 | \$409,465.00 | \$409,465.00 | |
| 1.4 | Tubería alcantarillado 8" | ML | 6 | \$26,850.00 | \$161,100.00 | |
| 1.5 | Afirmado con PVC | M3 | 50 | \$63,000.00 | \$3,150,000.00 | \$5,298,321.00 |
| | | | | | | |
| 2.0 | Drenaje Superficial | | | | | |
| 2.1 | Cuneta | ML | 80 | \$12,090.00 | \$967,200.00 | \$967,200.00 |
| | | | | | | |
| 3.0 | Subdrenaje | | | | | |
| 3.1 | Subdren (piedra y geotextil) | ML | 190 | \$44,100.00 | \$8,379,000.00 | |
| 3.2 | Filtro Francés (con tubería perforada φ4") | ML | 80 | \$63,220.00 | \$5,057,600.00 | \$13,436,600.00 |
| | | | | | | |
| 4.0 | Excavación muro y terraplenes banca | | | | | |
| 4.1 | Excavación (incluye retiro de material) | M3 | 1789 | \$18,000.00 | \$32,202,000.00 | |
| 4.2 | Relleno y terraplén | M3 | 898 | \$15,000.00 | \$13,470,000.00 | \$45,672,000.00 |
| | | | | | | |
| | Estructuras de Contención* | | | | | |
| 4.3 | Muro Tierra Armada con geotextil | M3 | 733.12 | \$55,766.37 | \$40,883,441.17 | |
| 4.4 | Muro de Gaviones | M3 | 231 | \$70,909.09 | \$16,379,999.79 | \$57,263,440.96 |
| | | | | | | |
| 5.0 | Conservación Suelos | | | | | |
| 5.1 | Perfilado, sellado grietas | M3 | 1650 | \$9,000.00 | \$14,850,000.00 | |
| 5.2 | Siembra de árboles | UN | 30 | \$15,000.00 | \$450,000.00 | |
| 5.3 | Empradización | M2 | 170 | \$3,500.00 | \$595,000.00 | \$15,895,000.00 |

| | | | | | | |
|--------------------|--|--|--|--|--|------------------|
| SUBTOTAL | | | | | | \$138,532,561.96 |
| A.I.U.(22%) | | | | | | \$30,477,163.63 |
| TOTAL | | | | | | \$169,009,725.60 |

* Alternativa opcional: Muro de tierra reforzada con geotextil. Ver análisis de precios unitarios. ítem 6.1

6.463.952
117.984
16.392.652
42.529.000
33930.993

ANEXO 6
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

11.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS

11.3.1 Excavación

Esta actividad comprende el suministro de mano de obra, herramientas, equipos, materiales y la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo las excavaciones y/o remoción de cualquier tipo de material, requeridos por la obra, trabajos que incluyen el cargue, transporte, y disposición final de los materiales excavados. Igualmente, dentro del precio propuesto para la "Excavación", se incluye lo siguiente:

- Manejo del agua superficial y subterránea durante todo el proceso de construcción, por medio de la provisión y mantenimiento de sistemas adecuados de desvío, canalización, bombeo y, en general, evacuación de las aguas, a fin de garantizar la estabilidad de los taludes y la calidad del piso de fundación de las estructuras. La interventoría no aprobará la iniciación de ninguna excavación si el contratista no ha previsto con la debida anticipación los métodos a seguir para el efectivo drenaje de las excavaciones, y si no dispone en el sitio del personal elementos y equipos para la materialización de tales métodos.

- Remoción, retiro, limpieza y disposición de derrumbes, lo mismo que el suministro de la mano de obra, equipos y elementos para la construcción de cualquier soporte, acodamiento o entibado que pueda requerirse, hasta la terminación total de las obras

Las excavaciones se deben ejecutar de acuerdo con los alineamientos y dimensiones indicadas en los planos u ordenados por la interventoría. Cualquier sobreexcavación hecha por fuera de lo anteriormente especificado será por cuenta del contratista. Si la interventoría ordena rellenar la sobreexcavación, este trabajo debe ser ejecutado por cuenta del contratista a satisfacción de la interventoría.

Cuando la excavación se realice en las inmediaciones de estructuras u obras existentes, el contratista debe emplear métodos de excavación que garanticen que las estructuras u obras no sufran daños. Cualquier daño en este sentido debe ser reparado por cuenta del contratista a satisfacción de la interventoría.

Los materiales provenientes de las excavaciones que no vayan a ser utilizados para cualquier propósito dentro de la obra se deben retirar y transportar a sitios previamente escogidos por el contratista, sitios que deben tener la aprobación de las autoridades pertinentes y de la interventoría.

Medida y Pago. La unidad de medida será por metro cúbico con aproximación de un decimal, de acuerdo a las medidas del vacío dejado por los trabajos de excavación, que como se especificó anteriormente, deben ceñirse a los alineamientos y dimensiones indicadas en los planos, salvo ampliaciones o disminuciones autorizadas expresamente por la interventoría, las cuales se harán constar en Actas. La excavación así medida se pagará al precio unitario que figure en el contrato de construcción.

11.3.2. Rellenos

Esta actividad comprende el suministro, preparación y colocación de las diversas clases de materiales de relleno indicados en los planos, de acuerdo a los requisitos allí exigidos. El contratista debe cumplir, a su cargo, las siguientes normas generales:

- Selección de la fuente del material adecuado para cada tipo de relleno.
- Suministro a la interventoría, para su estudio, de muestras de los materiales propuestos
- Explotación de la cantera y/o adquisición del respectivo material, en caso de aceptación por parte de la interventoría.
- Transporte del material al sitio de la obra.
- Apilamiento del material en sitios que no ofrezcan peligro a los taludes de las excavaciones, que no provoquen interferencia con las actividades propias de la obra, que no disturben el drenaje necesario para las construcciones que se adelanten, ni interrumpan la circulación del tráfico particular de la localidad.
- Previamente a su transporte a la obra los materiales a utilizar deben someterse a la aprobación de la interventoría, informando su procedencia. La interventoría llevará a cabo los ensayos que considere necesarios para verificar que los materiales tienen la calidad exigida y, si es el caso, dará su aprobación. No obstante, si los materiales que lleguen a la obra no tienen la calidad de las muestras ensayadas, la interventoría ordenará el retiro de estos materiales y su reemplazo por materiales aceptables, todo esto a cargo del contratista.

Los tipos de relleno contemplados son:

11.3.2.1 "Recebo" compactado. Se especificó para los siguientes tipos de obra:

- 1) Cubrir la tubería que conecta el sumidero, al cual llega la cuneta y el filtro del costado norte de la calle 34-Sur, con el alcantarillado existente.
- 2) Relleno en la parte anterior y en los extremos del muro de tierra armada, y terraplén desde la cota superior de dicho muro hasta la cota de la rasante de la calle 38-Sur, para darle continuidad a esta calle.

Estos rellenos deberán estar constituidos por materiales térreos libres de basuras, suelos orgánicos o bloques de roca mayores de tres centímetros. Deberá contener arena, limos, fragmentos de roca de tamaño de grava, y un componente arcilloso, características típicas del "recebo". Los sobretamaños y otros materiales objetables deberán ser retirados totalmente antes de iniciar la construcción. El índice de plasticidad será como máximo el 10 %.

