

**EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA  
CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS  
TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO Y  
COLOMBIA**

**NATHALIA ALVAREZ RANGEL**

**ANDRES ALBERTO LEON CHACON**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2007**

**EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA  
CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS  
TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO Y  
COLOMBIA**

**NATHALIA ALVAREZ RANGEL**

**ANDRES ALBERTO LEON CHACON**

**Trabajo de Grado realizado en la modalidad de tesis de grado Como  
Requisito para Optar por el Título de Ingeniero Civil**

**Director**

**JAIME SUAREZ DIAZ**

**Ingeniero Civil, Docente de la Escuela de Ingeniería Civil UIS**

**Tutor**

**WILLIAM EDUARDO CORTES PEÑA**

**Gerente de Operaciones, Acueducto Metropolitano de Bucaramanga**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2007**

***A nuestros padres y familiares,  
Por su apoyo incondicional  
Para el alcance de todas  
Nuestras metas.***

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a Dios por darme todo lo que tengo,  
A mis padres, por su ejemplo, su confianza, sus enseñanzas  
y por ser la motivación para la realización de todas mis metas.*

*A mi hermanito, por apoyarme y tenerme paciencia  
en la realización de este proyecto.*

*A mi novio y compañero Andrés, por todos los aportes y  
Enseñanzas que me ha dejado y por su contribución para la  
realización de un excelente equipo de trabajo.*

*A mis profesores, que siempre dieron lo mejor de ellos  
para hacer de nosotros los mejores ingenieros civiles del país.*

*A mi director de proyecto Jaime Suárez por ser el guía y  
compañero en la realización de este proyecto.*

*A la CDMB por permitirme realizar este trabajo en esta compañía,  
Y a los compañeros de esta institución por toda  
la colaboración y apoyo prestado.*

*Nathalia Álvarez Rangel*

*Agradezco a Dios por darme la sabiduría, la sapiencia y  
la paciencia para afrontar los retos que la vida  
me ha colocado a lo largo de mi etapa estudiantil,  
A mis padres por brindarme la oportunidad  
y el apoyo para realizar mis estudios,  
A mi hermano por sus consejos llenos de  
ámino y entusiasmo en los momentos difíciles,  
A mis familiares que siempre han estado conmigo en  
las alegrías y en las tristezas,  
Y a Nathalia, mi compañera que junto conmigo  
sacamos a delante este difícil proyecto,  
A mi novia por su comprensión y  
Apoyo Incondicional.*

*A la CDMB, quien como entidad nos presto todos  
recursos a su alcance para la elaboración de este proyecto*

*A la UIS y a sus profesores que fueron la guía en  
este camino educativo lleno de dificultades y tropiezos.*

*Andres Alberto León Cachón.*



1.3.2.5	Depósitos coluviales o de Ladera	14
<b>1.3.3</b>	<b>Tectónica</b>	<b>14</b>
1.3.3.1	Falla del Suárez	15
<b>1.3.4</b>	<b>Uso del suelo</b>	<b>15</b>
<b>1.3.5</b>	<b>Zonificación según DMI</b>	<b>17</b>
<b>1.3.6</b>	<b>Amenaza y Riesgo</b>	<b>19</b>

## **CAPITULO 2. BASE DE DATOS DE LAS OBRAS DE CONTENCION CONSTRUIDAS POR LA CDMB EN LOS BARRIOS SAN GERARDO**

<b>1, LAURELES 1 Y 2 Y COLOMBIA</b>	<b>22</b>
<b>2.1 RECOLECCION DE LA INFORMACION</b>	<b>22</b>
<b>2.1.1 Metodología utilizada para la recolección de la información en campo.</b>	<b>22</b>
2.1.1.1 Realización del montaje de los formatos	22
2.1.1.2 Visita de campo a los taludes y obras	22
2.1.1.3 Localización de las obras	23
<b>2.1.2 Formatos para el inventario</b>	<b>23</b>
2.1.2.1 Contenido de los Formatos	23
2.1.2.2 Características de los movimientos del talud	26
2.1.2.2.1 <i>Talud</i>	26
2.1.2.2.2 <i>Etapas de Falla</i>	26
2.1.2.2.3 <i>Etapas de deterioro</i>	27
2.1.2.2.4 <i>Erosión</i>	28
2.1.2.3 Parámetros geométricos del talud	28
2.1.2.3.1 <i>Pendiente</i>	29
2.1.2.3.2 <i>Altura</i>	29
2.1.2.3.3 <i>Ancho</i>	29
2.1.2.3.4 <i>Área de Infiltración</i>	29

2.1.2.4	Características de la vegetación del talud	29
2.1.2.5	Intervención antrópica	30
2.1.2.5.1	<i>Cambios en la topografía</i>	30
2.1.2.5.2	<i>Cambios hidrológicos</i>	30
2.1.2.5.3	<i>Vibraciones</i>	31
2.1.2.5.4	<i>Cambios en la cobertura vegetal</i>	31
2.1.2.5.5	<i>Cambios en otros factores</i>	31
2.1.2.6	Control de las aguas	31
2.1.2.6.1	<i>Drenaje Superficial</i>	32
2.1.2.6.2	<i>Drenaje Subterráneo</i>	32
2.1.2.7	Estructuras de contención o anclaje	33
2.1.2.7.1	<i>Estado</i>	33
2.1.2.7.2	<i>Tipos de estructuras de protección de taludes</i>	33
2.1.2.7.3	<i>Malla del Gavión</i>	38
2.1.2.7.4	<i>Estado Físico</i>	41
2.1.2.7.5	<i>Requiere mantenimiento</i>	41
2.1.2.7.6	<i>Efectividad</i>	41
2.1.2.8	Parámetros geométricos de la estructura	41
<b>2.2</b>	<b>INVENTARIO DE LAS OBRAS DE PROTECCION</b>	
	<b>GEOTECNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB</b>	<b>41</b>
2.2.1	<b>Formato de las obras</b>	<b>41</b>
<b>2.3</b>	<b>BASE DE DATOS</b>	<b>116</b>
2.3.1	<b>Funcionamiento de la base de dato, en Excel</b>	<b>116</b>
<b>CAPITULO 3. PERFILES DE TALUDES Y</b>		
<b>ESTRATIFICACION</b>		<b>122</b>
<b>3.1</b>	<b>LOCALIZACION DE LAS OBRAS</b>	<b>122</b>

<b>3.2 ELABORACION DE LOS PERFILES</b>	<b>122</b>
3.2.1 Estratificación del suelo	122
3.2.2 Dimensionamiento y geometría de los estratos	123
<b>3.3 PROPEIDADES DE LOS SUELOS</b>	<b>124</b>

## **CAPITULO 4. ANALISIS DE TALUDES CON UN NIVEL FREATICO**

<b>PROMEDIO</b>	<b>127</b>
<b>4.1 EL AGUA SUBTERRANEA</b>	<b>127</b>
<b>4.2 ESTUDIO DE LAS COTAS PIEZOMETRICAS</b>	<b>128</b>
4.2.1 Niveles freáticos en la meseta de Bucaramanga	128
4.2.2 Obtención de las alturas piezométricas	130
<b>4.3 GEOESTUDIO 2004. SLOPE W</b>	<b>130</b>
<b>4.4 CARGAS DE VIA Y DE VIVIENDA</b>	<b>133</b>
<b>4.5 AFECTACION SISMICA</b>	<b>135</b>
<b>4.6 PRESENTACION DE RESULTADOS. SLOPE W</b>	<b>138</b>
4.6.1 Talud	138
4.6.2 Análisis Estático y Dinámico	138
<b>4.7 RESULTADOS</b>	<b>199</b>

## **CAPITULO 5. ANALISIS DE LOS TALUDES CON UNA VARIACION**

<b>EN LA ALTURA DEL NIVEL FREATICO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 15 AÑOS</b>	<b>203</b>
<b>5.1 JUSTIFICACION</b>	<b>203</b>
<b>5.2 ANALISIS DE LA INFORMACION EXISTENTES</b>	<b>205</b>
5.2.1 Piezómetro neumático SG-1	208
5.2.1.1 Selección de datos	208
5.2.1.2 Análisis de datos por medio del programa SPELL	211
5.2.1.2.1 <i>Serie de tiempo</i>	211

5.2.1.2.2 <i>Análisis de resultados</i>	212
<b>5.2.2 Piezómetro neumático SG-4</b>	<b>215</b>
5.2.2.1 Selección de datos	215
5.2.2.2 Análisis de datos por medio del programa SPELL	218
5.2.2.2.1 <i>Serie de tiempo</i>	218
5.2.2.2.2 <i>Análisis de resultados</i>	219
<b>5.2.3 Piezómetro neumático SG-2</b>	<b>221</b>
5.2.3.1 Selección de datos	221
5.2.3.2 Análisis de datos por medio del programa SPELL	224
5.2.3.2.1 <i>Serie de tiempo</i>	224
5.2.3.2.2 <i>Análisis de resultados</i>	225
<b>5.2.4 Resultados Finales</b>	<b>227</b>
<b>5.3 EVALUACION DE LOS TALUDES</b>	<b>228</b>

## **CAPITULO 6. ANALISIS DE LOS TALUDES CONSIDERANDO LAS CAPAS SUPERFICIALES DEL SUELO SATURADAS**

<b>6.1 METODO DE GREEN – AMPT</b>	<b>248</b>
<b>6.2 EVENTO EXTREMO EN FEBRERO DE 2005</b>	<b>252</b>
6.2.1 Intensidad de lluvias en febrero de 2005	252
<b>6.3 PROPIEDADES DE LOS SUELOS</b>	<b>255</b>
<b>6.4 ANALISIS DE DATOS Y RESULTADOS</b>	<b>256</b>

<b>METODOLOGIA</b>	<b>XXXVIII</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>XXXIX</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>XLII</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>XLIV</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1. Propiedades de los suelos</b>	125
<b>Tabla 2. Distribución de agua dulce en el mundo</b>	127
<b>Tabla 3. Propiedades utilizadas en SLOPE W para las obras de arte</b>	132
<b>Tabla 4. Comportamiento del factor de seguridad frente al coeficiente sísmico</b>	137
<b>Tabla 5. Clasificación de los diferentes taludes de la zona</b>	201
<b>Tabla 6. Nomenclatura y características de los piezómetros estudiados</b>	206
<b>Tabla 7. Registro Piezómetro neumático SG-1</b>	208
<b>Tabla 8. Cotas piezométricas máximas registradas por el Piezómetro neumático SG-1</b>	210
<b>Tabla 9. Registro Piezómetro neumático SG-4</b>	215
<b>Tabla 10. Cotas piezométricas máximas registradas por el Piezómetro neumático SG-4</b>	217
<b>Tabla 11. Registro Piezómetro neumático SG-2</b>	221
<b>Tabla 12. Cotas piezométricas máximas registradas por el Piezómetro neumático SG-2</b>	223
<b>Tabla 13. Comparación de los factores de seguridad</b>	245
<b>Tabla 14. Intensidad de lluvias en febrero de 2005</b>	253
<b>Tabla 15. Caracterización de los suelos</b>	256
<b>Tabla 16. Comparación de resultados</b>	266

## LISTA DE FIGURAS

### CAPITULO 1:

<b>Figura 1. Localización espacial zona de estudio</b>	<b>7</b>
<b>Figura 2. Localización del área de estudio por barrios</b>	<b>7</b>
<b>Figura 3. Localización del área de estudio por direcciones</b>	<b>8</b>
<b>Figura 4. Quebrada La Guacamaya</b>	<b>9</b>
<b>Figura 5. Mapa geológico de la zona en estudio</b>	<b>10</b>
<b>Figura 6. Mapa del uso del suelo</b>	<b>16</b>
<b>Figura 7. Zonificación según DMI</b>	<b>18</b>
<b>Figura 8. Mapa de Amenazas</b>	<b>19</b>

### CAPITULO 2:

<b>Figura 9. Formato tipo para inventario de las obras</b>	<b>24</b>
<b>Figura 10. Detalle de Muro Ciclópeo y empradización del talud</b>	<b>35</b>
<b>Figura 11. Detalle de Muro en Gaviones</b>	<b>36</b>
<b>Figura 12. Detalle de Concreto Lanzado</b>	<b>37</b>
<b>Figura 13. Detalle de Pantallas Ancladas</b>	<b>38</b>
<b>Figura 14. Tipo de mallas utilizadas en la construcción de gaviones</b>	<b>40</b>
<b>Figura 15. Formato de la obra MA1</b>	<b>43</b>
<b>Figura 16. Formato de la obra CL1, MA2</b>	<b>46</b>
<b>Figura 17. Formato de la obra MG1</b>	<b>49</b>
<b>Figura 18. Formato de la obra MG2</b>	<b>52</b>
<b>Figura 19. Formato de la obra MG3</b>	<b>55</b>
<b>Figura 20. Formato de la obra MCC1</b>	<b>59</b>
<b>Figura 21. Formato de la obra MCC2</b>	<b>62</b>

<b>Figura 22. Formato de la obra MCC3</b>	65
<b>Figura 23. Formato de la obra MCC4</b>	68
<b>Figura 24. Formato de la obra MCC5</b>	71
<b>Figura 25. Formato de la obra MCC6</b>	74
<b>Figura 26. Formato de la obra CL2</b>	77
<b>Figura 27. Formato de la obra MG4</b>	80
<b>Figura 28. Formato de la obra MG5</b>	83
<b>Figura 29. Formato de la obra MG6</b>	86
<b>Figura 30. Formato de la obra MG7</b>	89
<b>Figura 31. Formato de la obra MG8</b>	92
<b>Figura 32. Formato de la obra MG9</b>	95
<b>Figura 33. Formato de la obra MG10</b>	98
<b>Figura 34. Formato de la obra MG11</b>	101
<b>Figura 35. Formato de la obra MG12</b>	104
<b>Figura 36. Formato de la obra MCC7</b>	107
<b>Figura 37. Formato de la obra MG13</b>	110
<b>Figura 38. Formato de la obra CL3</b>	113
<b>Figura 39. Inicio del programa del inventario de las obras</b>	117
<b>Figura 40. Obras de contención pertenecientes a cada barrio</b>	118
<b>Figura 41. Procedimiento para profundizar en la información de una obra</b>	119
<b>Figura 42. Ventana del formato de la obra</b>	119
<b>Figura 43. Procedimiento para visualizar las fotografías de las obras en estudio</b>	120

### **CAPITULO 3:**

<b>Figura 44. Estratos del talud</b>	124
--------------------------------------	-----

## CAPITULO 4:

<b>Figura 45. Niveles freáticos en la Meseta de Bucaramanga</b>	129
<b>Figura 46. Explicación de los elementos de análisis</b>	131
<b>Figura 47. Ejemplo de entrada y de salida</b>	132
<b>Figura 48. Gráfica del gavión y el muro de concreto ciclópeo</b> <b>En SLOPE W</b>	132
<b>Figura 49. Talud T1 sin carga de vía de vivienda y resultados</b>	133
<b>Figura 50. Talud T1 con carga de vía de vivienda y resultados</b>	134
<b>Figura 51. Comportamiento del Factor de Seguridad frente al</b> <b>Coefficiente sísmico</b>	137
<b>Figura 52. Talud MA2 CL1, Análisis estático y dinámico</b>	141
<b>Figura 52 a. Factor de seguridad Estático</b>	141
<b>Figura 52 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	141
<b>Figura 52 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	142
<b>Figura 52 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	142
<b>Figura 52 e. Mapa de seguridad Estático</b>	142
<b>Figura 52 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	142
<b>Figura 53. Talud MG1, Análisis estático y dinámico</b>	143
<b>Figura 53 a. Factor de seguridad Estático</b>	143
<b>Figura 53 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	143
<b>Figura 53 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	144
<b>Figura 53 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	144
<b>Figura 53 e. Mapa de seguridad Estático</b>	144
<b>Figura 53 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	144
<b>Figura 54. Talud MG2 MG3, Análisis estático y dinámico</b>	145
<b>Figura 54 a. Factor de seguridad Estático</b>	145
<b>Figura 54 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	145
<b>Figura 54 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	146

<b>Figura 54 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>146</b>
<b>Figura 54 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>146</b>
<b>Figura 54 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>146</b>
<b>Figura 55. Talud T1, Análisis estático y dinámico</b>	<b>147</b>
<b>Figura 55 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>147</b>
<b>Figura 55 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>147</b>
<b>Figura 55 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>148</b>
<b>Figura 55 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>148</b>
<b>Figura 55 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>148</b>
<b>Figura 55 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>148</b>
<b>Figura 56. Talud T2, Análisis estático y dinámico</b>	<b>149</b>
<b>Figura 56 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>149</b>
<b>Figura 56 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>149</b>
<b>Figura 56 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>150</b>
<b>Figura 56 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>150</b>
<b>Figura 56 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>150</b>
<b>Figura 56 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>150</b>
<b>Figura 57. Talud T3, Análisis estático y dinámico</b>	<b>151</b>
<b>Figura 57 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>151</b>
<b>Figura 57 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>151</b>
<b>Figura 57 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>152</b>
<b>Figura 57 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>152</b>
<b>Figura 57 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>152</b>
<b>Figura 57 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>152</b>
<b>Figura 58. Talud T4, Análisis estático y dinámico</b>	<b>153</b>
<b>Figura 58 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>153</b>
<b>Figura 58 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>153</b>
<b>Figura 58 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>154</b>
<b>Figura 58 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>154</b>

<b>Figura 58 e. Mapa de seguridad Estático</b>	154
<b>Figura 58 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	154
<b>Figura 59. Talud T5, Análisis estático y dinámico</b>	155
<b>Figura 59 a. Factor de seguridad Estático</b>	155
<b>Figura 59 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	155
<b>Figura 59 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	156
<b>Figura 59 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	156
<b>Figura 59 e. Mapa de seguridad Estático</b>	156
<b>Figura 59 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	156
<b>Figura 60. Talud T6, Análisis estático y dinámico</b>	157
<b>Figura 60 a. Factor de seguridad Estático</b>	157
<b>Figura 60 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	157
<b>Figura 60 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	158
<b>Figura 60 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	158
<b>Figura 60 e. Mapa de seguridad Estático</b>	158
<b>Figura 60 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	158
<b>Figura 61. Talud T7, Análisis estático y dinámico</b>	159
<b>Figura 61 a. Factor de seguridad Estático</b>	159
<b>Figura 61 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	159
<b>Figura 61 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	160
<b>Figura 61 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	160
<b>Figura 61 e. Mapa de seguridad Estático</b>	160
<b>Figura 61 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	160
<b>Figura 62. Talud T8, Análisis estático y dinámico</b>	161
<b>Figura 62 a. Factor de seguridad Estático</b>	161
<b>Figura 62 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	161
<b>Figura 62 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	162
<b>Figura 62 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	162
<b>Figura 62 e. Mapa de seguridad Estático</b>	162

<b>Figura 62 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>162</b>
<b>Figura 63. Talud T9, Análisis estático y dinámico</b>	<b>163</b>
<b>Figura 63 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>163</b>
<b>Figura 63 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>163</b>
<b>Figura 63 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>164</b>
<b>Figura 63 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>164</b>
<b>Figura 63 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>164</b>
<b>Figura 63 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>164</b>
<b>Figura 64. Talud CL2 MG, Análisis estático y dinámico</b>	<b>166</b>
<b>Figura 64 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>166</b>
<b>Figura 64 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>166</b>
<b>Figura 64 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>167</b>
<b>Figura 64 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>167</b>
<b>Figura 64 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>167</b>
<b>Figura 64 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>167</b>
<b>Figura 65. Talud MCC3, Análisis estático y dinámico</b>	<b>168</b>
<b>Figura 65 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>168</b>
<b>Figura 65 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>168</b>
<b>Figura 65 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>169</b>
<b>Figura 65 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>169</b>
<b>Figura 65 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>169</b>
<b>Figura 65 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>169</b>
<b>Figura 66. Talud MCC4, MG, MCC1, MCC2, Análisis estático y dinámico</b>	<b>170</b>
<b>Figura 66 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>170</b>
<b>Figura 66 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>170</b>
<b>Figura 66 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>171</b>
<b>Figura 66 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>171</b>
<b>Figura 66 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>171</b>