El material deberá mezclarse para garantizar su homogeneidad, y humedecerse u orearse hasta lograr el contenido de humedad óptimo de compactación, lo cual será verificado por la interventoría. Deberá extenderse en capas horizontales sucesivas, de espesor no mayor de veinte centímetros. Cada capa, antes de colocar la siguiente, deberá emparejarse y alisarse.

El contratista en su propuesta deberá indicar la clase de equipo de compactación que usará, pero la interventoría, en la obra, podrá solicitar el cambio del equipo de compactación propuesto si, en su opinión, no lo considera adecuado, y el contratista queda obligado a acatar la solicitud de cambio. La densidad mínima del relleno y del terraplén deberá ser del 90 % de la densidad máxima determinada según el ensayo Proctor Modificado, con excepción, en el caso del terraplén de la banca de la vía, de los cuarenta centímetros superiores que deberán ser compactados por lo menos al 95 %.

Es posible que parte de los materiales producto de la excavación para el muro de tierra armada se puedan usar para la construcción del relleno. Esta situación debe preverse desde la ejecución de la excavación. La interventoría estudiará los materiales susceptibles de ser usados, bien por su propia iniciativa o bien por solicitud del contratista. Si la interventoría considera que los materiales son técnicamente aceptables y que su utilización es conveniente, los materiales se apilarán como se especificó anteriormente, para su posterior colocación en el relleno. En este evento, como el material excavado no tiene que transportarse, se descontará del valor del ítem "Excavación" de la propuesta, el valor del transporte, calculado según el precio unitario propuesto para el "Metro cúbico-kilómetro", y según la distancia en kilómetros del sitio de la obra al botadero seleccionado. El volumen será el del número de metros cúbicos de relleno construidos con el material que se reutilice.

11.3.2.2. Relleno Arcilloso. Se especificó para cubrir el Filtro Francés y el Subdrenaje

Deberá estar constituido por material predominantemente arcilloso, libre de basuras, suelos orgánicos, arena, gravilla o bloques de roca de cualquier tamaño. Deberá ser apisonado hasta obtener un grado de compactación a satisfacción de la interventoría. Su objeto es proveer una capa lo más impermeable posible que evite la infiltración de aguas lluvias directamente al filtro, para que este trabaje más eficientemente en la evacuación de las aguas subterráneas.

Medida y Pago. Los rellenos se pagarán por metro cúbico compacto, con aproximación de un decimal, de acuerdo a la cubicación llevada a cabo por la interventoría.

11.3.3. Afirmado

Esta especificación se refiere al suministro, transporte, colocación y compactación de material que sirva como capa de rodadura a la calzada de la calle 38-Sur en un tramo de 50 metros, según se indica en el Plano 8.

Los materiales podrán ser grava natural, grava o roca triturada, mezclada o no con arena, o "recebo", materiales que deberán tener un componente arcilloso que facilite una buena compactación, pero en ningún caso su Índice de Plasticidad será superior 6.

El tamaño máximo de la grava o fragmentos de roca será dos pulgadas, y el porcentaje en peso que pase por el tamiz 200 estará entre 3% y 15%.

Los requisitos para su manejo y compactación son los mismos especificados para el ítem **“Recebo” Compactado.**

Medida y Pago. El Afirmado se pagará por metro cúbico compacto, según las medidas tomadas por la interventoría.

11.3.4. Cunetas

Las cunetas se construirán en los sitios indicadas en los planos, previa excavación y mejoramiento del piso mediante operaciones de compactación para garantizar la firmeza de su apoyo, si a juicio de la interventoría dicha operación se considera necesaria.

Las cunetas se construirán con alineamientos y pendientes uniformes, con cambios suaves y graduales, si las condiciones del terreno así lo exigen. Se construirán juntas de construcción cada tres metros o a cada cambio de pendiente o alineamiento.

El concreto deberá tener una resistencia de 210 kg/cm² (3.000 psi) a los 28 días y el acero una resistencia a la fluencia de 2.600 kg/cm² (37.000 psi). El diseño de las mezclas de concreto se hará por cuenta del contratista, siguiendo la norma ACI-318-77.

Medida y Pago. Las cunetas se pagarán por metro lineal de cuneta construida según el diseño suministrado en el Plano 10, y recibidas a entera satisfacción de la interventoría.

11.3.5. Drenaje

Esta especificación se refiere al suministro de materiales, construcción y puesta en servicio de las obras denominadas **“Subdren”** y **“Filtro Francés”**, tal como se indican en los Planos 8, 9, 10.

Subdren. El denominado **subdren** consiste en un filtro compuesto de piedra tamaño media zonga envuelto en tela geotextil.

El geotextil drenante se debe instalar entre materiales filtrantes y el suelo natural. Este geotextil debe tener unas características mínimas iguales a las de PAVCO NT 1400, en especial en lo referente a la ruptura, desgaste, tensión y coeficiente de permeabilidad. No se acepta la instalación de tramos de geotextil con roturas o desgarraduras.

El relleno debe consistir de fragmentos de roca o cantos rodados, sanos, resistentes a los agentes atmosféricos y durables. La dimensión máxima de cada fragmento de roca o canto rodado debe ser 10” y debe tener una gradación que permita espacios por donde circule el agua y acomodados en una forma tal que el conjunto no sufra deformación en el curso de operación del filtro.

5

Construcción: Para construir los filtros se deben excavar zanjas en los sitios y con las dimensiones y alineamientos indicados en los planos u ordenados por la interventoría.

Una vez nivelado el fondo de la zanja se debe desenrollar el geotextil sobre la zanja en una longitud inicial de 10 a 15 m y fijar la tela en un sitio con piedras. El traslape longitudinal de los rollos de tela debe ser de 1 m.

Posteriormente a la instalación del geotextil se debe colocar una primera capa de piedra (material filtrante) permitiendo que su peso acomode la tela contra las paredes de la zanja. Si el filtro se va a construir únicamente con material filtrante, el resto del relleno debe colocarse en forma gradual y cuidadosa para evitar rotura del geotextil. Si el filtro se va a construir con tubería perforada, ésta se coloca sobre la capa base del filtro con el cuadrante perforado hacia abajo. A continuación se completa el llenado de la zanja con el material filtrante hasta la altura indicada. El material filtrante se debe humedecer con agua y compactar regularmente en capas de 20 cm.

Una vez completado el relleno del dren, éste debe envolverse con la tela para evitar su contaminación. Los bordes de la tela deben traslaparse transversalmente como mínimo 0.35 m. Finalmente, el dren debe cubrirse con una capa de material arcilloso especificada en los planos.

Al completar la jornada diaria de trabajo, el extremo de la tela debe dejarse afuera de la zanja y enrollada, para evitar contaminación del relleno.

Medida y pago. El subdren se mide y paga por metro lineal instalado (m), con aproximación a un decimal. El precio unitario debe incluir todos los costos de excavación, adecuación del sitio de emplazamiento, transporte y suministro de materiales, mano de obra, herramientas y equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

Filtro Francés con tubería perforada o similar. Las especificaciones referentes al geotextil y al sistema general de construcción son las mismas que para el subdren.