<b>Figura 66 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>171</b>
<b>Figura 67. Talud MCC6, MCC5, Análisis estático y dinámico</b>	<b>172</b>
<b>Figura 67 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>172</b>
<b>Figura 67 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>172</b>
<b>Figura 67 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>173</b>
<b>Figura 67 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>173</b>
<b>Figura 67 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>173</b>
<b>Figura 67 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>173</b>
<b>Figura 68. Talud T10, Análisis estático y dinámico</b>	<b>174</b>
<b>Figura 68 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>174</b>
<b>Figura 68 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>174</b>
<b>Figura 68 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>175</b>
<b>Figura 68 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>175</b>
<b>Figura 68 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>175</b>
<b>Figura 68 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>175</b>
<b>Figura 69. Talud T11, Análisis estático y dinámico</b>	<b>176</b>
<b>Figura 69 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>176</b>
<b>Figura 69 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>176</b>
<b>Figura 69 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>177</b>
<b>Figura 69 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>177</b>
<b>Figura 69 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>177</b>
<b>Figura 69 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>177</b>
<b>Figura 70. Talud T12, Análisis estático y dinámico</b>	<b>178</b>
<b>Figura 70 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>178</b>
<b>Figura 70 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>178</b>
<b>Figura 70 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>179</b>
<b>Figura 70 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>179</b>
<b>Figura 70 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>179</b>
<b>Figura 70 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>179</b>

<b>Figura 71. Talud T13, Análisis estático y dinámico</b>	<b>180</b>
<b>Figura 71 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>180</b>
<b>Figura 71 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>180</b>
<b>Figura 71 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>181</b>
<b>Figura 71 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>181</b>
<b>Figura 71 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>181</b>
<b>Figura 71 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>181</b>
<b>Figura 71. Talud T13, Análisis estático y dinámico</b>	<b>180</b>
<b>Figura 71 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>180</b>
<b>Figura 71 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>180</b>
<b>Figura 71 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>181</b>
<b>Figura 71 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>181</b>
<b>Figura 71 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>181</b>
<b>Figura 71 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>181</b>
<b>Figura 72. Talud CL3, Análisis estático y dinámico</b>	<b>183</b>
<b>Figura 72 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>183</b>
<b>Figura 72 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>183</b>
<b>Figura 72 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>184</b>
<b>Figura 72 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>184</b>
<b>Figura 72 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>184</b>
<b>Figura 72 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>184</b>
<b>Figura 73. Talud MG4, MCC7 Análisis estático y dinámico</b>	<b>185</b>
<b>Figura 73 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>185</b>
<b>Figura 73 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>185</b>
<b>Figura 73 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>186</b>
<b>Figura 73 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>186</b>
<b>Figura 73 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>186</b>
<b>Figura 73 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>186</b>
<b>Figura 74. Talud MG5, MG7 Análisis estático y dinámico</b>	<b>187</b>

<b>Figura 74 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>187</b>
<b>Figura 74 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>187</b>
<b>Figura 74 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>188</b>
<b>Figura 74 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>188</b>
<b>Figura 74 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>188</b>
<b>Figura 74 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>188</b>
<b>Figura 75. Talud MG6, Análisis estático y dinámico</b>	<b>189</b>
<b>Figura 75 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>189</b>
<b>Figura 75 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>189</b>
<b>Figura 75 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>190</b>
<b>Figura 75 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>190</b>
<b>Figura 75 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>190</b>
<b>Figura 75 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>190</b>
<b>Figura 76. Talud MG8, Análisis estático y dinámico</b>	<b>191</b>
<b>Figura 76 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>191</b>
<b>Figura 76 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>191</b>
<b>Figura 76 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>192</b>
<b>Figura 76 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>192</b>
<b>Figura 76 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>192</b>
<b>Figura 76 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>192</b>
<b>Figura 77. Talud MG9, Análisis estático y dinámico</b>	<b>193</b>
<b>Figura 77 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>193</b>
<b>Figura 77 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>193</b>
<b>Figura 77 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>194</b>
<b>Figura 77 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>194</b>
<b>Figura 77 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>194</b>
<b>Figura 77 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>194</b>
<b>Figura 78. Talud MG12, Análisis estático y dinámico</b>	<b>195</b>
<b>Figura 78 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>195</b>

<b>Figura 78 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	195
<b>Figura 78 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	196
<b>Figura 78 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	196
<b>Figura 78 e. Mapa de seguridad Estático</b>	196
<b>Figura 78 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	196
<b>Figura 79. Talud MG13, Análisis estático y dinámico</b>	197
<b>Figura 79 a. Factor de seguridad Estático</b>	197
<b>Figura 79 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	197
<b>Figura 79 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	198
<b>Figura 79 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	198
<b>Figura 79 e. Mapa de seguridad Estático</b>	198
<b>Figura 79 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	198

## **CAPITULO 5:**

<b>Figura 80. Esquema general y detalles internos del piezómetro neumático</b>	205
<b>Figura 81. Serie de datos para las máximas cotas piezométricas registradas por el Piezómetro neumático SG-1</b>	211
<b>Figura 82. Presentación de resultados SPELL-STAT V. 1.7 para la Serie de datos registrada</b>	211
<b>Figura 83. Correlograma para la serie de datos para las máximas cotas piezométricas registradas por el Piezómetro neumático SG-1</b>	212
<b>Figura 84. Análisis de la tendencia de los datos por medio del test de Spearman</b>	213
<b>Figura 85. Ajuste de los datos a la función Gumbel</b>	214
<b>Figura 86. Cálculo de la cota piezométrica para un periodo de retorno de 15 años</b>	214

<b>Figura 87. Serie de datos para las máximas cotas piezométricas registradas por el Piezómetro neumático SG-4</b>	218
<b>Figura 88. Presentación de resultados SPELL-STAT V. 1.7 para la Serie de datos registrada</b>	218
<b>Figura 89. Correlograma para la serie de datos para las máximas cotas piezométricas registradas por el Piezómetro neumático SG-1</b>	219
<b>Figura 90. Análisis de la tendencia de los datos por medio del test de Spearman</b>	220
<b>Figura 91. Serie de datos para las máximas cotas piezométricas registradas por el Piezómetro neumático SG-2</b>	224
<b>Figura 92. Presentación de resultados SPELL-STAT V. 1.7 para la Serie de datos planteada</b>	224
<b>Figura 93. Correlograma para la serie de datos para las máximas cotas piezométricas registradas por el Piezómetro neumático SG-2</b>	225
<b>Figura 94. Análisis de la tendencia de los datos por medio del test de Spearman</b>	226
<b>Figura 95. Ajuste de los datos a la función Gumbel</b>	226
<b>Figura 96. Cálculo de la cota piezométrica para un periodo de retorno de 15 años</b>	227
<b>Figura 97. Talud MG1, Análisis estático y dinámico para tiempo de Retorno de 15 años</b>	229
<b>Figura 97 a. Factor de seguridad Estático</b>	229
<b>Figura 97 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	229
<b>Figura 97 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	230
<b>Figura 97 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	230
<b>Figura 97 e. Mapa de seguridad Estático</b>	230
<b>Figura 97 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	230
<b>Figura 98. Talud T1, Análisis estático y dinámico para tiempo de Retorno de 15 años</b>	231

<b>Figura 98 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>231</b>
<b>Figura 98 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>231</b>
<b>Figura 98 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>232</b>
<b>Figura 98 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>232</b>
<b>Figura 98 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>232</b>
<b>Figura 98 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>232</b>
<b>Figura 99. Talud T4, Análisis estático y dinámico para tiempo de Retorno de 15 años</b>	<b>233</b>
<b>Figura 99 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>233</b>
<b>Figura 99 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>233</b>
<b>Figura 99 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>234</b>
<b>Figura 99 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>234</b>
<b>Figura 99 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>234</b>
<b>Figura 99 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>234</b>
<b>Figura 100. Talud T6, Análisis estático y dinámico para tiempo de Retorno de 15 años</b>	<b>235</b>
<b>Figura 100 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>235</b>
<b>Figura 100 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>235</b>
<b>Figura 100 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>236</b>
<b>Figura 100 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>236</b>
<b>Figura 100 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>236</b>
<b>Figura 100 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>236</b>
<b>Figura 101. Talud T12, Análisis estático y dinámico para tiempo de Retorno de 15 años</b>	<b>237</b>
<b>Figura 101 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>237</b>
<b>Figura 101 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>237</b>
<b>Figura 101 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>238</b>
<b>Figura 101 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>238</b>
<b>Figura 101 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>238</b>

<b>Figura 101 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>238</b>
<b>Figura 102. Talud T12, Análisis estático y dinámico para tiempo de Retorno de 15 años</b>	<b>239</b>
<b>Figura 102 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>239</b>
<b>Figura 102 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>239</b>
<b>Figura 102 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>240</b>
<b>Figura 102 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>240</b>
<b>Figura 102 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>240</b>
<b>Figura 102 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>240</b>
<b>Figura 102. Talud T12, Análisis estático y dinámico para tiempo de Retorno de 15 años</b>	<b>239</b>
<b>Figura 102 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>239</b>
<b>Figura 102 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>239</b>
<b>Figura 102 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>240</b>
<b>Figura 102 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>240</b>
<b>Figura 102 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>240</b>
<b>Figura 102 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>240</b>
<b>Figura 103. Talud MCC4, MG, MCC1, MCC2 Análisis estático y dinámico para tiempo de retorno de 15 años</b>	<b>241</b>
<b>Figura 103 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>241</b>
<b>Figura 103 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>241</b>
<b>Figura 103 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>242</b>
<b>Figura 103 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>242</b>
<b>Figura 103 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>242</b>
<b>Figura 103 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>242</b>
<b>Figura 104. Talud MCC6, MCC5 Análisis estático y dinámico para tiempo de retorno de 15 años</b>	<b>243</b>
<b>Figura 104 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>243</b>
<b>Figura 104 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>243</b>

<b>Figura 104 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	244
<b>Figura 104 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	244
<b>Figura 104 e. Mapa de seguridad Estático</b>	244
<b>Figura 104 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	244

## **CAPITULO 6:**

<b>Figura 105. Variables y esquema del modelo de infiltración de Green – Ampt</b>	249
<b>Figura 106. Tasa de infiltración e infiltración acumulada</b>	251
<b>Figura 107. Estación Llano Grande, intensidad 08-09 febrero de 2005</b>	254
<b>Figura 108. Estación Llano Grande, intensidad 11-12 febrero de 2005</b>	254
<b>Figura 109. Talud con nuevo suelo saturado</b>	259
<b>Figura 110. Detalle del nuevo suelo saturado de 1m de profundidad</b>	260
<b>Figura 111. Detalle de las capas de suelo saturado y sus convenciones</b>	260
<b>Figura 112. Talud MA2 CL1, Análisis estático y dinámico para saturación De 1m</b>	262
<b>Figura 112 a. Factor de seguridad Estático</b>	262
<b>Figura 112 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	262
<b>Figura 112 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	263
<b>Figura 112 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	263
<b>Figura 112 e. Mapa de seguridad Estático</b>	263
<b>Figura 112 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	263
<b>Figura 113. Talud T3, Análisis estático y dinámico para saturación De 1m</b>	264

<b>Figura 113 a. Factor de seguridad Estático</b>	<b>264</b>
<b>Figura 113 b. Factor de seguridad Dinámico</b>	<b>264</b>
<b>Figura 113 c. Línea de Falla Crítica Estático</b>	<b>265</b>
<b>Figura 113 d. Línea de Falla Crítica Dinámico</b>	<b>265</b>
<b>Figura 113 e. Mapa de seguridad Estático</b>	<b>265</b>
<b>Figura 113 f. Mapa de seguridad Dinámico</b>	<b>265</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

***Anexo 1.*** Plano de zonificación territorial. Topografía General de la Zona.

***Anexo 2.*** Plano topográfico barrio San Gerardo 1.

***Anexo 3.*** Mapa geotécnico de microzonificación.

***Anexo 4.*** Perfiles de suelo microzonificación. Parque Antonio Nariño y  
Parque de los niños.

***Anexo 5.*** Perfil de suelo. GEOTECNOLOGIA.

***Anexo 6.*** Propiedades de los suelos. Documento en estudio INGEOMINAS.

***Anexo 7.*** Plano Perfiles de los taludes de la zona estudiada.

***Anexo 8.*** Plano de Izopiezas.

## RESUMEN

### TÍTULO:

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO Y COLOMBIA\*

**AUTOR:** NATHALIA ALVAREZ RANGEL  
ANDRES ALBERTO LEON CHACON\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Erosión, Escarpa Occidental, Diagnostico, Inventario Obras CDMB.

### DESCRIPCIÓN

El proyecto se desarrolló en la zona comprendida por los barrios San Gerardo I, Laureles I, Laureles II y Colombia sobre la margen derecha de la quebrada La Guacamaya en la escarpa occidental de la meseta de Bucaramanga.

En el documento se realizó el diagnóstico y el inventario de las obras de contención construidas por la CDMB para el control de la erosión y la estabilización de los taludes en la zona de la escarpa, en este trabajo se revisaron características tales como el estado actual, la funcionalidad, la ubicación, el tipo de construcción, entre otras, esto con la finalidad de desarrollar una base de datos que sirviera para la identificación de problemas y el posterior seguimiento de las diferentes estructuras de contención.

Por otro lado se hizo un estudio en las laderas de la escarpa de la zona escogida para establecer los factores determinantes en el momento de la ocurrencia de un deslizamiento, factores como las propiedades del suelo, el nivel freático, la saturación y los eventos sísmicos fueron tenidos en cuenta para el análisis.

Finalmente se realizaron algunas conclusiones y recomendaciones teniendo en cuenta los resultados obtenidos y los problemas presentados durante la ejecución del proyecto, lo anterior con el objeto de generar propuestas y alternativas de solución al problema sobre la escarpa de Bucaramanga.

---

\* Modalidad tesis de grado

\*\* Facultad Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Jaime Suárez Díaz.

## SUMMARY

**TITLE:**

EVALUATION OF THE GEOTECHNICAL PROTECTION WORKS BUILT BY CDMB AND DIAGNOSTIC OF SLOPES AMONG SAN GERARDO AND COLOMBIA SUBURBS\*

**AUTHOR:** NATHALIA ALVAREZ RANGEL  
ANDRES ALBERTO LEON CHACON\*\*

**KEY WORDS:** Erosion, Occidental Scarp, Diagnostic, CDMB builds inventory.

**DESCRIPTION:**

The project was Developed among San Gerardo I, Laureles I and II and Colombia over the right side of the lake La Guacamaya on the west border From Meseta de Bucaramanga.

On the project was Developed the diagnostic and the inventory of the stabilization civil works built by the CDMB for erosion control and the slope stabilization on the scarp zone, characteristics such as current estate, functionality, location and construction type among others were revised in this work to develop a data base to identify problems and further follow up stabilization structures.

On the other side, a study was carried on the slopes of the scarp on the chosen area to establish main factors at the moment of the slide, factors such as soil properties, ground water level and seismic events were taking into account for the analysis.

Finally, some recommendations and conclusions were given in spite of the results and the problems that arose during the work phase of the project to generate new ideas and alternatives of solution to the problem given about Bucaramanga scarp.

---

\* Degree thesis modality

\*\* Mechanical ability Physique. School of Civil Engineering. Director: Jaime Suarez Diaz.

## GLOSARIO

**AGUAS SUBTERRANEAS:** Flujo de aguas bajo la superficie de un terreno, por efecto de procesos de infiltración que unido a fenómenos de transporte interno de agua conforma una zona de saturación (acuífero), con una superficie superior de aguas fluctuantes denominada Nivel freático o piezométrico.

**ALTURA DEL TALUD:** Distancia de dimensionamiento vertical del talud medida desde el pie al borde de escarpe.

**CABEZA O ESCARPE DEL TALUD:** Sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior del talud. Su localización se podrá asimilar al análisis expuesto para identificar el pie del talud.

**DESLIZAMIENTO:** Movimiento de los materiales que conforman el talud, generalmente a lo largo de la superficie de falla.

**EMPRADIZACION:** Proceso de diseño e instalación de cobertura vegetal para el control de la erosión en taludes.

**EROSION:** Es el deterioro progresivo de un terreno por el desprendimiento y arrastre de suelo, como resultado del movimiento del viento y el agua. Dependiendo del flujo de agua se puede presentar inicialmente erosión en surcos y en forma posterior erosión en cárcavas.

**ESTRUCTURAS DE CONTROL DE CAUCE:** Obras diseñadas para la racionalización y regulación del flujo en cauces, mediante procesos básicos de disipación del exceso de energía que posee una corriente, impidiendo de tal forma la degradación del cauce. Entre las estructuras de control de cauce y disipación de energía convencionales se tienen la rápida escalonada y caídas verticales con

tanques amortiguadores, complementado con obras de protección puntual como dentellones, diques, etc.

**FILTROS O SUBDRENES:** Obras diseñadas para el control de aguas subterráneas, mediante el abatimiento del nivel freático, aumentando la presión efectiva y la resistencia al corte en las partículas del suelo, proporcionando mayor estabilidad en los taludes y demás obras de control de erosión.

**PENDIENTE DEL TALUD:** Identifica el ángulo o nivel de conformación del talud natural o artificial con respecto a la horizontal; se puede medir en grados, ángulo, porcentaje o relación m/m.

**PERMEABILIDAD:** Factor que mide la resistencia de los materiales al libre flujo del agua, y puede definir el régimen de aguas subterráneas, concentración de corrientes, etc.

**PIE DEL TALUD:** Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior del talud, factor que es difícil de cuantificar por las variaciones topográficas del talud.

**PIEZOMETROS:** Equipos instalados para medir las fluctuaciones del nivel freático de un acuífero en una localidad determinada. Puede haber de dos (2) tipos **convencionales o neumáticos**.

**SLOPE W:** Software utilizado para el análisis de estabilización de taludes.

**SUPERFICIE DE FALLA DE UN TALUD:** Zona dentro del talud que delimita la superficie probable de rotura o deslizamiento, la cual se encuentra relacionada con las condiciones geotécnicas del talud, de allí la importancia del conocimiento del tipo de material, formación y estructura geológica y propiedades mecánicas del talud, entre otros, así como, los factores externos topográficos, sísmicos y

climatológicos, complementados con las condiciones de aguas superficiales y subterráneas, que permitirán analizar el comportamiento de un talud (factores de seguridad) y definir las obras necesarias para su estabilización.

**TALUD:** Superficie de tierra bajo cierta pendiente de inclinación, localizada entre el pie y la cabeza de escarpa con cambios de altura significativos.

## ABREVIATURAS

**CDMB** Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

**CL** Concreto Lanzado

**DMI** Distrito de Manejo Integrado

**FS** Factor de Seguridad

**MA** Muro Anclado

**MCC** Muro en Concreto Ciclópeo

**MG** Muro en Gaviones

**POT** Plan de Ordenamiento Territorial

**Qbo** Miembro Órganos de la Formación Bucaramanga

**Qbg** Miembro Gravoso de la Formación Bucaramanga

**Qblr** Miembro Limos Rojos de la Formación Bucaramanga

**Qbf** Miembro Finos de la Formación Bucaramanga

**QI** Depósitos Coluviales o de Ladera

**T** Periodo de retorno

**ZRU** Zonas de Recuperación Urbana

## INTRODUCCION

Desde hace varios años se han venido presentado problemas erosivos en la meseta de Bucaramanga, más exactamente sobre la escarpa occidental, la cual presenta un deterioro del suelo avanzado, afectando de esta manera las viviendas y por ende los habitantes de esta zona.

Una vez fue creada la CDBM se desarrolló el plan general de control de erosión, que pretendía evitar el avance continuo y devastador de las cárcavas sobre la escarpe de la meseta de Bucaramanga. En el presente, este plan llegó a su culminación con unos resultados excelentes pero no suficientes para solucionar definitivamente el problema de la ciudad, es por lo anterior que se hizo necesario la creación de un nuevo programa, primero para la evaluación y valoración de la eficiencia de las obras efectuadas hasta el momento y en segundo lugar para generar y proponer las nuevas metodologías que serán adoptadas para el control de la problemática.

En el presente documento se estudian los problemas de la escarpa, concentrados sobre los barrios San Gerardo 1, Laureles 1, Laureles 2 y Colombia, analizando el estado en que se encuentran las obras de arte construidas en el sector y realizando un estudio de las laderas y los taludes que componen esta zona de la quebrada la Guacamaya. Siendo este el inicio de lo que mas adelante se convertirá en el programa para el control para la erosión en la escarpa de la meseta de Bucaramanga en su segunda edición.

Con el fin de soportar la investigación se planteó como base realizar un análisis de la estabilización de algunos de los taludes, para lo cual se hizo necesario un estudio hidrológico, topográfico, geotécnico y de estabilización ayudados por el software, SLOPE W.



## **CAPITULO 1**

### **INVESTIGACION PRELIMINAR**

# **CAPITULO 1**

## **INVESTIGACION PRELIMINAR**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1.1 Área de Influencia Directa**

El área de Influencia Directa se define como el espacio físico, biótico y socioeconómico susceptible de afrontar alteraciones, ya sea positivas o negativas como consecuencia de la construcción del proyecto.

El área de influencia directa en este libro comprende la zona comprendida entre los barrios San Gerardo 1, Laureles 1 y 2 y Colombia, en el cual se estudiará más específicamente el problema de la erosión y las obras de protección de sus taludes.