La tubería perforada debe ser flexible, según lo indiquen los planos o la interventoría, y debe cumplir con las dimensiones y detalles mostrados en los diseños. Las perforaciones del tubo deben ser cuadradas (de 1 cm de lado) o redondas (de $\phi=3/8"$), pero bien determinadas y sin que afecten la resistencia del tubo. en ningún caso se permite la perforación del tubo por medio de golpes, pero sí se puede hacer mediante el uso de taladros o cualquier otro método que apruebe la interventoría.

Las perforaciones del tubo deben estar dispuestas en dos hileras a cada lado, paralelas al eje del tubo, con una separación de 10 cm entre centro y centro de dos perforaciones consecutivas de la misma hilera. Las perforaciones de una hilera con respecto a la otra deben quedar alternadas. Las hileras superiores de perforación deben estar 1/4 de cuadrante del círculo

debajo de la horizontal (22.5°), y las inferiores deben estar a 1/2 cuadrante del círculo debajo de la horizontal (45°).

Material filtrante : Como material filtrante se debe utilizar gravilla conformada por partículas duras y libres de piedra desintegrada, sales, materia orgánica o revestimientos adheridos, y deben cumplir con los requisitos que a juicio de la Interventoría sean aplicables a los materiales para filtros según la norma ICONTEC 174. El tamaño de las partículas debe ajustarse a la gradación que se muestra en la siguiente tabla.

| TAMIZ | PORCENTAJE QUE PASA , EN PESO |
|--------|-------------------------------|
| 1 1/2" | 100 |
| 1" | 80 a 100 |
| 3/4" | 65 a 100 |
| 3/8" | 40 a 80 |
| No 4 | 20 a 55 |
| No 10 | 0 a 35 |
| No 20 | 0 a 20 |
| No 40 | 0 a 12 |
| No 100 | 0 a 7 |
| No 200 | 0 a 5 |

En todo momento debe tenerse especial cuidado para que durante el transporte, almacenamiento y la colocación del material filtrante, éste se mantenga limpio.

Medida y pago. El filtro Francés se mide y paga por metro lineal instalado (m), con aproximación a un decimal. El precio unitario debe incluir todos los costos de excavación, adecuación del sitio de emplazamiento, transporte y suministro de materiales, mano de obra, herramientas y equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

11.3.6 Muro en tierra armada

Consiste en un elemento de materiales térreos apoyado sobre un estrato firme donde el suelo es su principal componente y se encuentra reforzado por tiras metálicas. Los elementos de refuerzo se colocan para aumentar la resistencia a la tensión y al cortante, su resistencia interna depende de estas tiras. Externamente se comportan como estructuras masivas por gravedad.

Los materiales de relleno que se utilicen en el muro de tierra armada, deben ser capaces de desarrollar fricción y no deben contener materia orgánica. Se utilizará material granular que cumpla las especificaciones relacionadas en la tabla siguiente:

| Requisito | Relleno de material Friccionante |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Tamaño máximo | 350 mm |
| % pasa ½ pulgada | ≥ 25 % |
| % pasa tamiz 30 | ≥ 8 % |
| % pasa tamiz 200 | 0 a 10 % |
| Coefficiente de uniformidad | ≥ 5 % |
| Índice plástico | <6 |

El material debe tener un f superior o igual a 32° y un peso unitario de 20kN/m^3 una vez compactado. Se exige una compactación de por lo menos 95% del ensayo Proctor Modificado.

En la parte exterior del muro se colocan elementos prefabricados –“escamas”- de concreto reforzado de 4000 psi, que se unen entre sí por medio de conectores. El diseño de estas escamas lo mismo que el de las tiras metálicas, y de otros elementos de la estructura tales como: juntas verticales de poliuretano y apoyos de neopreno (ver plano 9), pertenecen a un diseño de taller que suministrarán los proveedores de estos elementos estructurales, quienes también suministrarán asesoría durante la construcción.

Medida: Para efectos de pago, se debe computar el volumen del muro que hayan sido construidas de acuerdo al diseño final. La unidad de medida es el metro cúbico con un decimal (m^3).

Pago: La construcción del muro se paga al Contratista al precio unitario consignado por éste en el ítem correspondiente. Este precio se cancela para la estructura del muro incluidos los diseños, la asesoría, formaleas, elementos metálicos, juntas, apoyos, escamas, material granular, etc, que se requieran para la correcta construcción del muro. Este pago constituye la única compensación que reciba el Contratista por los conceptos de trabajo que se indican y por consiguiente en el precio unitario deben incluir todos los costos involucrados.

11.3.7. Muro de gaviones

El trabajo incluido en esta especificación comprende la realización de todas las operaciones necesarias para la construcción de estructuras de gaviones que constan de canastas rectangulares de alambre galvanizado de $2 \times 1 \times 1$ m rellenas de piedra, de acuerdo con los perfiles y secciones que se indiquen en los diseños y los que ordene la Interventoría. El Contratista debe suministrar todos los equipos, materiales y mano de obra que se requieran para ejecutar estos trabajos.

Canasta para gavión: Debe ser fabricada con malla "Ciclón" o "Eslabonada" de triple torsión calibre 10, con abertura máxima de 7.5 cm de lado.

Relleno: El relleno de las canastas debe consistir de fragmentos de roca o cantos rodados, sanos, resistentes y durables. El material empleado debe ser duro y resistente a los agentes

atmosféricos. La dimensión mínima de cada fragmento de roca debe ser por lo menos 3 cm mayor que la abertura de la malla y se deben disponer de modo que entre ellos quede el menor espacio posible; la dimensión máxima deberá ser de 25 cm (10").

Alambre de amarre y tirantes: Se debe emplear alambre del mismo calibre y calidad del utilizado en la fabricación de las mallas.

Preparación de la fundación: El terreno de fundación debe ser razonablemente nivelado suprimiéndole las depresiones o salientes. Los materiales sueltos u orgánicos que se encuentren deben ser retirados.

Los gaviones de base deben colocarse en forma tal que por lo menos la mitad de su altura quede por debajo del nivel del terreno existente, a menos que los planos o el Interventor indiquen expresamente otra forma de colocación.

Relleno: Las canastas deben ser llenadas y amarradas en el sitio donde han de quedar definitivamente y no se permite ningún transporte de las mismas una vez se haya efectuado el relleno.

Durante la operación de llenado, las canastas deben mantenerse firmes y en posición correcta por medio de formaletas y tensores transversales adecuadamente espaciados. Las aristas, tanto verticales como horizontales de cada gavión, deben ligarse firmemente con las correspondientes de los gaviones adyacentes.

El llenado de las canastas debe efectuarse a mano, colocando cuidadosamente las piedras de mayor tamaño en la periferia y el resto de tal forma que se obtenga una masa rocosa bien gradada, para obtener superficies de contacto entre gaviones parejas y libres de entrantes o salientes.

Se debe tener especial cuidado de no formar zonas con acumulación de piedras pequeñas. En ningún caso se permite el llenado por medio de canalones o cualquier otro método que pueda producir una segregación arbitraria de tamaños.

Costuras: Las costuras de las aristas deben llevarse a cabo de manera que el alambre de cosido amarre un módulo completo de la malla.

Tirantes transversales y longitudinales: Se deben colocar tirantes o templetes transversales cada 50 cm en el primer tercio y los 2/3 de la altura de cada gavión y longitudinalmente en la mitad de la altura.

Durante el relleno deben ser colocados tirantes de alambre de la siguiente manera:

Rellene cada celda del gavión de 1.0 m de alto hasta un tercio de su capacidad. Después, coloque normalmente dos tirantes uniendo paredes opuestas, con las extremidades atadas alrededor de dos nudos de la malla. Repita esta operación cuando el gavión esté lleno hasta

Los cespedones deberán tener las raíces del pasto sanas y adheridas a una capa de tierra.

Los cespedones se extenderán sobre la tierra negra, haciéndolos casar en la mejor forma, evitando traslapos y vacíos con el fin de dejar una superficie pareja y uniforme.

El contratista deberá mantener y conservar en perfecto estado la zona empradizada hasta su entrega y recibo definitivo por parte del D.P.A.E.

Medidas y pagos: La siembra de cespedones se medirá por el área en metros cuadrados (M2) con aproximación a un decimal, efectivamente cubierta y terminada, de acuerdo con los planos, las especificaciones y la aprobación de la Interventoría. Las medidas se tomarán en el terreno, paralelamente a la superficie.

El pago se efectuará al respectivo precio unitario del contrato.

11.3.10.Siembra de Arboles

El contratista deberá plantar los árboles, arbustos y plantas, de las especies indicadas y en las localizaciones señaladas y aprobadas por la Interventoría. El trabajo incluye el mantenimiento de los árboles, arbustos y plantas hasta su entrega definitiva y recibo por parte de la Interventoría.

Los árboles, arbustos y plantas, serán suministrados por el contratista listos para su trasplante. Este trasplante y siembra de los árboles será una tarea cuidadosa, la cual deberá hacerse por medio de personal experimentado en este tipo de labores. En lo posible se sembrarán árboles con una altura mínima de 1.50 m, aprobados por la Interventoría.

Para el trasplante deberá hacerse una poda al árbol y luego deberá retirarse la tierra necesaria hasta conformar un "pan de tierra" alrededor de las raíces. El cual deberá envolverse cuidadosamente con costales, fuertemente amarrados con lazos. Con estos últimos se formarán dos argollas para el levante y manejo del árbol, el cual se realizará exclusivamente por tal medio. El "pan de tierra" deberá mantenerse húmedo durante toda la operación.

En el sitio de colocación y con suficiente anticipación, deberá prepararse la excavación para la siembra. El hueco deberá rellenarse en todos los casos con tierra negra labrantía escogida, que cumpla los requisitos de las especificaciones, con excepción de una capa de 15 cm. de espesor aproximadamente, colocada inmediatamente por debajo del "pan de tierra", la cual tendrá la siguiente composición.

- 7 partes de tierra negra labrantía
- 2 2/3 partes de " Compost"
- 1/3 parte de abono 12-24-12 o similar.

11

Una vez colocado el árbol en su sitio y eliminada cuidadosamente la envoltura del "pan de tierra", el resto de la excavación, se rellenará con tierra negra labrantía, que quede firme pero sin compactar.

El árbol se debe fijar a una pieza de madera, o tutor. El trasplante se deberá realizar preferentemente en menguante y en época de lluvia. En el caso de tener que hacerlo en época seca, se deberá aplicar diariamente abundante riego, preferentemente en horas de la mañana.

El contratista deberá mantener en perfecto estado la totalidad de los árboles, arbustos y plantas hasta la entrega y recibo definitivo de los trabajos, lo cual no tendrá lugar en ningún caso, antes de 90 días después de terminada la siembra. Con tal propósito, deberá aplicar el riego, fertilizantes, insecticidas y cualquier otro material necesario y deberá tomar todas las medidas necesarias para la protección del trabajo.

El contratista deberá reemplazar a satisfacción del D.P.A.E. cualquier árbol, arbusto o planta que no presentare condiciones satisfactorias una vez plantada, a juicio de la Interventoría. En tal caso el D.P.A.E. recibirá en forma definitiva tales árboles o plantas, a los 90 días después de ejecutado el cambio.

Medias y pagos: La medida por la siembra de árboles, arbustos y plantas se realizará por las unidades efectivamente plantadas, de conformidad con las especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

Su pago se realizará de acuerdo con el respectivo precio unitario contractual, el cual incluirá la remuneración completa por el trasplante y siembra, preparación del sitio, suministro y colocación de tierra, abono, agua y cualquier otro material, el mantenimiento requerido, cargue y acarreo, equipos y herramientas, mano de obra, desperdicios e imprevistos y cualquier otro costo necesario para completar satisfactoriamente esta parte del trabajo.

ANEXO 7
FORMULARIOS PARA LA EVALUACIÓN
DE DAÑOS EN EDIFICACIONES EN CASO
DE DESLIZAMIENTO

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - DPAE

FORMULARIO PARA EL INVENTARIO DE EDIFICACIONES EN ZONAS INESTABLES

DIRECCION: Calle 28 Sur No. 12-10

I. DATOS BÁSICOS

- 1. Localidad, código San Cristóbal
- 2. Identificación de la construcción:
 - 2.1 Código del barrio o asentamiento Miraflores
 - 2.2 Número de la manzana
- 3. Número del lote
- 4. Propietario: Jairo Hernández
- 5. Arrendatario:
- 6. Cuanto tiempo hace que vive en este barrio? (años)
- 7. Cuanto tiempo hace que vive en esta casa? (años)
- 8. Estado de ocupación: 0. Ocupada 1. No ocupada
- 9. Número de apartamentos en la edificación
- 10. Número de familias en la edificación
- 11. Número de residentes en la edificación
- 12. Area bruta de la construcción (m2)
- 13. Número de pisos y área construida por piso

AREA (M2)

| | |
|----------|----|
| 1er Piso | 20 |
| 2do Piso | |
| 3er Piso | |
| 4o Piso | |

- 14. Estado de la construcción: 1. Completa 2. Lote 3. Incompleta en que porcentaje %
- 15. Edad de la construcción
- 16. Servicios públicos:
 - Agua
 - Alcantarillado
 - Energía eléctrica
 - Gas
 - Teléfono
 - Calle pavimentada

CONDICIÓN ESTRUCTURAL

- 17. Ubicación de la vivienda en la ladera 1. En corte 2. Relleno 3. Estructura palafítica
- 18. Tipo de cimentación 1. Ciclopeo 2. Zapatas 3. Viga Amarre
- 19. Tipo de sistema estructural (ver descripción)
 - 1. Muros portantes 2. Pórtico
 - 3. Muros confinados 4. Entramado con tabiques
 - 5. Prefabricado 6. De recuperación
- 20. Estructura de la placa del piso:
 - 1. Concreto reforzado 2. Metálico 3. Madera 4. Otro
- 21. Estructura del techo:
 - 1. Concreto reforzado 2. Metálico 3. Madera 4. Otro
- 22. Cubierta: 1. Teja 2. Asbesto cemento 3. Zinc 4. De recuperación 5. Otro (especificar)
- 23. Estado de la construcción:
 - 1. Buena 2. Regular 3. Mala