#### **1.1.2 Estado Actual de los Barrios**

Para tener un conocimiento más específico del problema encontrado en éstos barrios se dará primero una breve descripción del estado actual de los mismos, así:

##### **1.1.2.1 Barrio San Gerardo 1**

El barrio San Gerardo se encuentra ubicado entre los barrios La Ceiba y Laureles 1, es un barrio de nivel medio-bajo, estrato socio-económico 2, la mayoría de las casas están legalizadas, las cuales poseen escrituras; sin embargo, se encuentran algunos asentamientos, ante todo los localizados muy cerca de la quebrada.

Las viviendas del barrio en general, se encuentran en un estado de deterioro avanzado, las cuales presentan grietas y asentamientos. En cuanto a las vías, el barrio cuenta con una vía vehicular sobre la Calle 63, relativamente en buen estado, la cual cuenta con poco tráfico y más que todo liviano; el acceso peatonal el cual se encuentra en buen estado, pero con limitaciones de ancho, se realiza por medio de escaleras que van desde la parte superior de la escarpa hasta la quebrada.

El barrio cuenta con 6 obras de protección de taludes importantes, las cuales son muros en gaviones, concreto lanzado y pantallas ancladas, las cuales serán más detalladas en el capítulo siguiente. La mayoría de los taludes en este barrio se encuentran en un estado de deterioro avanzado, altamente vulnerables a los deslizamientos.

#### **1.1.2.2 Barrio Laureles 1 y 2**

Los barrios Laureles 1 y 2 limitan al norte con el barrio Los Almendros, al occidente con el barrio Los Canelos, al sur oriente con el barrio Cordoncillo I y la quebrada La Guacamaya y al sur occidente con el barrio Colombia.

Estos barrios tienen casas legalizadas con un número menor de asentamientos, los cuales se encuentran en deterioro avanzado, al igual se hallan restos de casas derrumbadas. Sin embargo, el barrio cuenta con instituciones educativas y con vías de acceso peatonal pavimentadas y algunas en terreno destapado. En el acceso al barrio se encuentra un botadero de basuras y escombros.

En los barrios Laureles 1 y 2 se encuentran aproximadamente 7 obras de contención de taludes, en su mayoría muros en concreto ciclópeo, aunque también un concreto lanzado. En general, las obras se encuentran en buen estado. Respecto a los taludes, se localizan bastantes taludes en proceso de

erosión, lo que indica que en éstos barrios se presentan varias necesidades en lo referente a este aspecto, como protección a peatonales y a algunas viviendas, según lo expresaron sus habitantes.

### **1.1.2.3 Barrio Colombia**

El barrio Colombia es el último de los barrios estudiados, éste se localiza entre los barrios Laureles 2 y Cordocillos 1. Colombia es el barrio más extenso que estudiamos. El cual contiene un mayor número de casas y obras de protección de taludes.

El barrio Colombia contiene un mayor número de casas construidas y legalizadas, en éste hay presentes un número mínimo de asentamientos, los cuales se encuentran en pésimo estado, en cuanto a condiciones higiénicas y ambientales. Existen viviendas cimentadas al lado de botaderos de basuras o criadero de pollos, los cuales expiden pésimos olores, originando enfermedades en los habitantes. Por otra parte, el barrio Colombia cuenta con un mayor número de caminos peatonales que recorren el barrio en toda su extensión hasta llegar a la quebrada.

El barrio además dispone de aproximadamente 12 obras de protección de taludes construidas por la CDMB, que van en su mayoría de muros en gaviones, al igual que un concreto lanzado y de un muro de concreto ciclópeo. Los taludes en este barrio se encuentran bajo procesos erosivos, aunque algunos de los habitantes los han protegido a través de cauchos negros contra la lluvia.

### **1.1.3 Planteamiento del problema:**

El área de influencia directa de éste proyecto, la cual comprende los barrios explicados en los numerales anteriores, se ha visto afectada durante muchos años

por problemas erosivos, lo que ha conducido al deterioro progresivo de taludes, afectando la infraestructura vial y a las viviendas aledañas a la zona de escarpa.

Dentro de las causas tenemos la insuficiencia de redes de alcantarillado; aumento de caudales de escorrentía por procesos de urbanización; ausencia de vertimientos o vertimientos inadecuados; deterioro de fondo de cauces y pie de taludes; presencia de niveles freáticos altos en los taludes de la escarpa occidental; deterioro de la cobertura vegetal en las cuencas hídricas y multiplicación de asentamientos subnormales en áreas de carácter inestable.

Los barrios mencionados, son muy vulnerables a procesos de remoción en masa, debido a las zonas de alta pendiente, y a la construcción de viviendas que comenzaron como asentamientos, pero que se han convertido en viviendas legales, sin cumplir con los requisitos mínimos de construcción segura y estable, siendo estos suelos denominados como suelos de protección, en los cuales se está prohibido construir debido a la poca resistencia y capacidad portante del suelo, además porque se encuentra en una zona declarada como de alto riesgo de inundación y deslizamiento.

Como consecuencia a éstos problemas y debido a que la población habitante de éstos barrios es cada vez mayor, La Corporación Regional Autónoma para Defensa de la Meseta de Bucaramanga, ha venido desarrollando programas de estabilización de los taludes, los cuales van desde la construcción de obras de contención hasta la canalización de la quebrada la Guacamaya, con el fin de proteger las viviendas y por ende la vida de los habitantes. Sin embargo, el problema abarca dimensiones que se salen del alcance de los proyectos ejecutados, debido a que esto es un problema en el cual debe intervenir, no solo la entidad administrativa del medio ambiente (CDMB) sino también entidades de Administración Local como Planeación y La Alcaldía de Bucaramanga, quienes poseen más recursos para la solución definitiva de éste problema.

## **1.2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO**

El deterioro progresivo de la escarpa occidental de la Meseta de Bucaramanga, es uno de los inconvenientes más álgidos que requiere de soluciones inmediatas, debido a que se demostró en la temporada invernal de febrero de 2005 que las obras construidas para la protección de taludes sobre la escarpa occidental fueron insuficientes; Barrios como San Gerardo y Colombia sufrieron las inclemencias del clima, con pérdida de capa vegetal y fenómenos de remoción en masa.

Con este proyecto de investigación se formularán programas que conlleven a mitigar el efecto degenerativo de los taludes comprendidos entre los barrios San Gerardo y Colombia, con beneficio propio para las comunidades más vulnerables de la zona.

Con el desarrollo de este programa de investigación se podrá conocer a ciencia cierta el estado de cada una de obras ya construidas; se plantearán las medidas de protección y corrección a las obras expuestas y se propondrán las obras adicionales requeridas para la protección integral de la escarpa occidental de la Meseta de Bucaramanga.

## **1.3 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO**

### **1.3.1 Localización de la zona en estudio**

El área de estudio la cual comprende los barrios San Gerardo 1, Laureles 1 y 2 y Colombia, está localizada en la escarpa occidental de la meseta de Bucaramanga, (*Ver figura 1 y 2*) la cual “posee una extensión aproximada de 16.691.753 metros

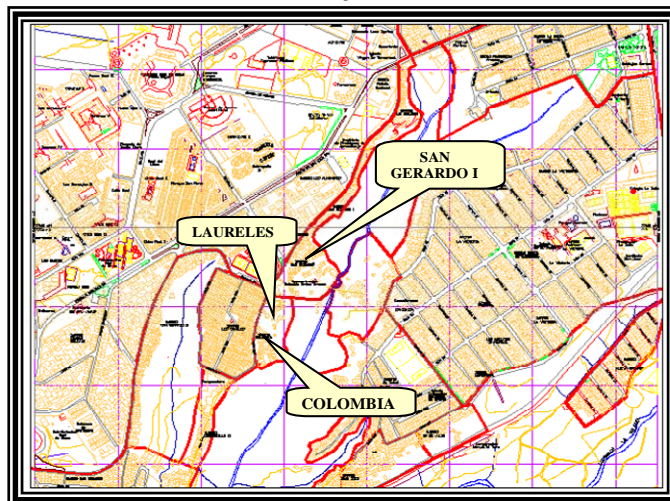
cuadrados”<sup>1</sup> y “comprende la totalidad de la zona definida como de reserva en el Distrito de Manejo Integral (DMI), entre la meseta y el valle del Río de Oro, limitando al norte con el Río Suratá, y al Sur en parte con la Quebrada Seca, en parte con el límite con el municipio de Girón y en parte con la Quebrada de la Iglesia”<sup>2</sup>.

**Figura 1. Localización espacial zona de estudio**



**Fuente: Google Earth**

**Figura 2. Localización del área en estudio por barrios**



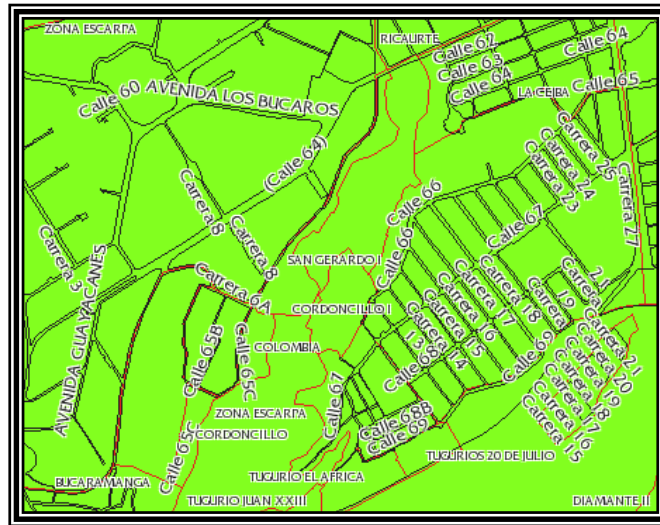
**Fuente: Mayra Julieth Rivera Sinuco. Tesis de grado**

<sup>1</sup> Sistema de Información Georeferenciada de Bucaramanga.

<sup>2</sup> POT. Plan de Ordenamiento Territorial. Capítulo 1.1.1 Zonas Urbanas

La zona en estudio está localizada en la comuna 8 de la ciudad en el suroeste de la Ciudadela Real de minas entre las calles 65c y 66 (Ver figura 3). La corriente con flujo de agua permanente en esta área es la perteneciente a La Quebrada La Guacamaya. (Ver figura 4)

**Figura 3. Localización del área de estudio con direcciones**

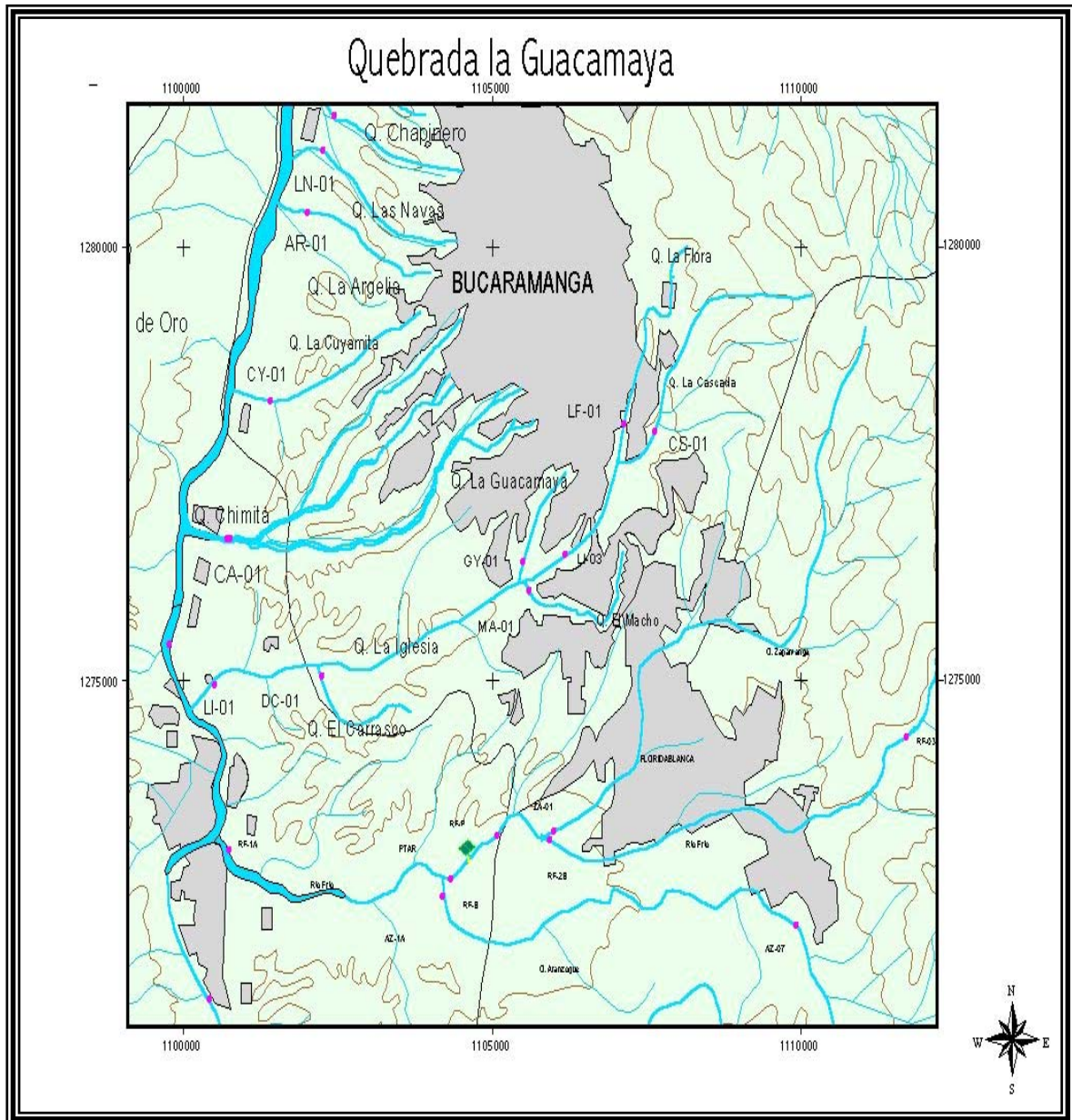


**Fuente: Mapa de Localización y Barrios. DMI**

Es importante mencionar que los barrios, de los que se habla en el presente libro, se iniciaron como asentamientos, pero que con el paso de los años, se han convertido en barrios legales, con el fin de poder acceder a los servicios públicos domiciliarios básicos que ofrece el municipio, así mismo disfrutaban de buenas vías de comunicación, de igual manera cuentan con posibilidades de acceder a instituciones educativas.

Sin embargo, y aunque se han legalizado la mayoría de las viviendas, se encuentra que éstas no cumplen con la normatividad sismorresistente, lo que indica que la posibilidad de ocurrencia de un sismo traería consigo, no solamente problemas a las viviendas y por ende a sus habitantes, sino también la eventualidad de detonar la ocurrencia de los eventos de remoción en masa.

Figura 4. Quebrada La Guacamaya



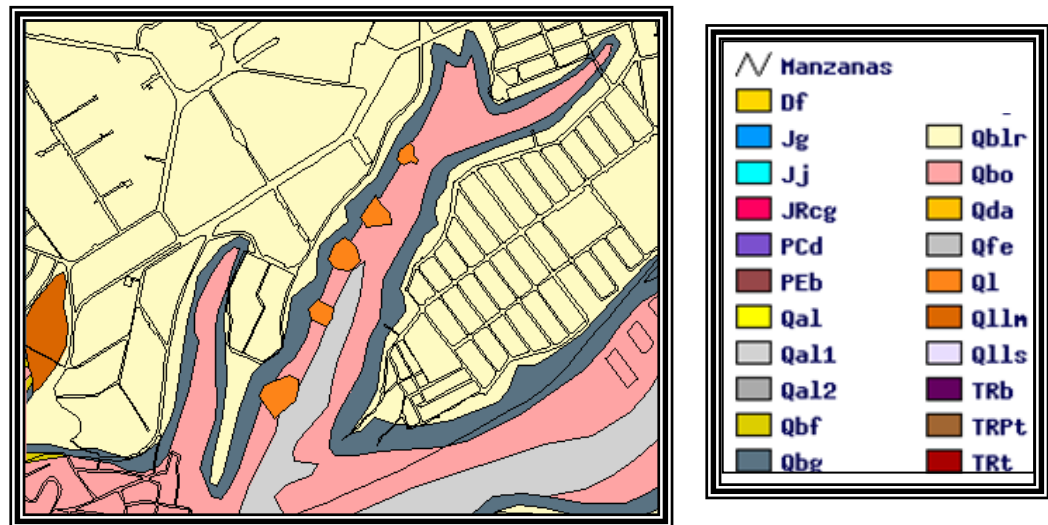
Fuente: Mapa CDMB

### 1.3.2 Geología de la zona

La CDMB ha registrado una serie de escarpas en el borde occidental de la meseta de Bucaramanga, las cuales están formadas por conglomerados y material

arenoso, igualmente se describe que allí se encuentran los mayores afloramientos de agua, lo que hace que se aumente la presión de poros que conduce a que los taludes presenten menos estabilidad.

**Figura 5. Mapa Geológico de la zona en estudio**



**Fuente: Mapa de geología. DMI**

Según el mapa de geología del Distrito de Manejo Integrado DMI, (figura 5) el área en estudio se encuentra compuesta por los miembros de suelo Qbo, Qbg, Qblr y algunas zonas de Ql que conforman la geología local. Los cuales serán explicados a continuación:

### **1.3.2.1 Miembro Órganos de la Formación Bucaramanga (Qbo)**

El miembro órganos está presente a lo largo de toda la quebrada, a excepción de pequeñas zonas de depósitos coluviales o de ladera, los cuales conducen sus aguas a la quebrada La Guacamaya por el margen derecho.

El miembro órganos está compuesto, principalmente, por “depósitos de gravas y bloques, débilmente consolidados dispuestos en forma de capas gruesas a muy gruesas, con espesores hasta de 15 m. El tamaño de los cantos varía entre 10 y 30 cm, alcanzando bloques mayores de 1 metro de diámetro. Estos se componen en su mayoría de areniscas silíceas de grano medio, bien cementadas y en menor proporción de fragmentos de rocas ígneas ácidas de textura fanerítica, neis micáceo de color amarillo a rosado, areniscas lodosas rojizas de grano fino y alto contenido de micas, cuarzo lechoso, liditas y cherts. Todos los fragmentos tienen formas redondeadas a subredondeadas.

El ambiente de depositación del Miembro Órganos se relaciona con flujos de escombros y flujos torrenciales, e interdigitación de facies de corrientes de canal, correspondiendo a la parte próxima y media del Abanico de Bucaramanga. La edad del Miembro Órganos podría abarcar el Pleistoceno medio”<sup>3</sup>.

En la zona de estudio el Miembro Órganos se compone de una secuencia monótona de gravas arenosas intercaladas con arcillas de color gris a amarillo rojizo.

#### **1.3.2.2 Miembro gravoso de la Formación Bucaramanga (Qbg)**

El miembro gravoso se encuentra seguidamente de los limos rojos de la Formación Bucaramanga, éste rodea todo el miembro órganos y comprende, en el área de estudio, toda la vía vehicular y es el soporte de algunas viviendas.

“Es un nivel grueso que no presenta estructuras internas, Geomorfológicamente en la escarpa occidental constituye valles profundos, con pendientes mayores a un

---

<sup>3</sup> RIVERA SINUCO M, Proyecto de grado. Diagnóstico de la amenaza ambiental y definición de las alternativas de mitigación de los barrios Colombia, Cordoncillo I y II, Laureles y San Gerardo I y II de la Escarpa Occidental de la Meseta de Bucaramanga.

70%, con drenajes densos; Según la textura es una grava areno lodosa. Las gravas son subredondeadas de esfericidad media, mal calibradas; presentan areniscas blancas silíceas 45%, areniscas violetas 15% ígneos y metamórficos 10%. Al alterarse forma un suelo naranja sobre el cual se ha edificado la ciudad.

El ambiente de depositación de este miembro corresponde a un flujo de escombros con fase intermedia gravosa a areno lodosa, que marcan el último levantamiento del macizo de Santander<sup>4</sup>, hay materiales que conforman la geología difíciles de interpretar una vez se estuvo en campo se puede notar la presencia leve de limos rojos.

Geomorfológicamente este miembro constituye lo que anteriormente se denominaba como “Meseta de Bucaramanga”, con relieve semiplano y pendientes entre 2 y 7%; el drenaje es escaso paralelo y superficial (Niño y Vargas, 1992).