III. DAÑOS

- Ha sufrido anteriormente daño por:
 - 24.1 Movimientos del terreno
 - 24.2 Temblores
 - 24.3 Inundación
 - 24.4 Asentamientos
 - 24.5 Otro (especificar)

- 25. Inestabilidad del suelo
 - 25.1. Deslizamiento
 - 25.2. Caída de rocas
 - 25.3. Otro ¿Cuál?
- 26. Locación de la vivienda en la zona en movimiento 1. Corona 2. Media ladera 3. Pie
- 27. Nivel de exposición 1. Nulo 2. Medio 3. Alto
- 28. Daños en los elementos estructurales
 - 1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
 - 28.1 Muros portantes
 - 28.2 Columnas
 - 28.3 Vigas
 - 28.4 Nudos de los pórticos
 - 28.5 Muros de cortante
 - 28.6 Escaleras
 - 28.7 Pisos
 - 28.8 Cubierta
- 29. Daño en elementos no estructurales e instalaciones
 - 1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
 - 29.1 Tabiques divisorios
 - 29.2 Instalaciones eléctricas
 - 29.3 Instalaciones sanitarias
 - 29.4 Plomería Canalización (Gas)
- 30. Daño en la construcción 1. Ninguna 2. Ligera 3. Moderada 4. Fuerte 5. Severo
- 31. Recomendaciones para medidas urgentes
 - 1. Ninguna 2. Eliminación del peligro local
 - 3. Protección de la edificación del colapso
 - 4. Protección de las calles vecinas 5. Reubicación

IV. ASPECTO SOCIAL

- 32. Cuantas personas de esta familia trabajan
- 33. De qué actividad(es) devengan sus ingresos
 - 1. Empleado 2. Trabajo independiente
 - 3. Otro, Cual?

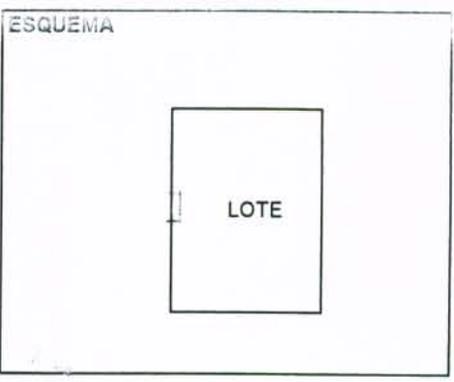
VALORES EN MILES

Monto mensual de ingresos familiares

Valor de bienes (enseres)

Valor estimado del inmueble por el propietario

- 34. Percepción de peligro por los habitantes



Fecha

No/0/ Si/1/

Registro No.

Fecha (mes, día, año)

Nombre y firma

- 1. Jairo Hernández
- 2. _____

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - DPAE

FORMULARIO PARA EL INVENTARIO DE EDIFICACIONES EN ZONAS INESTABLES

DIRECCION: Carretera 100, Barrio 106, Zona 13 Sur

I. DATOS BÁSICOS

1. Localidad, código San Carlos
2. Identificación de la construcción:
 - 2.1 Código del barrio o asentamiento Barrio 106
 - 2.2 Número de la manzana
3. Número del lote
4. Propietario: Comunidad Barrio 106
5. Arrendatario:
6. Cuanto tiempo hace que vive en este barrio? (años)
7. Cuanto tiempo hace que vive en esta casa? (años)
8. Estado de ocupación: 0. Ocupada 1. No ocupada
9. Número de apartamentos en la edificación
10. Número de familias en la edificación
11. Número de residentes en la edificación
12. Area bruta de la construcción (m2)
13. Número de pisos y área construida por piso

AREA (M2)

- | | | | | | |
|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1er Piso | <input type="checkbox"/> |
| 2do Piso | <input type="checkbox"/> |
| 3er Piso | <input type="checkbox"/> |
| 4o Piso | <input type="checkbox"/> |

14. Estado de la construcción: 1. Completa 2. Lote 3. Incompleta en que porcentaje %
15. Edad de la construcción
16. Servicios públicos:
 - Agua
 - Alcantarillado
 - Energía eléctrica
 - Gas
 - Teléfono
 - Calle pavimentada

CONDICIÓN ESTRUCTURAL

17. Ubicación de la vivienda en la ladera
 1. En corte 2. Relleno 3. Estructura palafítica
18. Tipo de cimentación
 1. Ciclopeo 2. Zapatas 3. Viga Amarre
19. Tipo de sistema estructural (ver descripción)
 1. Muros portantes 2. Pórtico
 3. Muros confinados 4. Entramado con tabiques
 5. Prefabricado 6. De recuperación
20. Estructura de la placa del piso:
 1. Concreto reforzado 2. Metálico 3. Madera 4. Otro
21. Estructura del techo:
 1. Concreto reforzado 2. Metálico 3. Madera 4. Otro
22. Cubierta
 1. Teja 2. Asbesto cemento
 3. Zinc 4. De recuperación 5. Otro (especificar)
23. Estado de la construcción:
 1. Buena 2. Regular 3. Mala

III. DAÑOS

- Ha sufrido anteriormente daño por:
- 24.1 Movimientos del terreno
 - 24.2 Temblores
 - 24.3 Inundación
 - 24.4 Asentamientos
 - 24.5 Otro (especificar)

25. Inestabilidad del suelo

- 25.1. Deslizamiento
- 25.2. Caída de rocas
- 25.3. Otro ¿Cuál?

26. Locación de la vivienda en la zona en movimiento

1. Corona 2. Media ladera 3. Pie

27. Nivel de exposición

1. Nulo 2. Medio 3. Alto

28. Daños en los elementos estructurales

- 28.1 Muros portantes
- 28.2 Columnas
- 28.3 Vigas
- 28.4 Nudos de los pórticos
- 28.5 Muros de cortante
- 28.6 Escaleras
- 28.7 Pisos
- 28.8 Cubierta

29. Daño en elementos no estructurales e instalaciones

1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
- 29.1 Tabiques divisorios
- 29.2 Instalaciones eléctricas
- 29.3 Instalaciones sanitarias
- 29.4 Plomería Canalización (Gas)

30. Daño en la construcción

1. Ninguna 2. Ligera 3. Moderada 4. Fuerte 5. Severo

31. Recomendaciones para medidas urgentes

1. Ninguna 2. Eliminación del peligro local
3. Protección de la edificación del colapso
4. Protección de las calles vecinas 5. Reubicación

IV. ASPECTO SOCIAL

32. Cuantas personas de esta familia trabajan
33. De qué actividad(es) devengan sus ingresos
 1. Empleado 2. Trabajo independiente
 3. Otro, Cual?

VALORES EN MILES

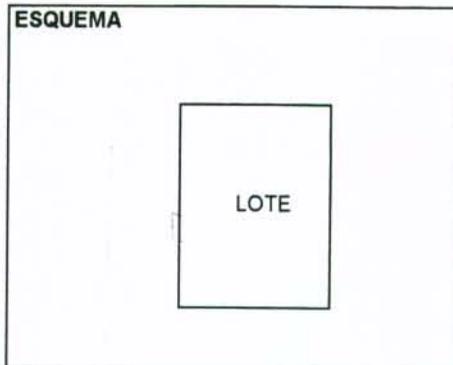
Monto mensual de ingresos familiares

Valor de bienes (enseres)

Valor estimado del inmueble por el propietario

34. Percepción de peligro por los habitantes

ESQUEMA



Fotografías

No/0/ Si/1/

Registro No.

Fecha (mes, día, año)

Nombre y firma

1. [Firma]

2. [Firma]

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - DPAE

FORMULARIO PARA EL INVENTARIO DE EDIFICACIONES EN ZONAS INESTABLES

DIRECCION: Calle 38 - 110 - 120 + 16. 2do

I. DATOS BÁSICOS

- 1. Localidad, código
- 2. Identificación de la construcción:
 - 2.1 Código del barrio o asentamiento
 - 2.2 Número de la manzana
- 3. Número del lote
- 4. Propietario:
- 5. Arrendatario:
- 6. Cuanto tiempo hace que vive en este barrio? (años)
- 7. Cuanto tiempo hace que vive en esta casa? (años)
- Estado de ocupación: 0. Ocupada 1. No ocupada 0 1
- 9. Número de apartamentos en la edificación
- 10. Número de familias en la edificación
- 11. Número de residentes en la edificación
- 12. Área bruta de la construcción (m2)
- 13. Número de pisos y área construida por piso

AREA (M2)

| | |
|----------|----|
| 1er Piso | 50 |
| 2do Piso | 50 |
| 3er Piso | 50 |
| 4o Piso | 50 |

- Estado de la construcción: 1. Completa 2. Lote 3. Incompleta en que porcentaje %
- 15. Edad de la construcción

- 16. Servicios públicos:
 - Agua
 - Alcantarillado
 - Energía eléctrica
 - Gas
 - Teléfono
 - Calle pavimentada

II. CONDICIÓN ESTRUCTURAL

- 17. Ubicación de la vivienda en la ladera
 - 1. En corte 2. Relleno 3. Estructura palafítica
- 18. Tipo de cimentación
 - 1. Ciclopeo 2. Zapatas 3. Viga Amarre
- 19. Tipo de sistema estructural (ver descripción)
 - 1. Muros portantes 2. Pórtico
 - 3. Muros confinados 4. Entramado con tabiques
 - 5. Prefabricado 6. De recuperación
- 20. Estructura de la placa del piso:
 - 1. Concreto reforzado 2. Metálico 3. Madera 4. Otro
- 21. Estructura del techo:
 - 1. Concreto reforzado 2. Metálico 3. Madera 4. Otro
- 22. Cubierta: 1. Teja 2. Asbesto cemento 3. Zinc 4. De recuperación 5. Otro (especificar)
- 23. Estado de la construcción:
 - 1. Buena 2. Regular 3. Mala

III. DAÑOS

- Ha sufrido anteriormente daño por:
 - 24.1 Movimientos del terreno
 - 24.2 Temblores
 - 24.3 Inundación
 - 24.4 Asentamientos
 - 24.5 Otro (especificar)

- 25. Inestabilidad del suelo
 - 25.1. Deslizamiento
 - 25.2. Caída de rocas
 - 25.3. Otro ¿Cuál?
- 26. Locación de la vivienda en la zona en movimiento
 - 1. Corona 2. Media ladera 3. Pie
- 27. Nivel de exposición
 - 1. Nulo 2. Medio 3. Alto
- 28. Daños en los elementos estructurales
 - 1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
 - 28.1 Muros portantes
 - 28.2 Columnas
 - 28.3 Vigas
 - 28.4 Nudos de los pórticos
 - 28.5 Muros de cortante
 - 28.6 Escaleras
 - 28.7 Pisos
 - 28.8 Cubierta
- 29. Daño en elementos no estructurales e instalaciones
 - 1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
 - 29.1 Tabiques divisorios
 - 29.2 Instalaciones eléctricas
 - 29.3 Instalaciones sanitarias
 - 29.4 Plomería Canalización (Gas)
- 30. Daño en la construcción
 - 1. Ninguna 2. Ligera 3. Moderada 4. Fuerte 5. Severo
- 31. Recomendaciones para medidas urgentes
 - 1. Ninguna 2. Eliminación del peligro local
 - 3. Protección de la edificación del colapso
 - 4. Protección de las calles vecinas 5. Reubicación

IV. ASPECTO SOCIAL

- 32. Cuantas personas de esta familia trabajan
- 33. De qué actividad(es) devengan sus ingresos
 - 1. Empleado 2. Trabajo independiente
 - 3. Otro, Cual?

VALORES EN MILES

| | |
|--|-------|
| Monto mensual de ingresos familiares | 500 |
| Valor de bienes (enseres) | 2000 |
| Valor estimado del inmueble por el propietario | 20000 |

- 34. Percepción de peligro por los habitantes



Fotografías No/0/ Si/1/

Registro No.

Fecha (mes, día, año)

Nombre y firma

1.

2.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - DPAE

FORMULARIO PARA EL INVENTARIO DE EDIFICACIONES EN ZONAS INESTABLES

DIRECCION: Calle 32 No. 129-12

I. DATOS BÁSICOS

1. Localidad, código
2. Identificación de la construcción:
 - 2.1 Código del barrio o asentamiento
 - 2.2 Número de la manzana
3. Número del lote
4. Propietario:
5. Arrendatario:
6. Cuanto tiempo hace que vive en este barrio? (años)
7. Cuanto tiempo hace que vive en esta casa? (años)
- Estado de ocupación: 0. Ocupada 1. No ocupada
9. Número de apartamentos en la edificación
10. Número de familias en la edificación
11. Número de residentes en la edificación
12. Area bruta de la construcción (m2)
13. Número de pisos y área construida por piso

AREA (M2)

| | |
|----------|---|
| 1er Piso | 5 |
| 2do Piso | |
| 3er Piso | |
| 4o Piso | |

- Estado de la construcción: 1. Completa 2. Lote 3. Incompleta en que porcentaje
15. Edad de la construcción
16. Servicios públicos:
 - Agua
 - Alcantarillado
 - Energía eléctrica
 - Gas
 - Teléfono
 - Calle pavimentada

II. CONDICIÓN ESTRUCTURAL

17. Ubicación de la vivienda en la ladera
 - 1. En corte 2. Relleno 3. Estructura palafítica
18. Tipo de cimentación
 - 1. Ciclopeo 2. Zapatas 3. Viga Amarre
19. Tipo de sistema estructural (ver descripción)
 - 1. Muros portantes 2. Pórtico
 - 3. Muros confinados 4. Entramado con tabiques
 - 5. Prefabricado 6. De recuperación
20. Estructura de la placa del piso:
 - 1. Concreto reforzado 2. Metálico 3. Madera 4. Otro
21. Estructura del techo:
 - 1. Concreto reforzado 2. Metálico 3. Madera 4. Otro
 - 2. Cubierta 1. Teja 2. Asbesto cemento
 - 3. Zinc 4. De recuperación 5. Otro (especificar)
23. Estado de la construcción:
 - 1. Buena 2. Regular 3. Mala