Está constituido por arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Existen esporádicos bloques angulares grandes, de arenisca, asociados superficialmente a este miembro; estos cantos pueden estar embebidos dentro de limos rojos y se caracterizan por estar meteorizados.”<sup>5</sup>

### **1.3.2.3 Miembro limos rojos de la Formación Bucaramanga (Qblr)**

El miembro Limos Rojos de la Formación Bucaramanga, comprende todo la superficie de nuestro estudio, es decir, en el sector urbanizado de Bucaramanga Geomorfológicamente podría decirse que este miembro es lo que anteriormente se llamaba “Meseta de Bucaramanga”. El miembro Limos Rojos

---

<sup>4</sup> Plan de Ordenamiento Territorial. POT

<sup>5</sup> RIVERA SINUCO M, Proyecto de grado. Diagnóstico de la amenaza ambiental y definición de las alternativas de mitigación de los barrios Colombia, Cordoncillo I y II, Laureles y San Gerardo I y II de la Escarpa Occidental de la Meseta de Bucaramanga.

comprende la capa superior de todos los perfiles del terreno estudiados en este libro.

Se localiza en la parte alta de la terraza de Bucaramanga, antes de descender por la escarpa; esta compuesto por limos y arcillolitas de color rojizo, son en general de espesor delgado aunque a medida que se aleja del borde de la escarpa, va aumentando su ancho de capa.

“Está compuesto en términos geotécnicos por limos de un color que varía del amarillento al rojo, que en las secciones frescas llega hasta el rojo intenso, interpretado como un depósito que se extendía por toda la región de la Mesas Santandereanas, lo que es un indicio que tales limos no estuvieron ligados a la sedimentación de la terraza. Además, estudios realizados en los bordes y escarpas de la terraza pusieron de manifiesto que los limos rojos aparecen hasta en los niveles muy bajos o sea que se formaron cuando la terraza ya había sido excavada hasta una profundidad próxima a la actual (tal vez hasta 50 - 70 metros por encima del nivel actual del Río de Oro).”<sup>6</sup>

Aunque no es notorio, se pudo obtener una muestra de éste, que se podrá apreciar en la fotografía número 27 del presente libro.

#### **1.3.2.4 Miembro Finos (Qbf)**

Aunque en el mapa de geología DMI el miembro finos no es notorio, en nuestra zona de estudio se encuentra como una capa muy delgada de suelo, de aproximadamente 1m.

---

<sup>6</sup> Sistema Integrado de Transporte Masivo para el Área Metropolitana de Bucaramanga (Fase II) Tramo Kennedy – Avenida Quebrada Seca. Capítulo 3. Línea Base Ambiental

“La geometría de sus niveles es tabular a lenticular con espesores que oscilan entre los 4 y los 40 cm. Las capas presentan estratificación plano paralela, cruzada y ondulosa con contactos netos, planos y suavemente ondulados.

Su geomorfología es muy semejante al del miembro Órganos, pero esta presenta un mayor grado de erosión y las pendientes son mucho mayores. Este miembro suprayace al miembro Órganos e infrayace al miembro Gravoso en contactos plano paralelos netos”<sup>7</sup>.

#### **1.3.2.5 Depósitos Coluviales o de Ladera (QI).**

“Se localizan en la parte más próxima al cauce de la quebrada La guacamaya. Estos depósitos se componen principalmente por cantos de areniscas silíceas, areniscas conglomeráticas, conglomerados, cuarcitas y lodolitas, como también granito, granodiorita, diorita, gabro, neis y esquisto, en una matriz areno lodosa”<sup>8</sup>.

### **1.3.3 Tectónica**

“En cuanto a la tectónica, el sector ocupado por la meseta de Bucaramanga (Julivert, 1963) es un bloque hundido entre las Fallas de Bucaramanga al oriente, que la limita las rocas del Macizo de Santander, y la Falla del Suárez, que la limita las rocas de la formación Girón. Estas dos fallas convergen hacia el Norte”<sup>9</sup>.

Dada la eventualidad de un sismo y en relación a la tectónica de La Meseta de Bucaramanga, a continuación se profundizará acerca de la Falla del Suárez, la

---

<sup>7</sup> POT. Plan de Ordenamiento Territorial Bucaramanga

<sup>8</sup> RIVERA SINUCO M, Proyecto de grado. Diagnóstico de la amenaza ambiental y definición de las alternativas de mitigación de los barrios Colombia, Cordoncillo I y II, Laureles y San Gerardo I y II de la Escarpa Occidental de la Meseta de Bucaramanga.

<sup>9</sup> Agenda Ambiental del Municipio de Bucaramanga. Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. Alcaldía de Bucaramanga.

cual sigue el costado occidental y por ende tiene influencia sobre nuestra zona de estudio, aunque no la atraviese exactamente.

Por su cercanía a la zona podría afectarla directamente debido a la presencia de taludes o pendientes muy verticales, la constitución del material y la presencia de un alto porcentaje de erosión, podrían ocasionar derrumbes o deslizamientos.

#### **1.3.3.1 Falla del Suárez:**

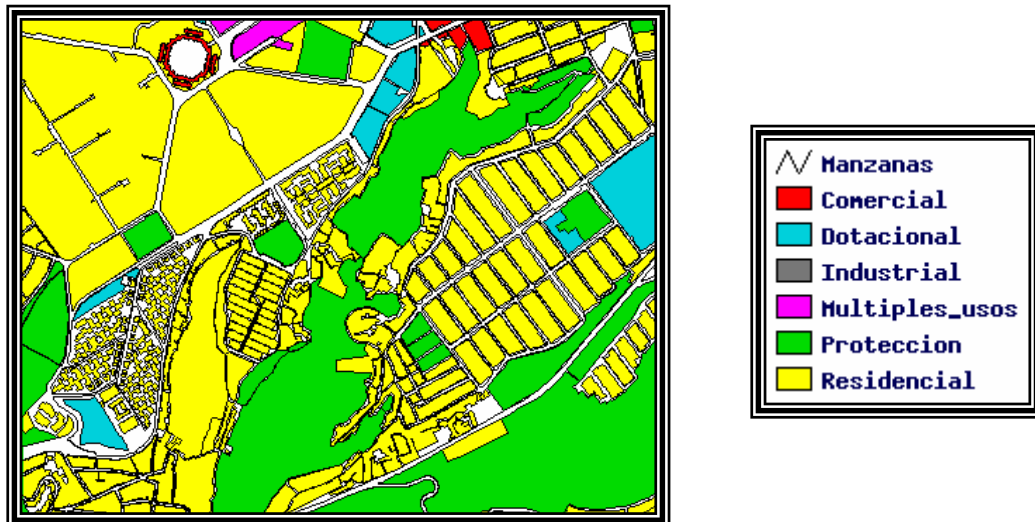
Recorre el límite occidental del municipio, entrando por Chocóa y siguiendo el trazo del Río de Oro, para luego chocar más al norte contra la falla de Bucaramanga. A través de ella se producen algunas atenuaciones de energía sísmica provenientes de epicentros localizados en la región de Vélez.

La falla del Suárez posee una extensión de 180 Km., la cual es muy notoria, se caracteriza por un marcado contraste tipográfico en su lado oeste, resultado de su movimiento principalmente vertical que permite junto con la falla del Carmen la conformación de la serranía de los Cobardes, unidos a este rasgo geomorfológico, se destacan también el control del río Suárez, la disposición de un gran número de silletas, notorios escarpes, cambios bruscos de pendientes y un plano de falla que sirve de contacto entre unidades litológicas de edades jurásicas y cretáceas correspondientes a una amplia franja dispuesta; en la parte central del departamento de Santander son potencialmente activas.

#### **1.3.4 Uso del suelo**

El uso de suelo de la zona de la escarpa de la Meseta de Bucaramanga estudiada, según el Distrito de Manejo Integrado (DMI) es catalogado como Suelo de Protección, como se puede apreciar en la figura 6.

**Figura 6. Mapa de Uso de Suelo**



**Fuente: Mapa de Uso de Suelo. DMI**

Las áreas de protección fueron creadas por el Plan de Ordenamiento Territorial con el fin de conservar el medio ambiente, formando un paisaje urbano y rural caracterizado por la arborización, la belleza de sus parques y la incorporación de valores paisajísticos al desarrollo urbano, para que estructuren el sistema ambiental como la escarpa, los cerros, ríos y quebradas, las zonas forestales y agrícolas, vinculados a una red de espacios de fácil acceso a la población para el goce y disfrute de la naturaleza, al igual que un hábitat libre de amenazas y riesgos de origen natural, que proteja la vida de sus habitantes.

Para lograr este objetivo, el municipio junto con la autoridad ambiental protegerá las áreas de reserva e implementará la protección del medio ambiente, la conservación de los recursos naturales y la defensa del paisaje, conforme a lo dispuesto en la ley 99 de 1993, el decreto presidencial 1539 de junio 12 de 1997 y el código de recursos naturales y la resolución 614 “las determinantes ambientales” de la CDMB de julio 06 de 1999.

Estás áreas corresponden principalmente las áreas alrededor de los cuerpos de aguas o de obras de control ambiental, control de erosión o escarpes de taludes, los cuales se requiere conservar libres de actividades antrópicas con el objeto de proteger las áreas aledañas de procesos de erosión, deslizamientos de tierra, inundación, con el fin de garantizar la conservación y mantenimiento de obras, actos y actividades producto de la intervención humana.

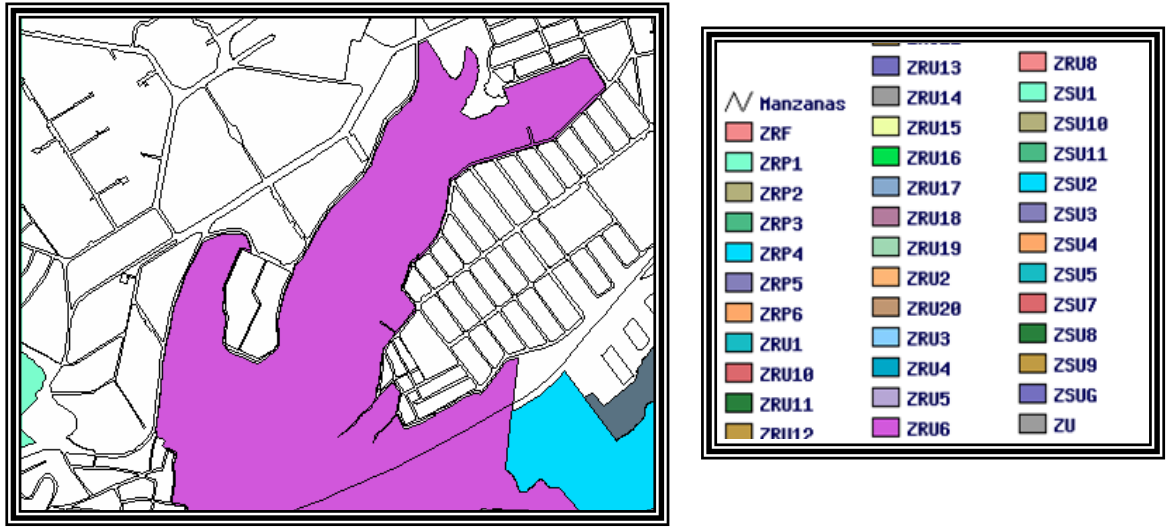
Las zonas de protección son catalogadas como no aptas para usos antrópicos como vivienda o cultivo, en lo cual están siendo utilizadas actualmente; las zonas en donde se presenta una saturación en la construcción viviendas, como los barrios en estudio los cuales son San Gerardo 1, Laureles 1 y 2 y Colombia; en los que los habitantes de ésta zona vierten basuras en el talud, residen en casas mal cimentadas y con ductos de agua propensos a la rotura o con entregas de las aguas servidas directamente al talud, así mismo el mal uso y poco cuidado que realizan a las obras de protección de los taludes, a las cuales utilizan como botaderos de escombros, o como en el caso en que fue utilizado un muro en concreto ciclópeo como parte de la casa, en la cual se colgaban cuadros.

Por tanto se puede apreciar claramente que en esta zona no se siguen los lineamientos del POT, debido que se puede observar que a la comunidad en ésta zona le hace falta una cultura ambiental, donde se respeten los usos del suelo y no se realice todo lo contrario.

### **1.3.5 Zonificación según DMI**

El DMI define a ésta zona como Zona Urbana de Recuperación para la Producción, ZRU6 (*Ver figura 7*), las cuales son las áreas que se encuentran amenazadas por problemas de erosión, inundación u otros problemas de tipo ambiental, pero que se encuentran actualmente ocupadas por asentamientos de humanos de difícil Relocalización.

**Figura 7. Zonificación según DMI**



**Fuente: Mapa de DMI. DMI**

Esta zona, según la zonificación dada por el DMI, presenta condiciones de riesgo por erosión de taludes, así mismo riesgo de inundación en las viviendas construidas cercanas a la quebrada, al presentarse una fuerte lluvia, aunque la mayoría del trayecto de la quebrada La Guacamaya, correspondiente a nuestra zona de estudio se encuentra canalizada.

Con el fin de hacer respetar esta zonificación, controlar la erosión y conservar el bienestar de todos los habitantes de la meseta de Bucaramanga, el DMI recomienda:

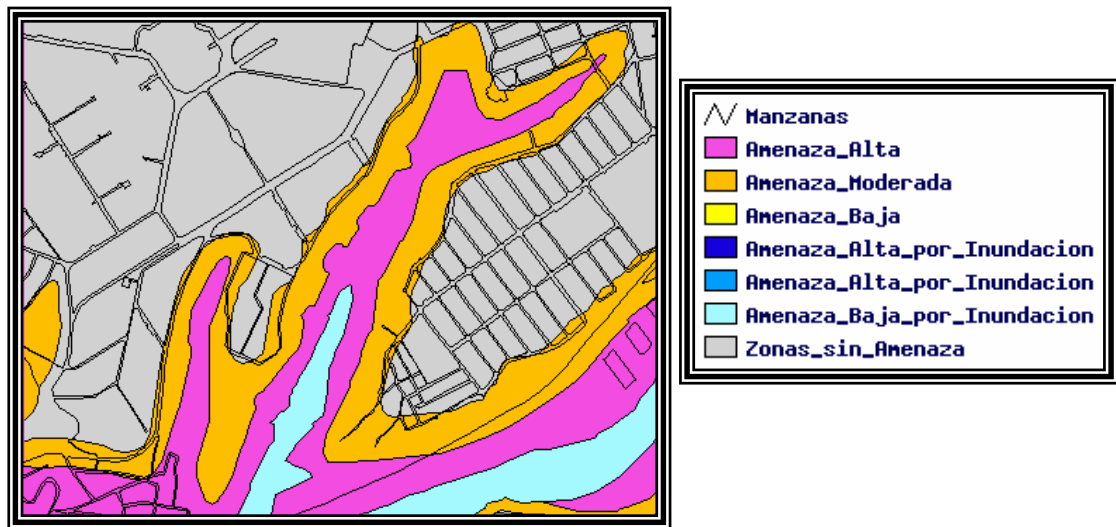
- ✚ Evitar la parcelación en predios aledaños a cañadas o al borde de escarpa con el fin de disminuir el asentamiento de población en estas zonas incrementando la problemática actual.
- ✚ Consolidación de algunos asentamientos previo reordenamiento y planeación del sector, y construcción de las obras necesarias de estabilización y protección de taludes que disminuyan el riesgo existente.

- ✚ Trabajos de estabilización y protección de los taludes, así como obras de captación de aguas superficiales, ya que sus taludes se encuentran bastante amenazados por la erosión y por posibles deslizamientos por aguas de infiltración.

### 1.3.6 Amenaza y Riesgo

En la figura 8 se puede observar el mapa de amenazas de la zona en estudio, la cual se encuentra en gran parte en Amenaza Alta, Otra gran zona en Amenaza Moderada y una pequeña zona en Amenaza Baja por Inundación.

Figura 8. Mapa de Amenazas



Fuente: Mapa de amenazas. DMI

Bucaramanga es considerada como una región de alta amenaza sísmica, donde confluye el movimiento de las placas tectónicas de la cordillera oriental que la hacen más propensa a fenómenos de origen geológico.

Como se ha venido hablando a través de todo el capítulo, las amenazas que presentan los barrios San Gerardo, Laureles y Colombia, son las inundaciones de

las riberas cercanas a la quebrada, así como los deslizamientos de los taludes y la erosión de los mismos y la amenaza sísmica, que conllevaría igualmente a una remoción en masa sobre toda la escarpa occidental.



## **CAPITULO 2**

### **BASE DE DATOS DE LAS OBRAS DE CONTENCION CONSTRUIDAS POR LA CDMB EN LOS BARRIOS SAN GERARDO 1, LAURELES1 Y 2 Y COLOMBIA**

## **CAPITULO 2**

### **BASE DE DATOS DE LAS OBRAS DE CONTENCIÓN CONSTRUIDAS POR LA CDMB EN LOS BARRIOS SAN GERARDO 1, LAURELES 1 Y 2 Y COLOMBIA**

#### **2.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

##### **2.1.1 Metodología utilizada para la recolección de la información en campo:**

La metodología utilizada para la realización del trabajo de campo, el cual consiste en hacer una visita a cada una de las obras de contención construidas por la CDMB y realizar un diagnóstico del estado actual de las mismas, fue la siguiente:

##### **2.1.1.1 Realización del montaje de los formatos:**

Con el fin de obtener una completa información acerca de cada uno de los taludes y de las obras visitadas, se procedió a realizar un formato, el cual se trasladaba a cada una de las visitas y en el que se registraba todas las observaciones posibles acerca de las obras y los taludes analizados, los parámetros tenidos en cuenta para la realización de dicho formato se explicarán más adelante en éste capítulo en el numeral **1.1.2**

##### **2.1.1.2 Visita de campo a los taludes y obras:**

Las visitas de campo consisten en el recorrido por los diferentes barrios en estudio, detallando, observando y analizando el estado de cada uno de los taludes y obras de contención allí construidas.

Las visitas, se realizaron, aproximadamente 1 por semana, procurando cubrir cada semana un barrio diferente, aunque por ejemplo el barrio Colombia, debido a su

extensión necesitó de 2 visitas, igualmente se efectuaron en compañía de personal de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB).

En cada visita se tomaron fotos, se llenaron los formatos, se entrevistaron algunos de los habitantes de la zona, para tener una mejor y más amplia información acerca de los problemas que se han presentado tanto en los taludes como las obras; así mismo se recibió asesoría por parte de los ingenieros del departamento de suelos de la CDMB encargados del cuidado y estabilización de los taludes y obras de esta zona, quienes orientaron acerca de los diseños, antigüedad y posibles fallos de las obras.

Igualmente se realizó una PRE-localización de las obras en un plano 1:400 (plano: DMI planchas F21 y F31) teniendo como referencia algunas de las casas y estructuras aledañas

### **2.1.1.3 Localización de las obras:**



Una vez concluidos las actividades anteriores, se precedió a realizar una nueva visita con el fin de localizar las obras con una mayor precisión para lo que se utilizó la ayuda de un GPS suministrado por la CDMB, obteniendo así las coordenadas Gaussianas de cada estructura.

## **2.1.2 Formatos para el inventario**

### **2.1.2.1 Contenido del formato:**

Como se mencionó anteriormente, para la recolección de una completa información se realizó el montaje de un formato para el inventario de las obras, el cual se muestra a continuación:

**Figura 9. Formato tipo para inventario de las obras**

<b>EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA                      CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE                      LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA</b>			
			
<b>FECHA VISITA:</b>		<b>HORA:</b>	
<b>RESPONSABLE:</b>			
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> _____	<b>ESTE:</b> _____	
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>			<b>FOTOS No.</b> _____
<b>DIRECCION:</b>			
<b>BARRIO:</b>			
<b>MUNICIPIO:</b>			
<b>CAÑADA:</b>			
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input type="checkbox"/> EVALUACION	
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>			
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/> ESTABLE	
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b> _____	<b>ALTO:</b> _____	<b>ANCHO:</b> _____	<b>A. INFILTRA:</b> _____
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>			
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b> _____	<b>ESPESOR FOLLAJE:</b>		
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCION		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCION O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: _____.	ANCHO: _____.	ESPESOR: _____	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			

Como se puede observar, el formato contiene en la parte superior la información general de la obra visitada, como la fecha, los responsables, la nomenclatura de la obra, entre otras. Más adelante se encuentra dividido en varias partes, las cuales van desde las características de los movimientos del talud hasta las observaciones. A continuación se explicará cada uno de los capítulos que componen el formato guía y la aplicación de estos conceptos para las diferentes obras:

### **2.1.2.2 Características de los movimientos del talud:**

En las características de los movimientos del talud se tienen en cuenta aspectos como, la falla del talud, la etapa de falla, de deterioro y la erosión.

2.1.2.2.1 Talud: En este ítem se estudió el talud sobre el que se encuentra la obra de arte, analizando si este se encontraba estable o fallado, siendo éstos:

- ✚ Talud Estable: Un talud estable es un talud que no presenta una etapa de deterioro importante, ni una línea de falla aparente, ni tampoco demuestra movimiento alguno.
- ✚ Talud Fallado: Un talud fallado es un talud que presenta una superficie de falla, así como cualquiera de las etapas que a continuación serán explicadas, las cuales son: etapa de deterioro, de falla y de pos-falla.

2.1.2.2.2 Etapas de la falla: En las etapas de falla se trata de describir el grado en que ha evolucionado la falla y con esto, poder tomar los correctivos necesarios y a tiempo de los posibles deslizamientos.

- ✚ Etapa de Deterioro: En la etapa de deterioro, como su nombre lo indica, aún no se ha efectuado el deslizamiento, sin embargo, el talud presenta un

detrimento en los materiales que conforman el talud, que puede llevar hasta el desprendimiento de éstos.

- ✚ Etapa de falla: En esta etapa de falla se observa una clara superficie de falla o algún movimiento de material del talud.
- ✚ Etapa de pos-falla: La etapa de pos-falla indica la ocurrencia desde un deslizamiento de talud hasta cuando se detiene completamente.

2.1.2.2.3 Etapas de deterioro: En la etapa de deterioro se pueden encontrar diferentes tipos de detrimento los cuales, dependiendo del tipo de material y de movimiento se pueden clasificar en:

- ✚ Caído de bloques: Se refiere al desprendimiento por gravedad de bloques de material del talud, ocasionando un deterioro del mismo.
- ✚ Desmoronamiento: El desmoronamiento consiste se presenta un fenómeno similar al caído de bloques, la diferencia radica en que el desprendimiento del material en el desmoronamiento se produce en forma más continua.
- ✚ Erosión: "La erosión es el desprendimiento, transporte y depositación de partículas o masas pequeñas de suelo o roca, por acción de las fuerzas generadas por el movimiento del agua"<sup>19</sup>.
- ✚ Flujo de detritos: El flujo de detritos comprende el desprendimiento del material del talud en forma de flujo seco o saturado.
- ✚ Concentración de Esfuerzos: Son esfuerzos a nivel antrópico a los que se ve sometido el talud, tales como construcciones, vías, etc.

---

<sup>19</sup> SUAREZ DIAZ J. Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales. 1998

- ✚ Agrietamiento: Este tipo de deterioro ocurre en los suelos que tienen una baja resistencia a la tensión, lo que lleva a la infiltración del agua, generando las condiciones propicias para que se produzcan las superficies de falla.

2.1.2.2.4 Erosión: La erosión se puede producir en diferentes formas sobre el talud, dependiendo de la forma como el agua actúa en el talud.

- ✚ Erosión Laminar: Es en la que se produce un lavado superficial sin generar ningún tipo de canal, producida por la lluvia que cae sobre el terreno.
- ✚ Erosión en Surcos: Son canales de muy poca profundidad que se van formando cuando el agua sigue un mismo camino, haciendo propicia ésta erosión.
- ✚ Erosión en Cárcavas: Las cárcavas son formadas debido al agrandamiento de los surcos haciendo canales más profundos los cuales tienen forma de V o U.
- ✚ Erosión Interna: La erosión interna se refiere los caminos que el agua forma en su proceso de fluir desde el interior al exterior del talud.
- ✚ Erosión por afloramiento: Es el tipo de erosión que se genera en los afloramientos de agua, dando origen a la formación de taludes negativos.

### 2.1.2.3 Parámetros geométricos del talud:

Los parámetros geométricos del talud son de gran importancia para el análisis de estabilidad de taludes, debido a que éstos definen en gran medida las fuerzas

estabilizantes y desestabilizantes en el talud. Los parámetros geométricos analizados son los siguientes:

2.1.2.3.1 Pendiente: La pendiente del talud registrada en los formatos, es una pendiente aproximada ya que se basó en el principio de la observación en campo. La pendiente de un talud es un parámetro decisivo ya que de ésta depende de si el perfil de meteorización es pronunciado o suave.

2.1.2.3.2 Altura: La altura registrada, fue igualmente basada en la observación y se utilizó principalmente para dar una idea acerca del grado de vulnerabilidad que puede tener el talud.

2.1.2.3.3 Ancho: El ancho fue considerado, para estimar el área de infiltración del talud y para analizar el grado de afectación que puede generar sobre la comunidad.

2.1.2.3.4 Área de infiltración: Es importante tener en cuenta el área de infiltración ya que esta estima la cantidad de agua que puede estar afectando la estabilidad del talud.

#### **2.1.2.4 Características de la vegetación del talud:**

Es importante tener en cuenta las características de la vegetación en el talud, definiendo el tipo de vegetación existente, el cual puede ser: vegetación silvestre, agricultura, rastrojo, etc.; de igual forma, se debe tener en cuenta la altura promedio de dicha vegetación y el espesor del follaje de la misma; todo esto debido a que la vegetación puede contribuir a la estabilización del talud en cierta forma, como por ejemplo, la raíz de algunas de las plantas ayuda a controlar el nivel freático y genera un agarre entre las partículas del suelo, como también un follaje denso puede controlar la infiltración de la lluvia sobre el talud.

### 2.1.2.5 Intervención antrópica:

La intervención antrópica se refiere a todos los cambios causados por el hombre en el talud y que pueden ocasionar la inestabilidad de éste, los cambios estudiados son:

2.1.2.5.1 Cambios en la topografía: Los cambios en la topografía del talud producidos por la intervención del hombre, pueden ser de 3 tipos según la forma de variación de la carga.

- 🔧 Carga: La carga se puede producir por rellenos, construcciones, etc.
- 🔧 Descarga: la descarga se origina cuando se realizan excavaciones en el talud.
- 🔧 Subsistencia: Es el hundimiento que se produce cuando se realizan excavaciones subterráneas.

2.1.2.5.2 Cambios hidrológicos: Los siguientes son los cambios referidos a la variación de la humedad debida a modificaciones realizadas por el hombre en el talud:

- 🔧 Mal manejo del agua superficial: Es una modificación de las condiciones naturales del agua superficial a través de canales, zanjas, etc.
- 🔧 Infiltración de ductos de agua: Esta infiltración se produce principalmente por los tubos del acueducto y del alcantarillado.

- 🚧 Descarga de basuras: Aumento de la infiltración por aumento de la descarga de basuras sobre el talud.
- 🚧 Cambio en el régimen de aguas superficiales.
- 🚧 Negligencia: La desobediencia de la comunidad en la construcción de obras para el control de aguas subterráneas y superficiales.

2.1.2.5.3 Vibraciones: Las vibraciones que se pueden presentar en el talud pueden ser debido a las maquinas, a las vías o a las construcciones aledañas al talud.

2.1.2.5.4 Cambios en la cobertura vegetal: Los cambios que el hombre puede efectuar sobre la cobertura vegetal son la agricultura, el pastoreo, la tala de árboles y la modificación del uso del suelo.

2.1.2.5.5 Cambios en otros factores: Como otros cambios antrópicos se encuentran la negligencia en el manejo de los taludes y la utilización de los taludes para paso peatonal.

### 2.1.2.6 Control de aguas:

Los métodos de control de aguas superficiales y subterráneas para la estabilización de taludes, pueden llegar a ser más efectivos y más económicos ya que hace que se amortigüe la presión de poros sobre el talud y lo haga más resistente. El control de las aguas se puede realizar mediante:

2.1.2.6.1 Drenaje superficial: Se realiza para el drenaje de las aguas que circulan sobre el talud, reduciendo la infiltración y evitando la erosión.

- ✚ Canal de corona: Son canales, totalmente impermeables, recolectores de agua que se ubican en la parte superior del talud. Y se utiliza para que recoja toda el agua posible proveniente de las lluvias para no dejar que circule por todo el talud.
- ✚ Canal intermedio: Son canales que se colocan en la mitad del talud y que conducen el agua por medio de un sistema de gradas a la parte inferior del talud. Son recomendados para suelos muy vulnerables a la erosión.
- ✚ Canal de pie: Son los encargados de recoger el agua en la parte de abajo del talud.

2.1.2.6.2 Drenaje subterráneo: El drenaje subterráneo es el encargado de reunir toda el agua que este circulando en el interior del talud con el fin de disminuir la presión de poros.

- ✚ Drenes de Zanja: Son zanjas, en las cuales se realiza un relleno con material filtrante y con elementos de captación y transporte del agua, casi siempre tubos perforados y geotextiles.
- ✚ Drenes horizontales de penetración: Es un tubo con orificios que se inca al talud por medio de métodos de perforación horizontal o ligeramente inclinada, con el fin de disminuir el nivel freático, hasta un punto que me represente estabilidad para el talud.

- ✚ Pantalla drenante: Son pantallas que se colocan sobre la superficie del talud para evitar la erosión. Estás están comprendidas por un filtro, una estructura de contención y un subdren colector.
  
- ✚ Subdrenes Estructuras de Contención: Es un sistema de drenaje que se coloca antes de una estructura de contención, con el fin de filtrar los materiales que puedan afectar a la estructura o impedir que se genere una presión de poros exagerada (como es el caso de los muro en concreto, en donde se construyen lloraderos)

### 2.1.2.7 Estructuras de contención o anclaje:

Las estructuras de contención o anclaje son obras de arte construidas, en estudio o planteadas con el propósito de estabilizar el talud.

2.1.2.7.1 Estado: Es la etapa en la que se encuentra la obra de arte en cuanto a su estado constructivo, la cual puede ser:

- ✚ Planteada
- ✚ En estudio
- ✚ Diseñada
- ✚ Programada
- ✚ En construcción
- ✚ Suspendida
- ✚ En Mantenimiento

### 2.1.2.7.2 Tipos Estructuras de Protección de Taludes:

Las Estructuras de estabilización son obras de contención construidas con el fin de soportar las fuerzas ejercidas por la masa de suelo del talud y minimizar el

riesgo de deslizamientos, por socavación o erosión. Estas estructuras se utilizan como control de erosión y deslizamiento de tierra, así como para proteger obras aledañas a los taludes, tales como, viviendas, pasos peatonales, entre otras.

“Para el análisis y cálculo de estas estructuras se deberá tener en cuenta las condiciones geotécnicas, topográficas y de drenaje de la zona, con el fin de conocer las posibles superficies de falla y las fuerzas actuantes en el talud, las cuales sirven de base para la selección del tipo de muro y su correspondiente diseño”<sup>20</sup>.

Existen varios tipos de estructuras de contención, algunas de las cuales pueden ser:

#### Muro en concreto reforzado:

Son muros estructurales contruidos en concreto con refuerzo en acero, los cuales son rígidos, no se deforman, ni permiten el movimiento por presión de la tierra a la cual soportan. Su función es transmitir la fuerza desde la cimentación del mismo hasta el cuerpo, para de esta forma generar fuerzas estabilizadoras, encargadas de la estabilización del talud.

Ventajas del muro en concreto reforzado: “Los muros de concreto armado pueden emplearse en alturas grandes (superiores a 10 metros), previo su diseño estructural y estabilidad. Se utilizan métodos convencionales de construcción, en los cuales la mayoría de los maestros de construcción tienen experiencia.

Desventajas del muro en concreto reforzado: Requieren de buen piso de cimentación. Son antieconómicos en alturas muy grandes y requieren de

---

<sup>20</sup> Requisitos Generales de Diseño. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. <http://www.cdmb.gov.co/proyectos/csu/capitulo4h.php>

formaletas especiales. Su poco peso los hace inefectivos en muchos casos de estabilización de deslizamientos de masas grandes de suelo”<sup>21</sup>.

#### 🚧 Muro en concreto ciclópeo:

Al igual que los muros de concreto reforzado, son estructuras en concreto, rígidas e indeformables; la diferencia radica en que éstos no contienen refuerzo en acero, si no que están compuestos por bloques o cantos de roca embebidos en una matriz de concreto. Lo que los hace débiles frente a esfuerzos de tensión, por otra partes, son estructuras que funcionan por gravedad, debido a su gran peso.

**Figura 10. Detalles de Muro ciclópeo y empradización del talud.**



**Fuente: Obras de Estabilización de Taludes Construcción muro en concreto ciclópeo barrio el Jardín Bajo (Registro Fotográfico). CDMB**

#### 🚧 Muro en gaviones:

Los muros en gaviones son estructuras más flexibles, es una estructura que trabaja por gravedad, es decir que su componente principal es el peso, así mismo, es capaz de resistir deformaciones y movimientos.

<sup>21</sup> SUAREZ DIAZ J. Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales. 1998

Los gaviones están compuestos por cantos de roca uniformes de diferentes tamaños, recubiertas por una malla de acero, casi siempre galvanizado, formando una figura de caja (paralelepípedo). La unión y amarre de cada una de éstas cajas es lo que se conoce como muro en gaviones.

Es una estructura que permite el paso de agua, lo que representa una ventaja al no tener que realizar estructuras de drenaje, sin embargo como la malla del talud es casi siempre de acero galvanizado, ésta puede corroerse muy fácilmente. Lo que indica que se debe realizar un buen mantenimiento en este tipo de estructura.

**Figura 11. Detalle de muro en gaviones**



**Fuente: Obras de Estabilización de taludes Construcción muro en gaviones Barrio Colombia (Registro Fotográfico). CDMB**

 **Concreto Lanzado:**

El concreto lanzado es una capa de concreto que se aplica a la superficie del talud, con el fin de impedir que el agua continúe erosionando el talud superficialmente y rellenar los espacios existentes entre las rocas, así mismo, tapar las fisuras que se encuentren en el talud. Los espesores de concreto varían de 5 a 15 cm. y se recomienda que no se emplee en alturas superiores a 4m,

debido no solo al aumento de costos, sino a la presencia de esfuerzos de flexión en la parte inferior del muro o dentro del cimiento.

Este tipo de estructuras, en ocasiones, no es la mejor solución para el problema de deslizamiento debido a que el concreto lanzado no impide completamente el deslizamiento, además de que éste es muy sensible al agrietamiento y fisuras; por tanto en muchos casos, se requiere que se refuerce con pernos o estructuras de anclaje, además se hace necesaria la instalación de lloraderos y drenes.

**Figura 12. Detalle de concreto Lanzado**



#### Muro o Pantalla Anclada:

Los muros o pantallas ancladas son estructuras muy parecidas a de las de concreto lanzado, la diferencia radica en que éstas están reforzadas por pernos o varillas ancladas en el talud.

Los muros anclados son utilizados “para prevenir el deslizamiento en zona suelta. Los muros anclados generalmente, incluyen el concreto lanzado para prevenir el movimiento de bloques en una zona fracturada y drenaje de penetración para

impedir la presión de poros del agua”<sup>22</sup>. Igualmente son recomendadas las pantallas ancladas de concreto lanzado, especialmente para la protección de taludes con altura superior a 10m, con pendientes superiores a 1V:1H. Los anclajes son generalmente varillas de ½” a 1 ½” de diámetro de acero roscadas en un extremo para la tuerca de tensionamiento y con ganchos soldados en el otro para la adherencia al bulbo de anclaje dentro del suelo.

**Figura 13. Detalle de Pantallas Ancladas**



**Fuente: Obras de Estabilización de taludes Construcción pantalla anclada Barrio San Gerardo (Registro Fotográfico). CDMB**

2.1.2.7.3 Malla Gavión: Este ítem indica acerca del tipo de malla por la que está compuesto el gavión estudiado. Se emplean diferentes tipos de malla del gavión los cuales pueden ser:

- ✚ Electrosoldada: consiste en la conformación de cuadrículas de igual espaciado en los dos sentidos unidos por medio de soldadura. Es económica y su conformación en campo es sencilla y fácil.

<sup>22</sup> SUAREZ DIAZ J. Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales. 1998

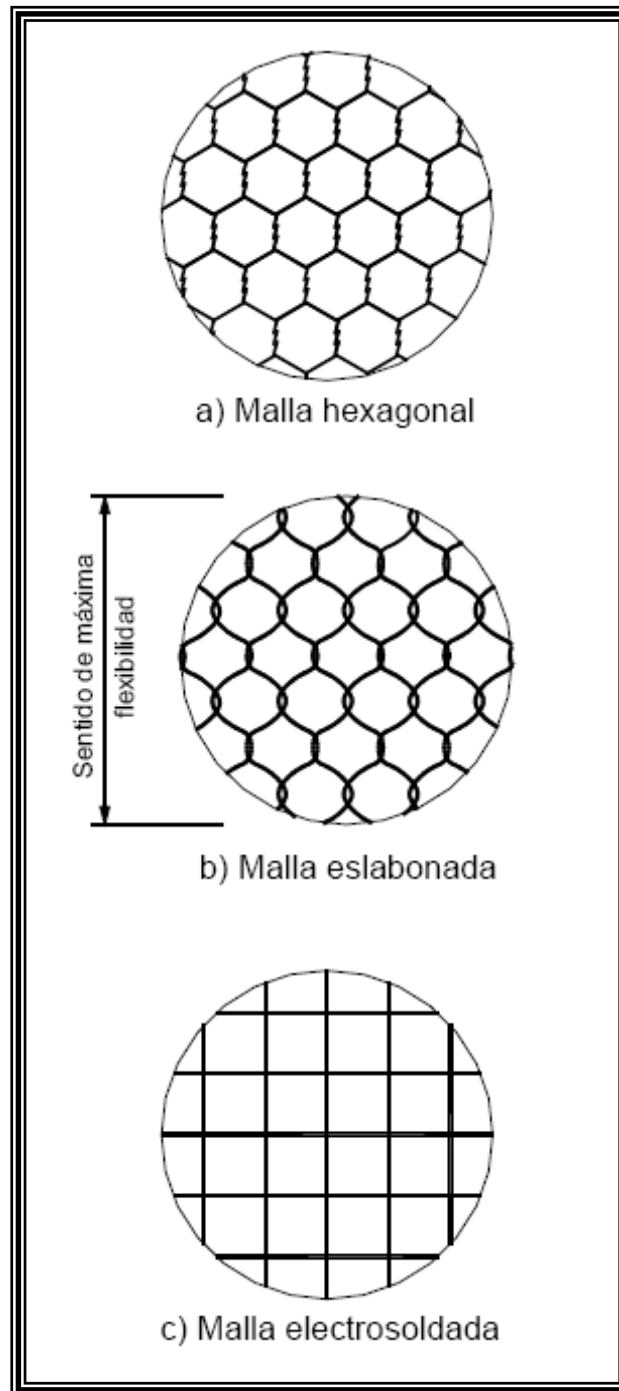
- ✚ Simple: La malla simple no tiene una unión rígida de los alambres, debido a que permite que los alambres puedan tener cierto desplazamiento relativo. “Para su construcción no se requieren equipos especiales pero su gran flexibilidad dificulta un poco su conformación en campo”<sup>23</sup>.
- ✚ Triple torsión: Es también llamada hexagonal debido a que tienen la forma de un hexágono, ésta malla permite tolerar esfuerzos en varias direcciones sin que se produzca la rotura, conservando una flexibilidad para movimientos en cualquier dimensión.
- ✚ Tensores: Es un tipo de refuerzo utilizado para que el gavión conserve su forma de caja, éstos se colocan dentro del gavión horizontalmente uniendo un extremo con el otro.
- ✚ Recubrimiento: No es ningún tipo de malla, el recubrimiento se refiere al concreto que se le agrega al gavión superficialmente con el fin de evitar la corrosión de la malla. La malla puede ser de cualquier tipo (simple, triple torsión o electrosoldada).

En la figura 14 se pueden apreciar los diferentes tipos de mallas utilizados en la construcción de gaviones.

---

<sup>23</sup> SUAREZ DIAZ J. Control de erosión en zonas tropicales.

Figura 14. Tipos de mallas utilizados en la construcción de gaviones



Fuente: Control de Erosión en zonas tropicales. Jaime Suárez Díaz

2.1.2.7.4 Estado Físico: Las mallas de los gaviones son susceptibles a la corrosión, por estar conformadas, generalmente, por alambre. Además se debe tener en cuenta que se debe utilizar alambre con resistencia a la tensión de 30 a 50 Kg/mm<sup>2</sup>, que no sean alambres rígidos y quebradizos. Debido a todos estos problemas que la malla del gavión puede tener se ha estudiado el estado físico de éstas en 3 parámetros, teniendo en cuenta la rotura y la corrosión, los cuales son: Buena, Regular o Mala

2.1.2.7.5 Requiere mantenimiento: Según el estado de la estructura de contención, se ha definido si requiere mantenimiento o no, el mantenimiento al que nos referimos en este libro es básicamente a la limpieza de la obra, a cambio o reparación de la malla de los gaviones, reparación de grietas, entre otras.