AÑOS

- Ha sufrido anteriormente daño por:
- 24.1 Movimientos del terreno
 - 24.2 Temblores
 - 24.3 Inundación
 - 24.4 Asentamientos
 - 24.5 Otro (especificar)

25. Inestabilidad del suelo
 - 25.1. Deslizamiento
 - 25.2. Caída de rocas
 - 25.3. Otro ¿Cuál?
26. Locación de la vivienda en la zona en movimiento
 - 1. Corona 2. Media ladera 3. Pie
27. Nivel de exposición
 - 1. Nulo 2. Medio 3. Alto
28. Daños en los elementos estructurales
 - 1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
 - 28.1 Muros portantes
 - 28.2 Columnas
 - 28.3 Vigas
 - 28.4 Nudos de los pórticos
 - 28.5 Muros de cortante
 - 28.6 Escaleras
 - 28.7 Pisos
 - 28.8 Cubierta
29. Daño en elementos no estructurales e instalaciones
 - 1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
 - 29.1 Tabiques divisorios
 - 29.2 Instalaciones eléctricas
 - 29.3 Instalaciones sanitarias
 - 29.4 Plomería Canalización (Gas)
30. Daño en la construcción
 - 1. Ninguna 2. Ligera 3. Moderada 4. Fuerte 5. Severo
31. Recomendaciones para medidas urgentes
 - 1. Ninguna 2. Eliminación del peligro local
 - 3. Protección de la edificación del colapso
 - 4. Protección de las calles vecinas 5. Reubicación

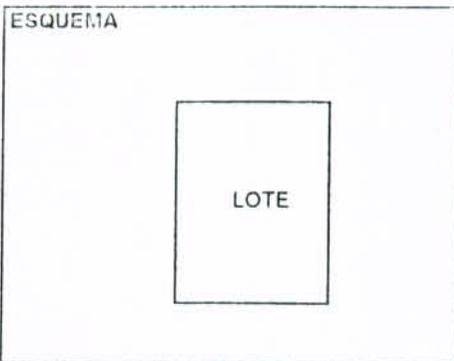
IV. ASPECTO SOCIAL

32. Cuantas personas de esta familia trabajan
33. De qué actividad(es) devengan sus ingresos
 - 1. Empleado 2. Trabajo independiente
 - 3. Otro, Cual?

VALORES EN MILES

| | |
|--|----------------------|
| Monto mensual de ingresos familiares | <input type="text"/> |
| Valor de bienes (enseres) | <input type="text"/> |
| Valor estimado del inmueble por el propietario | <input type="text"/> |

34. Percepción de peligro por los habitantes



Fotografía No.0/ SI/1/ Registro No. Fecha (mes, día, año)

Nombre y firma

1.

2.

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - DPAE

FORMULARIO PARA EL INVENTARIO DE EDIFICACIONES EN ZONAS INESTABLES

DIRECCION: C11 38 10 125-10 C

I. DATOS BÁSICOS

1. Localidad, código
2. Identificación de la construcción:
 - 2.1 Código del barrio o asentamiento N.º. Copacabana
 - 2.2 Número de la manzana
3. Número del lote
4. Propietario: Paulina Ruiz
5. Arrendatario: ...
6. Cuanto tiempo hace que vive en este barrio? (años)
7. Cuanto tiempo hace que vive en esta casa? (años)
- Estado de ocupación: 0. Ocupada 1. No ocupada
9. Número de apartamentos en la edificación
10. Número de familias en la edificación
11. Número de residentes en la edificación
12. Área bruta de la construcción (m2)
13. Número de pisos y área construida por piso

- | | ÁREA (M2) |
|----------|-----------|
| 1er Piso | 60 |
| 2do Piso | 60 |
| 3er Piso | 60 |
| 4o Piso | 120 |
- Estado de la construcción: 1. Completa 2. Lote 3. Incompleta en que porcentaje %
15. Edad de la construcción
 16. Servicios públicos:
 - Agua
 - Alcantarillado
 - Energía eléctrica
 - Gas
 - Teléfono 209 1427
 - Calle pavimentada

II. CONDICIÓN ESTRUCTURAL

17. Ubicación de la vivienda en la ladera
 1. En corte 2. Relleno 3. Estructura palafítica
18. Tipo de cimentación
 1. Ciclopeo 2. Zapatas 3. Viga Amarre
19. Tipo de sistema estructural (ver descripción)
 1. Muros portantes 2. Pórtico
 3. Muros confinados 4. Entramado con tabiques
 5. Prefabricado 6. De recuperación
20. Estructura de la placa del piso:
 1. Concreto reforzado 2. Metálico 3. Madera 4. Otro
21. Estructura del techo:
 1. Concreto reforzado 2. Metálico 3. Madera 4. Otro
 5. Cúbierta 1. Teja 2. Asbesto cemento
 3. Zinc 4. De recuperación 5. Otro (especificar)
23. Estado de la construcción:
 1. Buena 2. Regular 3. Mala

III. AÑOS

- Ha sufrido anteriormente daño por:
- 24.1 Movimientos del terreno
 - 24.2 Temblores
 - 24.3 Inundación
 - 24.4 Asentamientos
 - 24.5 Otro (especificar)

25. Inestabilidad del suelo
 - 25.1. Deslizamiento
 - 25.2. Caída de rocas
 - 25.3. Otro ¿Cuál?
26. Locación de la vivienda en la zona en movimiento
 1. Corona 2. Media ladera 3. Pie
27. Nivel de exposición
 1. Nulo 2. Medio 3. Alto
28. Daños en los elementos estructurales
 1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
 - 28.1 Muros portantes
 - 28.2 Columnas
 - 28.3 Vigas
 - 28.4 Nudos de los pórticos
 - 28.5 Muros de cortante
 - 28.6 Escaleras
 - 28.7 Pisos
 - 28.8 Cubierta

29. Daño en elementos no estructurales e instalaciones
 1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo
 - 29.1 Tabiques divisorios
 - 29.2 Instalaciones eléctricas
 - 29.3 Instalaciones sanitarias
 - 29.4 Plomería Canalización (Gas)
30. Daño en la construcción
 1. Ninguna 2. Ligera 3. Moderada 4. Fuerte 5. Severo
31. Recomendaciones para medidas urgentes
 1. Ninguna 2. Eliminación del peligro local
 3. Protección de la edificación del colapso
 4. Protección de las calles vecinas 5. Reubicación

IV. ASPECTO SOCIAL

32. Cuantas personas de esta familia trabajan
33. De qué actividad(es) devengan sus ingresos
 1. Empleado 2. Trabajo independiente
 3. Otro, Cual?