2.1.2.7.6 Efectividad: La efectividad es una medida cualitativa del funcionamiento de la obra para lo cual fue diseñada. El cual hemos clasificado como alta, media o baja, dependiendo del desempeño de la misma.

#### **2.1.2.8 Parámetros geométricos de la estructura:**

Los parámetros geométricos de la estructura que fueron tenidos en cuenta son el alto, el ancho y el espesor de la obra de arte. Los cuales fueron medidos en campo, los que eran asequibles y los otros determinados por planos o subjetivamente.



## **2.2 INVENTARIO DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTECNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB**

### **2.2.1 Formato de obras**

# SAN GERARDO



Figura 15: Formato de la obra MA1

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
FECHA VISITA:	10 de mayo _____	HORA:	8:10 am _____
RESPONSABLE:	Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León _____		
LOCALIZACION:	NORTE: <u>1.277.391,2</u> _____	ESTE:	<u>1.105.927,6</u> _____
NOMENCLATURA OBRA:	MA1: <u>13</u> _____	FOTOS No.	_____
DIRECCION:	Hacienda Real _____		
BARRIO:	San Gerardo 1 _____		
MUNICIPIO:	Bucaramanga _____		
CAÑADA:	LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA _____		
OBJETO VISITA:	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
CLIMA PREVIO A VISITA:	Lluvia el día anterior _____		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
TALUD:	<input checked="" type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/> ESTABLE	
ETAPA DE FALLA:	<input checked="" type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
DETERIORO:	<input checked="" type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
EROSION:	<input checked="" type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input checked="" type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
PENDIENTE:	<u>Vertical</u> _____	ALTO:	<u>20 m</u> _____
		ANCHO:	<u>80 m</u> _____
		A. INFILTRA:	<u>240 m2</u> _____
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
TIPO VEGETACION EXISTENTE:	<u>Rastrojo bajo y alto, árboles grandes en el talud y otros en el pie</u> _____		
ALTURA DE LA VEGETACION:	<u>0,5 , 4 ; 20</u> _____	ESPEJOR FOLLAJE:	<u>Altamente Denso</u> _____
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
CAMBIOS HIDROLOGICOS:	<input type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input checked="" type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input checked="" type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input checked="" type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input type="checkbox"/> GAVIONES
	<input checked="" type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: <u>10m</u>	ANCHO: <u>20m</u>	ESPESOR: <u>-----</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. Presenta Zanja de coronacion, Desagüe por tubería.			
2. 15 Anclajes aproximadamente cada 2.7 m Horizontales y cada 3 m verticales. En buen estado.			
3. En el pie del talud se observan bastantes árboles y plantas de plátano			
4. Se evidencia una zona crítica de 5 m en donde la distancia entre el escarpe principal y el muro que delimita el conjunto residencial es de tan solo 60 cm			



**Fotografía: 1, 2, 3**



**Obra:** Muro Anclado 1 (MA1)

**Fecha:** 10 de mayo de 2007

**Lugar:** Parte de Atrás Hacienda Real. Barrio San Gerardo 1.

**Observaciones:** Las fotografías muestran la obra MA1, en ellas se especifican la presencia de una zanja de coronación y un desagüe por tubería, así mismo, se nota claramente los anclajes de la obra y la vegetación presente en el pie del talud.

Figura 16: Formato de la obra CL1, MA2

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
<b>FECHA VISITA:</b>	<u>10 de mayo</u>	<b>HORA:</b>	<u>9:15 am</u>
<b>RESPONSABLE:</b>	<u>Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León</u>		
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> <u>1.277.284,8</u>	<b>ESTE:</b> <u>1.105.907,6</u>	
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	<u>CL1.MA2: 100</u>	<b>FOTOS No.</b>	<u>                    </u>
<b>DIRECCION:</b>	<u>Calle 63 # 15A-0</u>		
<b>BARRIO:</b>	<u>San Gerardo 1</u>		
<b>MUNICIPIO:</b>	<u>Bucaramanga</u>		
<b>CAÑADA:</b>	<u>LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA</u>		
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	<u>Luvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/> ESTABLE	
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input checked="" type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input checked="" type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b>	<u>Vertical</u>	<b>ALTO:</b> <u>12 - 15 m</u>	<b>ANCHO:</b> <u>80 m</u> <b>A. INFILTRA:</b> <u>-----</u>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>	<u>Rastrojo, arbustos y árboles grandes en el pie del talud y sobre este esporádicos</u>		
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b>	<u>1.0 m</u>	<b>ESPESOR FOLLAJE:</b>	<u>Poco Denso</u>
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input checked="" type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input checked="" type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input type="checkbox"/> GAVIONES
	<input checked="" type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input checked="" type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: <u>12m</u>	ANCHO: <u>40m</u>	ESPESOR: <u>-----</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. Se evidencia una erosión en cárcavas debido al golpeteo de las gotas de lluvia.			
2. Se observan gran cantidad de cultivos especialmente de plátano.			
3. A lo largo de todo el talud se pueden diferenciar 3 zonas: con lanzado, con muros anclados y sin protección.			
4. La separación aproximada entre los anclajes es de 3m.			
5. Se debe hacer un mantenimiento, como limpieza en toda la obra.			



**Fotografía: 4, 5, 6**



**Obra:** Concreto Lanzado 1, Muro Anclado 2 (CL1,MA2)

**Fecha:** 10 de mayo de 2007

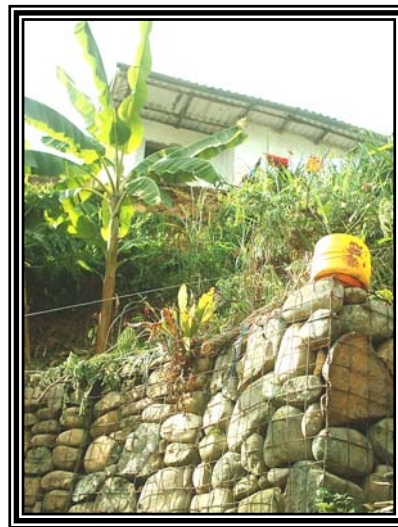
**Lugar:** Calle 63 # 15ª-0. Barrio San Gerardo 1

**Observaciones:** En la fotografía superior izquierda se muestran las obras CL1 y MA2, en la cual se nota la presencia de zonas en el talud de lanzado, de pantalla anclada, así como de zonas sin protección. En las otras fotografías se detallan los anclajes de la zona de pantalla anclada.

Figura 17: Formato de la obra MG1

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
FECHA VISITA:	10 de mayo _____	HORA:	9:55 am _____
RESPONSABLE:	Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León _____		
LOCALIZACION:	NORTE: <u>1.277.248,7</u>	ESTE:	<u>1.105.883,4</u>
NOMENCLATURA OBRA:	MG1: <u>54</u>	FOTOS No.	_____
DIRECCION:	Calle 63 # 15A-100 _____		
BARRIO:	San Gerardo 1 _____		
MUNICIPIO:	Bucaramanga _____		
CAÑADA:	LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA _____		
OBJETO VISITA:	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
CLIMA PREVIO A VISITA:	<u>Lluvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
TALUD:	<input checked="" type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/> ESTABLE	
ETAPA DE FALLA:	<input checked="" type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
DETERIORO:	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input checked="" type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
EROSION:	<input checked="" type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input checked="" type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
PENDIENTE:	<u>Casi vertical</u>	ALTO:	<u>6 m</u>
		ANCHO:	<u>10 m</u>
		A. INFILTRA:	<u>40 m<sup>2</sup></u>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
TIPO VEGETACION EXISTENTE:	<u>Rastrojo, arbustos y árboles grandes en el pie del talud, abundante maleza</u>		
ALTURA DE LA VEGETACION:	<u>1.0 m</u>	ESPEJOR FOLLAJE:	<u>Denso</u>
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
CAMBIOS HIDROLOGICOS:	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input checked="" type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input checked="" type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input type="checkbox"/> BUENO	<input checked="" type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: <u>2m</u>	ANCHO: <u>10m</u>	ESPESOR: <u>2m</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. En la pequeña zona plana arriba del gavión se observan plantas de platano y rastrojo bajo.			
2. La malla del gavion se encuentra en buen estado, en algunas partes se ve corroida pero no rota.			
3. En la corona del talud, junto al escarpe principal se encuentra una vivienda.			
4. Junto al gavion hay una descarga de escombros y basuras, provenientes de una construccion.			
5. A dos metros del pie del talud se encuentra una vivienda.			



**Fotografía: 7, 8, 9**



**Obra:** Muro en gaviones 1 (MG1)

**Fecha:** 10 de mayo de 2007

**Lugar:** Calle 63 # 15<sup>a</sup>-100. Barrio San Gerardo 1

**Observaciones:** En las fotografías 7,8 y 9 se definen algunas características de la estructura en gavión MG1, tales como la presencia de vegetación, en la parte superior de la obra de arte y de viviendas tanto en la parte superior como en el pie de ésta obra. De igual manera se observa una descarga de escombros hacia el gavión, para lo cual se sugiere limpieza de la estructura.

Figura 18: Formato de la obra MG2

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
<b>FECHA VISITA:</b>	<u>10 de mayo</u>	<b>HORA:</b>	<u>10:30 am</u>
<b>RESPONSABLE:</b>	<u>Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León</u>		
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> <u>1.276.985,9</u>	<b>ESTE:</b> <u>1.105.693,4</u>	
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	<u>MG2: 56A</u>	<b>FOTOS No.</b>	<u>                    </u>
<b>DIRECCION:</b>	<u>Calle 63B # 14A-57</u>		
<b>BARRIO:</b>	<u>San Gerardo 1</u>		
<b>MUNICIPIO:</b>	<u>Bucaramanga</u>		
<b>CAÑADA:</b>	<u>LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA</u>		
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	<u>Luvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/> ESTABLE	
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b>	<u>Semi-horizontal</u>	<b>ALTO:</b> <u>---- m</u>	<b>ANCHO:</b> <u>20 m</u> <b>A. INFILTRA:</b> <u>120m2</u>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>	<u>Rastrojo bajo y medio y algunos arbustos bajos.</u>		
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b>	<u>0.5 m</u>	<b>ESPESOR FOLLAJE:</b>	<u>Muy Denso</u>
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENEOS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input checked="" type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: <u>2m</u>	ANCHO: <u>20m</u>	ESPEJOR: <u>2m</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. Se observa gran cantidad de vegetación sobre el talud y sobre el gavión.			
2. En la parte inferior de la obra se encuentra un paso peatonal y algunos árboles de mediana altura.			
3. Hacia la parte superior del talud se encuentra otra zona de gaviones.			
4. Se requiere mantenimiento de la estructura, mantener la cobertura vegetal en buenas condiciones, podarla.			



**Fotografía: 10, 11, 12**



**Obra:** Muro en gaviones 2 (MG2)

**Fecha:** 10 de mayo de 2007

**Lugar:** Calle 63B # 14<sup>a</sup>-57. Barrio San Gerardo 1

**Observaciones:** En las fotografías se detalla la estructura en gavión MG2, las cuales muestran una gran presencia de vegetación sobre el talud, para lo cual se sugiere mantenimiento, de igual manera se aprecia un paso peatonal hacia la parte inferior de la obra, al igual que otra obra en gaviones en la parte superior.

Figura 19: Formato de la obra MG3

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
<b>FECHA VISITA:</b>	<u>10 de mayo</u>	<b>HORA:</b>	<u>11:10 am</u>
<b>RESPONSABLE:</b>	<u>Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León</u>		
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> <u>1.276.991,1</u>	<b>ESTE:</b> <u>1.105.691,3</u>	
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	<u>MG3: 56A</u>	<b>FOTOS No.</b>	<u>                    </u>
<b>DIRECCION:</b>	<u>Calle 63B # 14A-57</u>		
<b>BARRIO:</b>	<u>San Gerardo 1</u>		
<b>MUNICIPIO:</b>	<u>Bucaramanga</u>		
<b>CAÑADA:</b>	<u>LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA</u>		
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	<u>Luvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/> ESTABLE	
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input checked="" type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b>	<u>Vertical</u>	<b>ALTO:</b> <u>7-8 m</u>	<b>ANCHO:</b> <u>26 m</u>
			<b>A. INFILTRA:</b> <u>130m2</u>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>	<u>Rastrojo bajo y medio.</u>		
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b>	<u>0.2m</u>	<b>ESPESOR FOLLAJE:</b>	<u>Poco Denso</u>
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input checked="" type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input checked="" type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: <u>5m</u>	ANCHO: <u>26m</u>	ESPESOR: <u>5m</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. La vegetación que se observa es escasa y se localiza hacia el pie del talud, sobre los gaviones.			
2. Las viviendas localizadas en la corona del talud, tienen en promedio 1m de casa cimentada en el aire, debido a que el talud se encuentra bastante erosionado y como solución a esto, han prolongado las columnas de las casas .			
3. Al gavión le hace falta mantenimiento, se encuentra una gran cantidad de rastrojo sobre éste.			
4. Algunos de los dueños de las viviendas han utilizado plásticos negros para proteger el talud del agua lluvia y así evitar que se siga erosionando.			



**Fotografía: 13, 14, 15**

**Obra:** Muro en gaviones 3 (MG3)

**Fecha:** 10 de mayo de 2007



**Lugar:** Calle 63B # 14<sup>a</sup>-57. Barrio San Gerardo 1

**Observaciones:** En las fotografías se puede observar tanto la estructura en gaviones como el talud sobre ésta, el cual se muestra bastante erosionado, en donde las casas cimentadas sobre él tienen una porción de las mismas fuera del talud, de igual manera se puede apreciar los plásticos utilizados por la comunidad para proteger el talud de la lluvia y de esta forma mitigar la erosión.

# LAURELES



Figura 20. Formato de la obra MCC1

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
<b>FECHA VISITA:</b>	<u>17 de mayo</u>	<b>HORA:</b>	<u>11:50 am</u>
<b>RESPONSABLE:</b>	<u>Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León</u>		
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> <u>1.276.910,2</u>	<b>ESTE:</b>	<u>1.105.634,00</u>
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	<u>MCC1; 58 - A</u>		<b>FOTOS No.</b> _____
<b>DIRECCION:</b>	<u>Carrera 14# 63-22</u>		
<b>BARRIO:</b>	<u>Laureles</u>		
<b>MUNICIPIO:</b>	<u>Bucaramanga</u>		
<b>CAÑADA:</b>	<u>LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA</u>		
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	<u>Luvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/> ESTABLE	
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b> _____	<b>ALTO:</b> _____	<b>ANCHO:</b> _____	<b>A. INFILTRA:</b> _____
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b> _____			
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b> _____		<b>ESPESOR FOLLAJE:</b> _____	
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

VIBRACIONES:  MAQUINAS  VIAS  CONSTRUCCION

CAMB. COBERTURA VEGE:  AGRICULTURA  PASTOREO  TALA DE ARBOLES

MOD. USO DEL SUELO

CAMB. OTROS FACTORES:  NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD  TAL PASO PEATONAL

**5. CONTROL DE AGUAS**

DRENAJE SUPERFICIAL:  CANAL DE CORONA  CANAL INTERMEDIO  CANAL DE PIE

DRENAJE SUBTERRANEO:  DREN DE ZANJA  DREN H. PENETRACION  PANTALLA DRENAJE

SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

**6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE**

ESTADO:  PLANTEADA  EN ESTUDIO  DISEÑADA

PROGRAMADA  EN CONSTRUCCION  CONSTRUIDA

SUSPENDIDA  EN MANTENIMIENTO

TIPO DE ESTRUCTURA:  CON. REFORZADO  CON. CICLOPEO  GAVIONES

MURO ANCLADO  CON. LANZADO

MALLA GAVION:  ELECTROSOLDADA  SIMPLE  TRIPLE TORSION

TENSORES  RECUBRIMIENTO

ESTADO FISICO:  BUENO  REGULAR  MALO

REQUIERE MANTENIMIENTO:  SI  NO

EFFECTIVIDAD:  ALTA  MEDIA  BAJA

**7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA**

ALTO: 2m

ANCHO: 8m

ESPESOR: 0.3m - 0.7m

**8. OBSERVACIONES:**

1. El muro se encuentra en buen estado, no se observan grietas en la estructura. Al parecer el colapso de las viviendas a ocurrido por una mala cimentación de las mismas y por efectos globales.

2. Se pueden observar lloraderos en el muro.

3. Ladera arriba del muro en concreto ciclopeo se puede apreciar una gran cantidad de viviendas de uno y dos pisos estas viviendas se encuentran en muy mal estado, algunas completamente agrietadas por movimientos del terreno.

4. El muro es de aproximadamente 8 años de antigüedad.

5. Se debe realizar una limpieza de los escombros de las viviendas colapsadas.



**Fotografía:** 16, 17, 18



**Obra:** Muro en concreto ciclópeo 1 (MCC1)

**Fecha:** 17 de mayo de 2007

**Lugar:** Carrera 14 # 63-22. Barrio Laureles

**Observaciones:** En las fotografías se observa el muro en concreto ciclópeo 1, el cual aparentemente se encuentra en buen estado. Se evidencia el derrumbe de casas junto a éste, sin embargo, no es por efectividad nula del muro, sino debido a mala cimentación de las mismas. El muro presenta lloraderos y se sugiere limpieza del material de escombros que es descargado sobre la estructura.

Figura 21: Formato de la obra MCC2

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
<b>FECHA VISITA:</b>	17 de mayo	<b>HORA:</b>	12:30 am
<b>RESPONSABLE:</b>	Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León		
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> 1.276.878,2	<b>ESTE:</b> 1.105.624,4	
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	MCC2: 58 - B	<b>FOTOS No.</b>	
<b>DIRECCION:</b>	Carrera 14# 63-20		
<b>BARRIO:</b>	Laureles		
<b>MUNICIPIO:</b>	Bucaramanga		
<b>CAÑADA:</b>	LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA		
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	Luvia el día anterior		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/> ESTABLE	
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b>	_____	<b>ALTO:</b> _____	<b>ANCHO:</b> _____ . <b>A. INFILTRA:</b> _____
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>	_____		
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b>	_____	<b>ESPESOR FOLLAJE:</b>	_____
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input checked="" type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input checked="" type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: 3m	ANCHO: <u>6m</u>	ESPESOR: <u>0.5m - 1m</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. Es una obra de difícil acceso, de ahí que las medidas no son tan exactas y la toma de fotos se hizo con dificultad.			
2. Necesita mantenimiento, como limpieza de toda la maleza, así como de los escombros.			
3. Se puede observar lloraderos en el muro.			



**Fotografía: 19, 20**



**Obra:** Muro en concreto ciclópeo 2 (MCC2)

**Fecha:** 17 de mayo de 2007

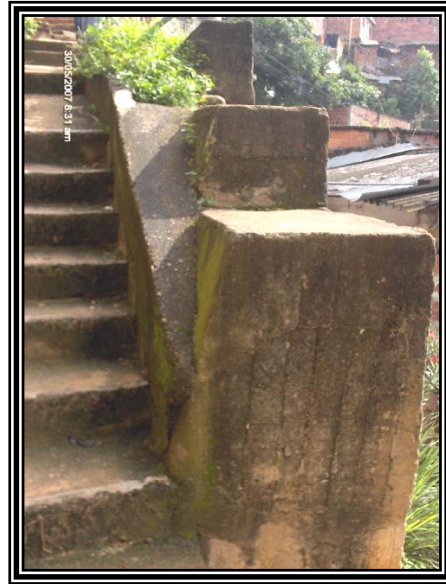
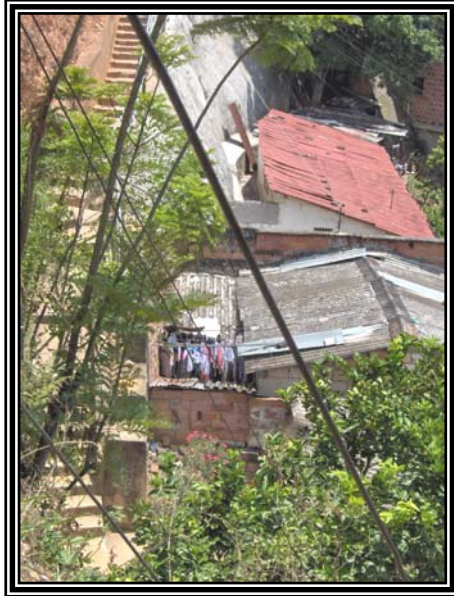
**Lugar:** Carrera 14 # 63-20. Barrio Laureles

**Observaciones:** El mostrado es una muro en concreto ciclópeo, el cual se encuentra bastante cubierto por vegetación, de ahí la dificultad para la toma de las fotografías. Igualmente se observan los desagües a través de los lloraderos en la estructura. Se sugiere mantenimiento, como la limpieza de la maleza en la estructura de protección del talud.

**Figura 22: Formato de la obra MCC3**

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
<b>FECHA VISITA:</b>	17 de mayo _____	<b>HORA:</b>	11:00 am _____
<b>RESPONSABLE:</b>	Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León _____		
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> 1.276.875,9 _____	<b>ESTE:</b>	1.105.605,4 _____
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	MCC3: 63 _____	<b>FOTOS No.</b>	_____
<b>DIRECCION:</b>	Carrera 14# 63-30 _____		
<b>BARRIO:</b>	Laureles _____		
<b>MUNICIPIO:</b>	Bucaramanga _____		
<b>CAÑADA:</b>	LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA _____		
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	Lluvia el día anterior _____		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/> ESTABLE	
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input checked="" type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input checked="" type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b>	Vertical _____	<b>ALTO:</b>	7 m _____
		<b>ANCHO:</b>	5 m _____
		<b>A. INFILTRA:</b>	30 m <sup>2</sup> _____
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>	_____		
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b>	_____	<b>ESPEJOR FOLLAJE:</b>	_____
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input checked="" type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input checked="" type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input checked="" type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCION		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCION O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input checked="" type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: <u>2.5 - 3.5m</u>	ANCHO: <u>3.7m</u>	ESPESOR: <u>0.6m - 1.1m</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. Este Muro en Concreto Ciclópeo fue construido como protección a la peatonal.			
2. Es un muro en concreto ciclópeo, construido en escalera con alturas de 2.5m, 3.0m y 3.5m.			
3. Se puede observar la división entre las zonas de limos rojos y el miembro gravoso.			
4. En la parte intermedia del talud arriba del muro se encuentra una escalera y en la corona del mismo se observa una canaleta para la recolección de las aguas lluvias.			
5. En la zona abajo de la obra se encuentran ubicadas una serie de viviendas con problemas de agrietamientos por deslizamiento y otras ya colapsadas.			



**Fotografía: 21, 22, 23**

**Obra:** Muro en concreto ciclópeo 3 (MCC3)

**Fecha:** 17 de mayo de 2007

**Lugar:** Carrera 14 # 63-30. Barrio Laureles

**Observaciones:** El muro en concreto ciclópeo mostrado, el cual se encuentra rodeado por varias viviendas y al parecer fue construido como protección a la peatonal, que es el paso (escaleras) que se encuentran detrás de él.



<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input checked="" type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input checked="" type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input checked="" type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: <u>2.4 m</u>	ANCHO: <u>9.5 m</u>	ESPESOR: <u>0.4m - 0.8m</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. Se observa la presencia de un antiguo lanzado en una zona del talud, pero éste se encuentra deteriorado.			
2. En la corona del talud, se encuentra construido un paso peatonal con una pequeña cuneta, al parecer agrietada y de poca efectiva.			
3. Se encuentra un gran número de casas de 2 pisos rodeando la obra.			
4. El talud esta totalmente desprotegido, no se observa vegetación alguna.			



**Fotografía: 24, 25**



**Obra:** Muro en concreto ciclópeo 4 (MCC4)

**Fecha:** 17 de mayo de 2007

**Lugar:** Carrera 14 # 63-20. Barrio Laureles

**Observaciones:** En las fotografías se observa el muro en concreto ciclópeo 4 y el talud que es soportado por éste, el cual se aprecia bastante erosionado y sin presencia alguna de vegetación. En lo referente a la estructura de contención se observa un paso peatonal (escaleras) en la parte superior a ésta.

Figura 24: Formato de la obra MCC5

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDME Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
FECHA VISITA:	17 de mayo	HORA:	9:05 am
RESPONSABLE:	Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León		
LOCALIZACION:	NORTE: 1.276.897,3	ESTE:	1.105.633,4
NOMENCLATURA OBRA:	MCC5: 66	FOTOS No.	
DIRECCION:	Carrera 14# 86-03		
BARRIO:	Laureles		
MUNICIPIO:	Bucaramanga		
CAÑADA:	LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA		
OBJETO VISITA:	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
CLIMA PREVIO A VISITA:	Lluvia el día anterior		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
TALUD:	<input checked="" type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/> ESTABLE	
ETAPA DE FALLA:	<input checked="" type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
DETERIORO:	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
EROSION:	<input checked="" type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
PENDIENTE:	Vertical	ALTO:	5 m
		ANCHO:	7m
		A. INFILTRA:	-----
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
TIPO VEGETACION EXISTENTE:	Plátano, Aguacate, Guanabana.		
ALTURA DE LA VEGETACION:	3m	ESPESOR FOLLAJE:	Denso
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
CAMBIOS HIDROLOGICOS:	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input checked="" type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input checked="" type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: <u>2 m</u>	ANCHO: <u>14 m</u>	ESPESOR: <u>0.3 - 0.7m</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. El talud presenta un recubrimiento en piedra para controlar la infiltración.			
2. Se hizo un realce en ladrillo para construir la canaleta para recolección de aguas, las cuales son tomadas por tuberías y entregadas a la canaleta del pie de la obra.			
3. Presencia de casas en el pie y en la corona del talud.			
4. La obra tiene aproximadamente 20 años de construída.			



**Fotografía: 26, 27**



**Obra:** Muro en concreto ciclópeo 5 (MCC5)

**Fecha:** 17 de mayo de 2007

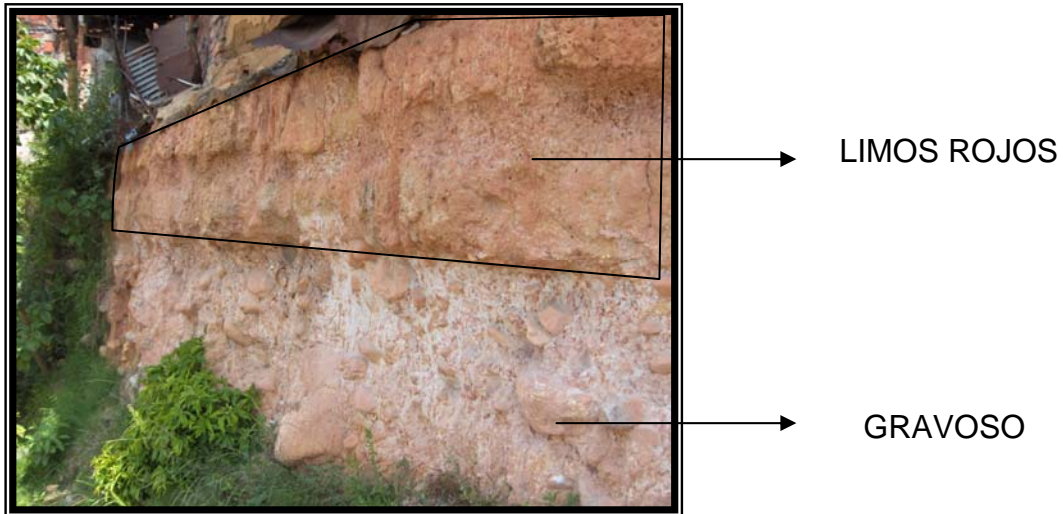
**Lugar:** Carrera 14 # 86-03. Barrio Laureles

**Observaciones:** Las fotografías muestran un muro en concreto ciclópeo, en la fotografía superior se observa el muro con la tubería de desagüe, así como el canal de pie sobre la obra de arte y en la fotografía inferior, se observa el empedrado el cual esta recubriendo el talud y el canal de recolección de las aguas en la cabeza de la obra.

Figura 25: Formato de la obra MCC6

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
<b>FECHA VISITA:</b>	<u>17 de mayo</u>	<b>HORA:</b>	<u>8:30 am</u>
<b>RESPONSABLE:</b>	<u>Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León</u>		
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> <u>1.276.910,2</u>	<b>ESTE:</b> <u>1.105.627,1</u>	
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	<u>MCC6: 101</u>	<b>FOTOS No.</b>	<u>                    </u>
<b>DIRECCION:</b>	<u>Carrera 14 # 63A - 22</u>		
<b>BARRIO:</b>	<u>Laureles</u>		
<b>MUNICIPIO:</b>	<u>Bucaramanga</u>		
<b>CAÑADA:</b>	<u>LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA</u>		
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	<u>Luvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/> ESTABLE	
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b>	<u>Vertical</u>	<b>ALTO:</b> <u>4 m</u>	<b>ANCHO:</b> <u>20m</u> <b>A. INFILTRA:</b> <u>-----</u>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>	<u>Yuca, Café, Aguacate, Rastrojo</u>		
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b>	<u>2m</u>	<b>ESPESOR FOLLAJE:</b>	<u>Denso</u>
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input checked="" type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input checked="" type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input checked="" type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: <u>3.0m</u>	ANCHO: <u>6.0 m</u>	ESPESOR: <u>0.35m - 0.7m</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. Esta obra fue construida para proteccion peatonal y de las viviendas ladera abajo.			
2. El talud arriba del muro consta de una parte completamente vertical en donde no se observa nada de vegetación y una muy pequeña zona con una pendiente alta pero que permite que se tengan arboles de platano y aguacate.			
3. En el borde de la corona del talud hay presencia de viviendas.			
4. En la zona vertical del talud se puede apreciar la estratigrafia de la zona, es decir, se puede ver la capa de limos rojos y la del miembro gravoso.			



**Fotografía: 28, 29, 30**



**Obra:** Muro en concreto ciclópeo 6 (MCC6)

**Fecha:** 17 de mayo de 2007

**Lugar:** Carrera 14 # 63ª-22. Barrio Laureles

**Observaciones:** Estas fotografías detallan el muro en concreto ciclópeo MCC5, el cual fue creado como protección al paso peatonal y a las viviendas ladera abajo. En lo referente al talud, se puede apreciar que el talud se encuentra completamente descubierto (sin vegetación) y se nota claramente la diferencia de los estratos del suelo, capa de limos rojos y de miembro gravoso.

Figura 26: Formato de la obra CL2

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
<b>FECHA VISITA:</b>	17 de mayo	<b>HORA:</b>	9:50 am
<b>RESPONSABLE:</b>	Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León		
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> 1.276.897,5	<b>ESTE:</b>	1.105.604,9
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	CL2: 67	<b>FOTOS No.</b>	
<b>DIRECCION:</b>	Carrera 14 con Calle 63		
<b>BARRIO:</b>	Laureles		
<b>MUNICIPIO:</b>	Bucaramanga		
<b>CAÑADA:</b>	LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA		
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	EVALUACION
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	Luvia el día anterior		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/>	ESTABLE
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/>	POR AFLORAMIENTO
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b>	_____	<b>ALTO:</b>	_____
		<b>ANCHO:</b>	_____
		<b>A. INFILTRA:</b>	_____
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>	_____		
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b>	_____	<b>ESPESOR FOLLAJE:</b>	_____
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/>	NEGLIGENCIA

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD	<input checked="" type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL	
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input checked="" type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCION		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCION O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input checked="" type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: <u>7 - 8m</u>	ANCHO: <u>25m</u>	ESPESOR: <u>0.05m</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. En la corona del talud existe un canal para la recolección de las aguas lluvias, pero la disposición final del agua no se realiza correctamente			
2. En el pie del talud se puede apreciar lo que parece ser un gavión recubierto, pero no se pudo obtener información más detallada que confirmara lo anterior, por su difícil acceso, ya que se encuentra en el interior de una vivienda.			
3. El lanzado se encuentra agrietado en varias zonas, algunas de ellas recubiertas por algún aditivo sellante, por lo anterior se recomienda realizarle mantenimiento.			
4. Junto al gavión en el pie del talud, se encuentran viviendas de uno y dos pisos, algunas agrietadas.			



**Fotografía: 31, 32**

**Obra:** Concreto Lanzado 2 (CL2)

**Fecha:** 17 de mayo de 2007



**Lugar:** Carrera 14 con Calle 13. Barrio Laureles

**Observaciones:** Esta es una obra de contención realizada en Concreto Lanzado, en la cual se puede observar claramente la presencia de un paso peatonal en la parte superior de la obra, así mismo, es importante mencionar que el lanzado presenta grietas en algunas zonas, algunas de las cuales están recubiertas por algún aditivo sellante, indicando de ésta manera la necesidad de mantenimiento de la estructura.

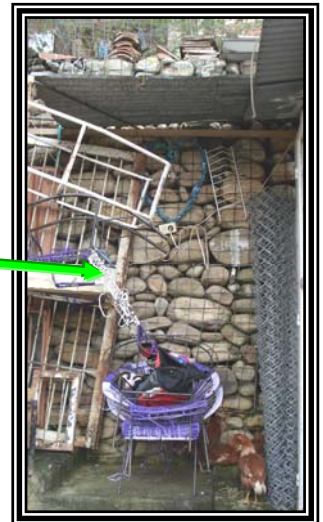
# COLOMBIA



Figura 27: Formato de la obra MG4

<b>EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA                      CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE                      LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA</b>			
			
<b>FECHA VISITA:</b>	<u>24 de mayo</u>	<b>HORA:</b>	<u>10:10 a.m.</u>
<b>RESPONSABLE:</b>	<u>Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León</u>		
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> <u>1.276.725,7</u>	<b>ESTE:</b> <u>1.105.562,6</u>	
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	<u>MG4: 40</u>	<b>FOTOS No.</b>	<u>                    </u>
<b>DIRECCION:</b>	<u>Carrera 3# 65C-29</u>		
<b>BARRIO:</b>	<u>Colombia</u>		
<b>MUNICIPIO:</b>	<u>Bucaramanga</u>		
<b>CAÑADA:</b>	<u>LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA</u>		
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	<u>Lluvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input type="checkbox"/> FALLADO	<input checked="" type="checkbox"/> ESTABLE	
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b> <u>                    </u>	<b>ALTO:</b> <u>                    </u>	<b>ANCHO:</b> <u>                    </u>	<b>A. INFILTRA:</b> <u>                    </u>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>	<u>Rastrojo bajo</u>		
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b>	<u>0.2 m</u>	<b>ESPESOR FOLLAJE:</b>	<u>Altamente Denso</u>
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input checked="" type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input checked="" type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCION		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCION O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input checked="" type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: 5m	ANCHO: <u>6m</u>	ESPESOR: <u>2m</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. Este gavión se encuentra ubicado en una zona colmada de viviendas e inclusive se observa una de ellas			
construida muy cerca de la parte superior de la obra, lo que al parecer hace que se genere sobre el muro			
esfuerzos verticales que no son tolerados por este tipo de estructura de contención, lo que a su vez pone en			
peligro a la comunidad.			
2. Se recomienda realizar limpieza, cortar la maleza y quitar los elementos ajenos a la estructura tal y como se			
aprecia en las fotos.			



**Fotografía: 33, 34, 35**



**Obra:** Muro en gaviones 4 (MG4)

**Fecha:** 24 de mayo de 2007

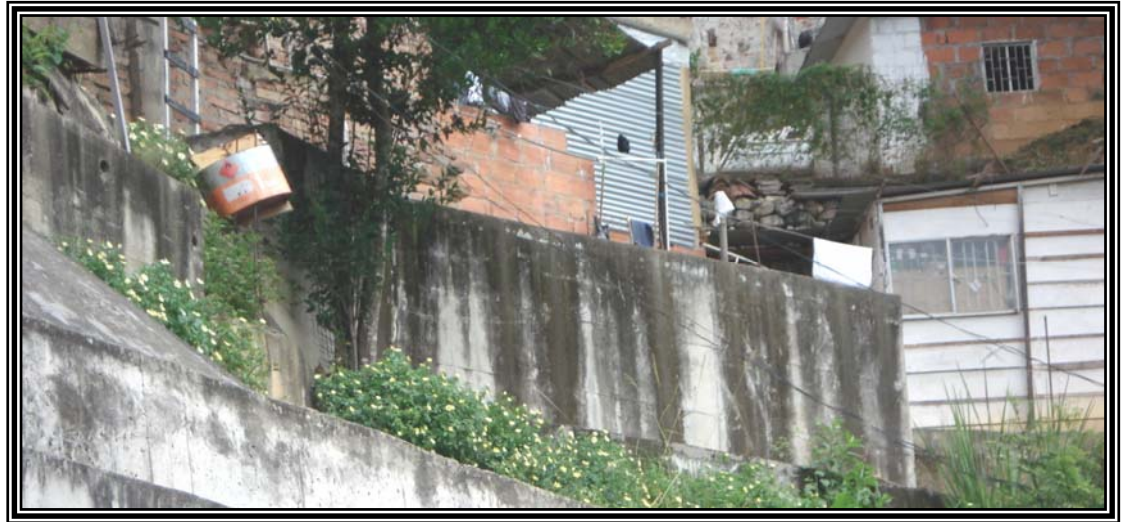
**Lugar:** Carrera 3 # 65c - 29. Barrio Colombia

**Observaciones:** En las fotografías se puede observar la casa sobre el gavión, así mismo la cantidad de elementos externos al gavión que son soportados por éste.

Figura 28: Formato de la obra MG5

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
<b>FECHA VISITA:</b>	<u>24 de mayo</u>	<b>HORA:</b>	<u>10:45 a.m.</u>
<b>RESPONSABLE:</b>	<u>Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León</u>		
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> <u>1.276.716,1</u>	<b>ESTE:</b> <u>1.105.563,8</u>	
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	<u>MG5: 41</u>	<b>FOTOS No.</b>	<u>                    </u>
<b>DIRECCION:</b>	<u>Carrera 3# 65C-29</u>		
<b>BARRIO:</b>	<u>Colombia</u>		
<b>MUNICIPIO:</b>	<u>Bucaramanga</u>		
<b>CAÑADA:</b>	<u>LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA</u>		
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	<u>Lluvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/> ESTABLE	
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b> <u>                    </u>	<b>ALTO:</b> <u>                    </u>	<b>ANCHO:</b> <u>                    </u>	<b>A. INFILTRA:</b> <u>                    </u>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>	<u>Rastrojo bajo</u>		
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b>	<u>0.15 m</u>	<b>ESPESOR FOLLAJE:</b>	<u>Altamente Denso</u>
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input checked="" type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input checked="" type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input checked="" type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input checked="" type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: 3.2m	ANCHO: 8.5m	ESPESOR: 2m	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. En el costado derecho del talud existe un pequeño lanzado.			
2. En la corona del talud se encuentra gran cantidad de viviendas y en el pie se encuentran más obras, razón por la cual no se pudo evaluar el talud.			
3. La comunidad toma los gaviones para construir sobre éstos sus viviendas, lo cual genera cargas verticales que este tipo de obras no son aptas para resistir.			
4. El recubrimiento de los gaviones es de aproximadamente 20 cm.			



**Fotografía: 36, 37, 38**

**Obra:** Muro en gaviones 5 (MG5)

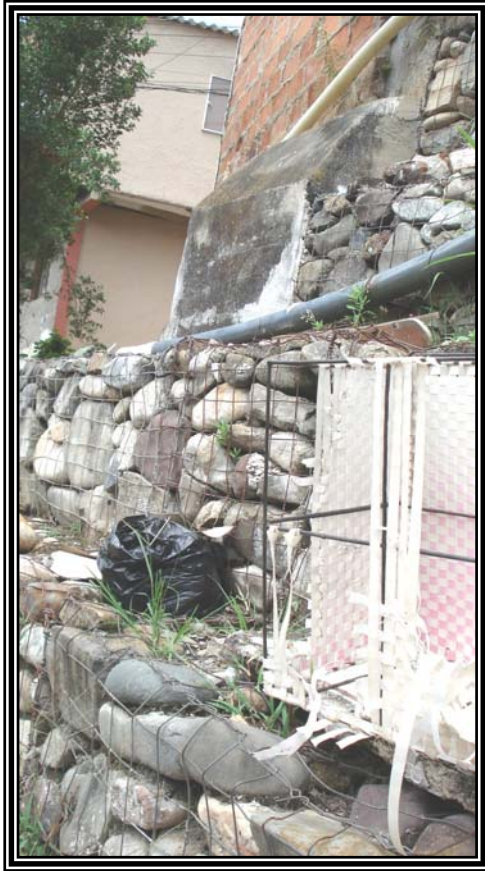
**Fecha:** 24 de mayo de 2007

**Lugar:** Carrera 3 # 65c - 29. Barrio Colombia

**Observaciones:** En las fotografías se puede observar un lechado en el costado izquierdo de la obra de arte, de igual manera la construcción de una vivienda sobre el muro en gaviones el cual es recubierto por concreto. No se puede estudiar el talud debido a la cantidad de viviendas que se encuentran sobre éste.



<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCION		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCION O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input checked="" type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input type="checkbox"/> ALTA	<input checked="" type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: 5.5 m	ANCHO: <u>5 m</u>	ESPEJOR: <u>4 m</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. La obra requiere de reparaciones importantes en la malla, ya que esta se encuentra bastante corroída, con muchos puntos de unión sin soldadura y rota en varias partes.			
2. Se observa una gran cantidad de basuras y de objetos ajenos a la estructura que deben ser removidos.			
3. Existe una casa construida justo arriba de la obra que presenta pequeñas grietas.			