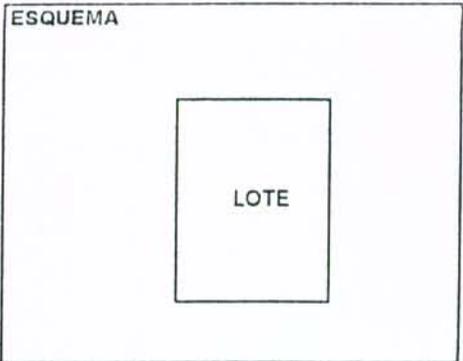
VALORES EN MILES

Monto mensual de ingresos familiares

Valor de bienes (enseres)

Valor estimado del inmueble por el propietario

34. Percepción de peligro por los habitantes



Fotografías No/0/ Si/1/

Registro No.

Fecha (mes, día, año)

Nombre y firma

1. _____

2. _____

ANEXO 8
REGISTRO FOTOGRAFICO



Foto 1. Vista general del barrio Nueva España tomada desde el pie del deslizamiento. Sobre la cima del terreno se ven las casas del barrio que hacen frente a la calle 38 Sur

A la izquierda se ve una construcción de cuatro piso y sótano, fundada sobre un depósito compacto de material compuesto predominantemente por gravas y arenas en matriz limo arcillosa ("recebo"). Este depósito ocupa, en la foto, desde el límite de la edificación mencionada hasta el límite del deslizamiento. (marcado con línea a trazos).

Al centro, en la parte superior, se observa el escarpe que dejó el derrumbe del terraplén de la calle 38 Sur, derrumbe que presumiblemente es de tipo rotacional. Del escarpe para abajo se ha delimitado el depósito reciente, compuesto por material heterogéneo de origen antrópico, el cual está en movimiento hacia la Carretera de Occidente.

A la derecha se ven los taludes de los cortes en la roca arcillosa rojiza, cortes que quedaron de la explotación de material arcilloso extraído para la fabricación de ladrillo



Foto 2. Vista de la calle 38 Sur tomada hacia Occidente.

La calle fue afectada por el derrumbe, del cual se ha delimitado la corona. En la esquina inferior derecha de la foto se ve que la roca parental (arcillolita) está aflorante. Las construcciones del barrio que se observan están fundadas sobre la roca (o su suelo residual).



Foto 3 . Vista de la calle 38 Sur hacia Oriente.

Al fondo, a la derecha, se ve expuesta la arcillolita rojiza. Esta misma roca se ve aflorante formando un pequeño escarpe en el flanco oriental del derrumbe.



Foto 4 . Vista frontal del escarpe del derrumbe de la Calle 38 - Sur

En la parte superior aparece una primera capa constiuida por un relleno heterogéneo, el cual sirve como piso de la calle.

La segunda capa es también un relleno, aparentemente de "recebo".

La tercera capa es el piso natural de la ladera , constituido por suelo orgánico.

En la base del escarpe, a una profundidad de 0.4 m. aparece, según el Sondeo S.I - 1 A, el suelo residual (arcilla habana) que se formó en la parte superior de la roca parental . Esta roca se detectó a 2.50 m.

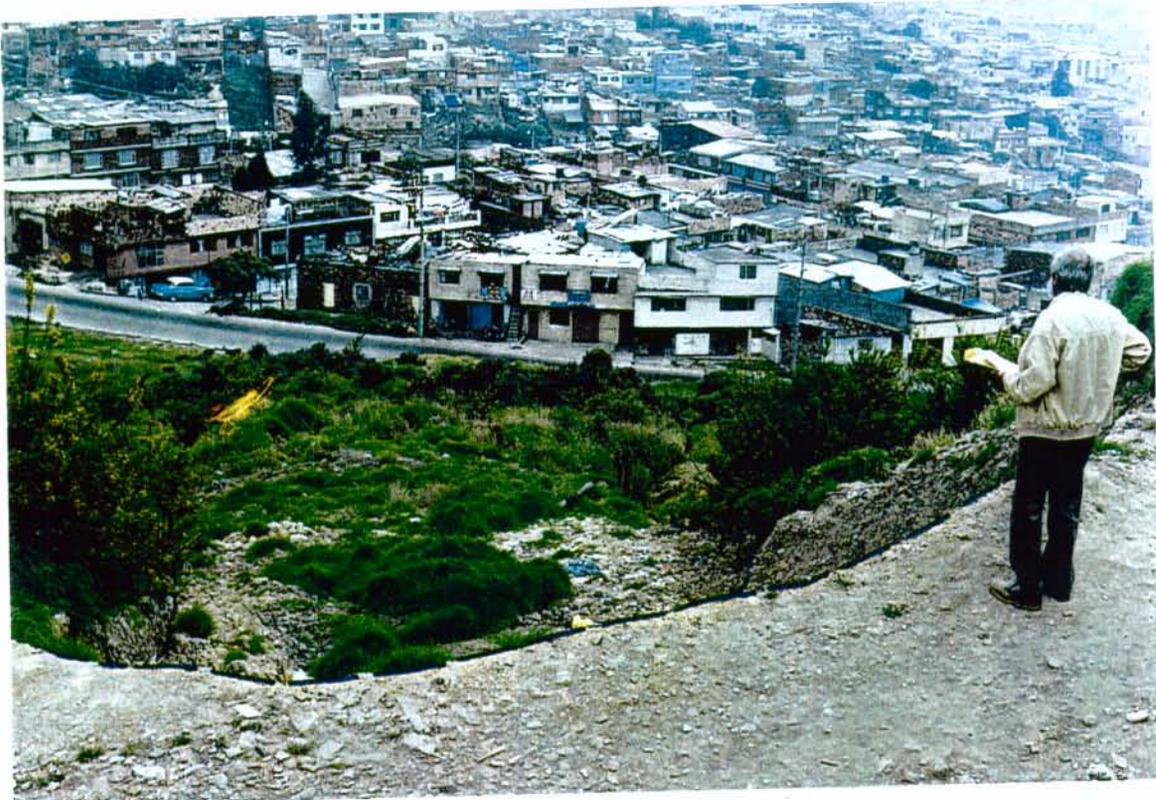


Foto 5. Vista general, desde la corona del escarpe, del depósito en movimiento. Su influencia llega hasta la cuneta de la Carretera de Oriente.



Foto 6. Afloramiento de arcillolita ubicado en la parte media del depósito en movimiento, hacia su costado occidental.

ANEXO 9
PLANOS

Santafé de Bogotá, D.C. Abril 4 del 2000

Ingeniero
DANILO RUIZ
Coordinador de Estudios
FOPAE

Respetado Ingeniero:

De conformidad con sus instrucciones me permito acompañar a la presente los Anexos que no se incluyeron en la entrega del informe del Estudio del Barrio Nueva España, entregado el día de ayer a esa Entidad.

Los anexos se refieren a:

- Levantamiento topográfico.
- Exploraciones del subsuelo.
- Memorias de cálculos y diseños.
- Cantidades de obra y presupuesto.

Se ha editado de nuevo por completo el informe entregado ayer, incluyendo los mencionados Anexos, para configurar un solo volumen.

Sin otro particular me suscribo.

Atentamente,

ALVARO NIVIA QUIROGA
Consultor