**Fotografía: 39, 40, 41, 42**



**Obra:** Muro en gaviones 6 (MG6)

**Fecha:** 31 de mayo de 2007

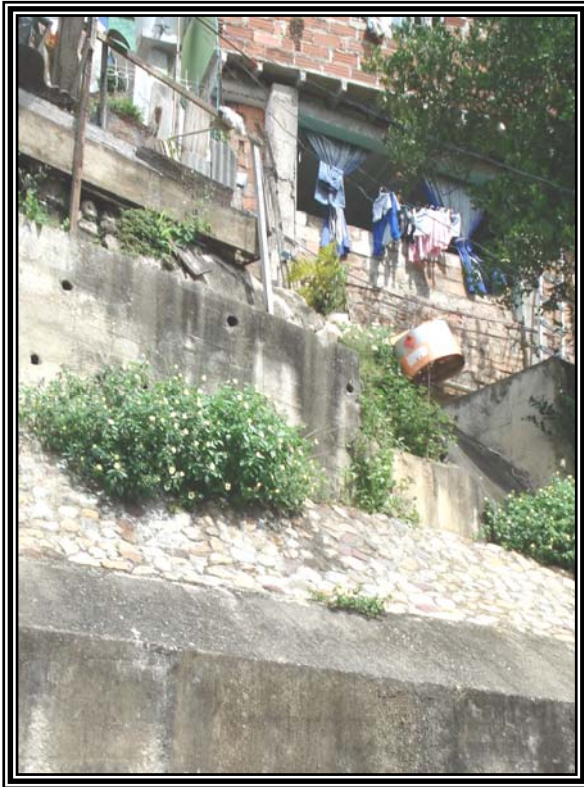
**Lugar:** Carrera 3 # 65c - 93. Barrio Colombia

**Observaciones:** Las fotografías muestran claramente la descarga de basuras que se realizan sobre el talud, el deterioro de las mallas del gavión, en donde en ocasiones se encuentra totalmente rota y corroída, de la misma manera se muestra los tubos de desagüe que se soportan sobre el gavión.

Figura 30: Formato de la obra MG7

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
FECHA VISITA:	<u>24 de mayo</u>	HORA:	<u>11:20 a.m.</u>
RESPONSABLE:	<u>Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León</u>		
LOCALIZACION:	NORTE: <u>1.276.714,3</u>	ESTE: <u>1.105.571,3</u>	
NOMENCLATURA OBRA:	<u>MG7; 43</u>	FOTOS No.	<u>                    </u>
DIRECCION:	<u>Carrera 3# 65C-93</u>		
BARRIO:	<u>Colombia</u>		
MUNICIPIO:	<u>Bucaramanga</u>		
CAÑADA:	<u>LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA</u>		
OBJETO VISITA:	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
CLIMA PREVIO A VISITA:	<u>Lluvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
TALUD:	<input type="checkbox"/> FALLADO	<input checked="" type="checkbox"/> ESTABLE	
ETAPA DE FALLA:	<input type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
DETERIORO:	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
EROSION:	<input type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
PENDIENTE:	<u>1H : 3V</u>	ALTO: <u>2.5</u>	ANCHO: <u>16</u> . A. INFILTRA: <u>20m2</u>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
TIPO VEGETACION EXISTENTE:	<u>Rastrojo</u>		
ALTURA DE LA VEGETACION:	<u>25cm</u>	ESPESOR FOLLAJE:	<u>Denso</u>
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
CAMBIOS HIDROLOGICOS:	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input checked="" type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input checked="" type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: 6 - 8 m _____	ANCHO: 25 m _____	ESPESOR: Variable _____	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. Esta obra consta de un conjunto de gaviones de distintas dimensiones que forman una gran estructura de contención.			
2. Se encontró un muro en concreto ciclopeo con dimensiones 1.5m de alto, 3m de ancho y 0.4m y 0.7m de espesor en la parte superior e inferior respectivamente y que sirve como soporte para una de las viviendas de la zona, esta estructura no fue construida por la CDMB.			
3. En algunas zonas de los taludes arriba de las obras se puede observar un recubrimiento.			
4. Los gaviones tiene tuberías de desagüe (lloraderos).			



**Fotografía: 43, 44, 45**



**Obra:** Muro en gaviones 7 (MG7)

**Fecha:** 24 de mayo de 2007

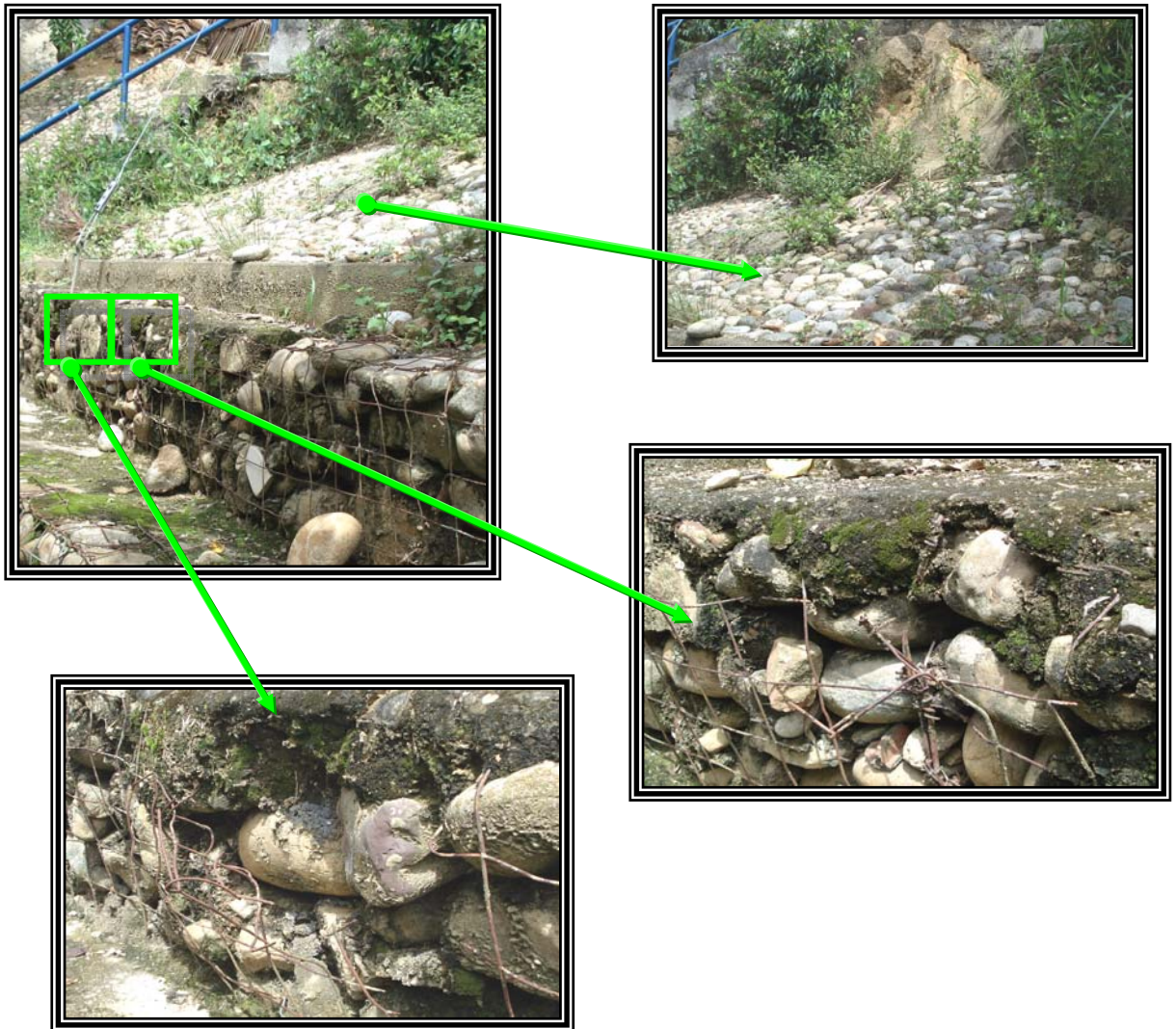
**Lugar:** Carrera 3 # 65c - 93. Barrio Colombia

**Observaciones:** En las fotografías se observa un muro en gaviones recubierto, el cual posee lloraderos que sobresalen del recubrimiento, de igual manera se puede ver un muro en concreto ciclópeo construido en la parte superior de la obra, de igual forma la fotografía izquierda muestra la carga vertical que está soportando el gavión nombrado como MG7.

Figura 31: Formato de la obra MG8

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDME Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
<b>FECHA VISITA:</b>	<u>31 de mayo</u>	<b>HORA:</b>	<u>09:35 a.m.</u>
<b>RESPONSABLE:</b>	<u>Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León</u>		
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> <u>1.276.688,1</u>	<b>ESTE:</b> <u>1.105.591,9</u>	
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	<u>MG8; 44</u>	<b>FOTOS No.</b>	<u>                    </u>
<b>DIRECCION:</b>	<u>Carrera 3# 65C-87</u>		
<b>BARRIO:</b>	<u>Colombia</u>		
<b>MUNICIPIO:</b>	<u>Bucaramanga</u>		
<b>CAÑADA:</b>	<u>LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA</u>		
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	<u>Lluvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input type="checkbox"/> FALLADO	<input checked="" type="checkbox"/> ESTABLE	
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b>	<u>1H: 1V</u>	<b>ALTO:</b> <u>1.5m</u>	<b>ANCHO:</b> <u>7m</u> . <b>A. INFILTRA:</b> <u>16m<sup>2</sup></u>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>	<u>Algo de Maleza</u>		
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b>	<u>0.1m</u>	<b>ESPESOR FOLLAJE:</b>	<u>Muy poco denso</u>
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input checked="" type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input checked="" type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCION		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCION O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input checked="" type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input type="checkbox"/> ALTA	<input checked="" type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: 1.5 m _____	ANCHO: 7 m _____	ESPEJOR: 1m _____	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. La obra cuenta con un canal de pie que recoge la aguas de escorrentía.			
2. La malla se encuentra muy deteriorada con zonas completamente destruidas.			
3. Se observa un recubrimiento en el talud arriba de la obra.			



**Fotografía:** 46, 47, 48, 49

**Obra:** Muro en gaviones 8 (MG8)

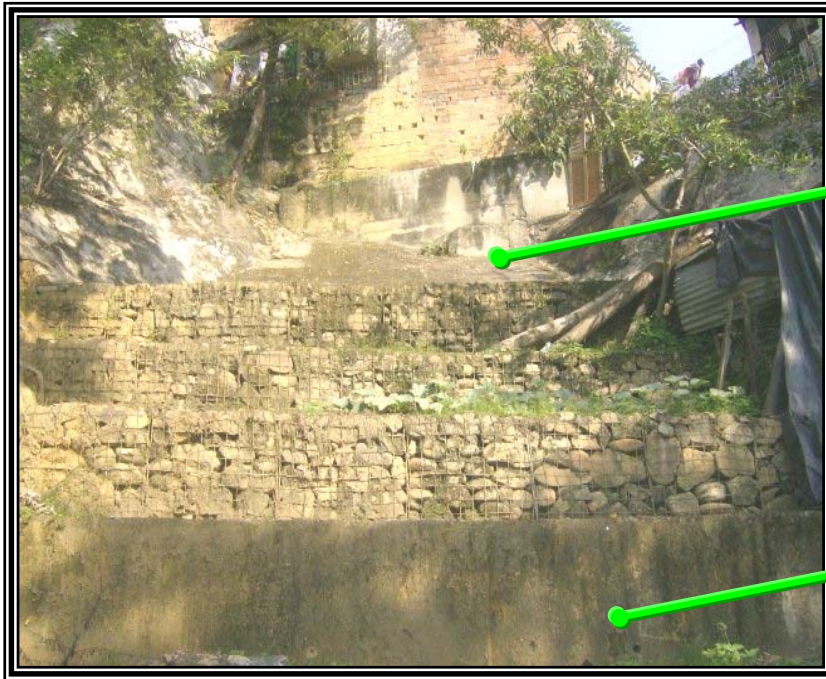
**Fecha:** 31 de mayo de 2007

**Lugar:** Carrera 3 # 65c - 87. Barrio Colombia

**Observaciones:** El gavión se encuentra bastante descuidado, se observa la malla en un deterioro avanzado, como lo indican las fotografías, se localizan zonas donde está totalmente rota o suelta. En la parte superior de la obra, se localiza un recubrimiento en roca.



<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCION		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCION O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input checked="" type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input type="checkbox"/> BUENO	<input checked="" type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: 5 m	ANCHO: 15 m	ESPESOR: 5m	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. La obra tiene una altura total de cinco metros divididos en cinco filas de gaviones de un metro cada una, de las cuales las dos primeras tienen recubrimiento de concreto.			
2. La malla se encuentra muy dañada en algunos puntos.			
3. Los gaviones recubiertos poseen sistema de desagüe (lloraderos).			
3. La corona del talud superior se encuentra colmada de viviendas.			
4. En el talud de la parte superior de la obra se puede observar un lanzado.			
5. La corona del talud superior se encuentra colmada de viviendas.			
6. El talud de la zona debajo de los gaviones esta conformado por un bosque sin intervención antrópica ni estado de falla aparente.			



**Fotografía:** 50, 51, 52, 53, 54, 55



**Obra:** Muro en gaviones 9 (MG9)

**Fecha:** 31 de mayo de 2007

**Lugar:** Carrera 3 # 65c - 87. Barrio Colombia

**Observaciones:** Con las 3 fotografías inferiores se quiere mostrar el estado en que se encuentra el gavión, en las cuales se puede apreciar un deterioro de la malla del gavión, el afloramiento de agua que se encuentra justo en el pie de la obra y el depósito de escombros que están cargados sobre él. Las 3 fotografías superiores muestran la conformación del gavión como tal, la presencia de desagües (lloraderos) y el lanzado en la parte superior de la obra.

Figura 33: Formato de la obra MG10

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
<b>FECHA VISITA:</b>	<u>24 de mayo</u>	<b>HORA:</b>	<u>09:25 a.m.</u>
<b>RESPONSABLE:</b>	<u>Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León</u>		
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> <u>1.276.735,5</u>	<b>ESTE:</b> <u>1.105.556,4</u>	
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	<u>MG10; 46</u>	<b>FOTOS No.</b>	<u>                    </u>
<b>DIRECCION:</b>	<u>Carrera 3# 65C-328</u>		
<b>BARRIO:</b>	<u>Colombia</u>		
<b>MUNICIPIO:</b>	<u>Bucaramanga</u>		
<b>CAÑADA:</b>	<u>LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA</u>		
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	<u>Lluvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input type="checkbox"/> FALLADO	<input checked="" type="checkbox"/> ESTABLE	
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b>	<u>0</u>	<b>ALTO:</b> <u>20m</u>	<b>ANCHO:</b> <u>3m</u> . <b>A. INFILTRA:</b> <u>60m<sup>2</sup></u>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>	<u>Rastrojo bajo, árboles altos.</u>		
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b>	<u>0.2m, 7m</u>	<b>ESPESOR FOLLAJE:</b>	<u>Denso</u>
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCION		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCION O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input checked="" type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input type="checkbox"/> BUENO	<input checked="" type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: 13 m	Escalonado	ANCHO: 20 m	ESPESOR: 2 m
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. Los gaviones forman una estructura en escalera, descendiendo ladera abajo, de manera paralela con la montaña, que al parecer sostiene un pequeño accidente del terreno que se encuentra orientado de la misma forma.			
2. A lo largo de la estructura, se pueden observar viviendas cuya estabilidad depende de los gaviones.			
3. En general, se puede decir que la estructura de contención se encuentra en buen estado salvo algunas zonas en donde las mallas de los gaviones se encuentran totalmente corroidas y otras en donde la malla se ha roto por completo y las piedras interiores del muro no tienen elementos que las confinen.			
4. Existe un pequeño lanzado en la parte mas alta de la estructura escalonada, de aproximadamente 6-7 metros de alto.			
5. Se observa una tubería que al parecer descarga sobre el gavión aguas negras procedentes de alguna de las viviendas.			



**Fotografía: 56, 57, 58**



**Obra:** Muro en gaviones 10 (MG10)

**Fecha:** 31 de mayo de 2007

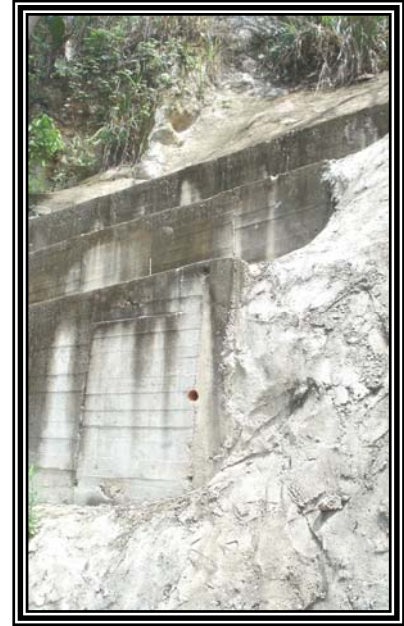
**Lugar:** Carrera 3 # 65c - 328. Barrio Colombia

**Observaciones:** Las fotografías revelan un deterioro de la malla del gavión en donde en una se muestra un desprendimiento total de la malla del gavión y en la anterior una carencia por completo de esta malla. Así mismo se observa el descargue al parecer de aguas negras sobre el gavión, por medio de la tubería que se muestra en la última fotografía.

Figura 34: Formato de la obra MG11

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
FECHA VISITA:	<u>31 de mayo</u>	HORA:	<u>11:20 a.m.</u>
RESPONSABLE:	<u>Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León</u>		
LOCALIZACION:	NORTE: <u>1.276.656,3</u>	ESTE: <u>1.105.587,6</u>	
NOMENCLATURA OBRA:	<u>MG11; 47</u>	FOTOS No.	<u>                    </u>
DIRECCION:	<u>Carrera 3# 65C-57</u>		
BARRIO:	<u>Colombia</u>		
MUNICIPIO:	<u>Bucaramanga</u>		
CAÑADA:	<u>LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA</u>		
OBJETO VISITA:	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
CLIMA PREVIO A VISITA:	<u>Lluvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
TALUD:	<input checked="" type="checkbox"/> FALLADO	<input type="checkbox"/> ESTABLE	
ETAPA DE FALLA:	<input checked="" type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
DETERIORO:	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
EROSION:	<input type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input checked="" type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
PENDIENTE:	<u>0.5H : 1V</u>	ALTO: <u>4m, 5m</u>	ANCHO: <u>15 m</u> . A. INFILTRA: <u>-----</u>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
TIPO VEGETACION EXISTENTE:	<u>Árboles de gran altura</u>		
ALTURA DE LA VEGETACION:	<u>12m y mas</u>	ESPESOR FOLLAJE:	<u>Poco Denso</u>
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
CAMBIOS HIDROLOGICOS:	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input checked="" type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input checked="" type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: 3 m _____	ANCHO: 4.5 m _____	ESPEJOR: 3 m _____	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. Es una obra de difícil acceso, ubicada en la parte superior de una montaña de alta pendiente, por lo que no se observa gran cantidad de viviendas a su alrededor.			
2. Al parecer, la esta obra fue construida debido a la generación de un gran cárcava.			
3. En la parte superior de la obra, existe una zona con lanzado de unos 3m de alto, la zona que no lo tiene presenta erosión.			
4. Hacia la parte baja del muro, se encuentra una zona de bosque sin intervención antrópica importante.			
5. Los gaviones cuentan con recubrimiento en concreto y con desagües.			



MG11

MG12

**Fotografía:** 59, 60, 61



**Obra:** Muro en gaviones 11 (MG11)

**Fecha:** 24 de mayo de 2007

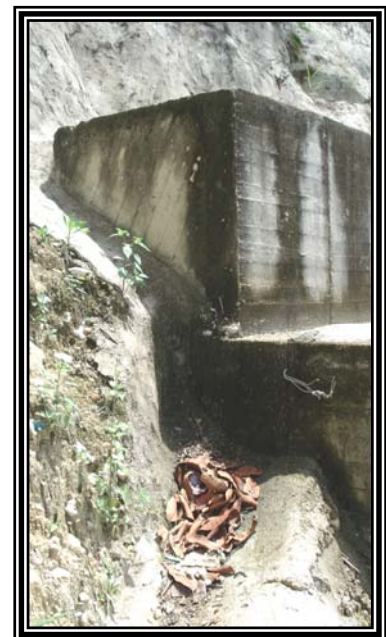
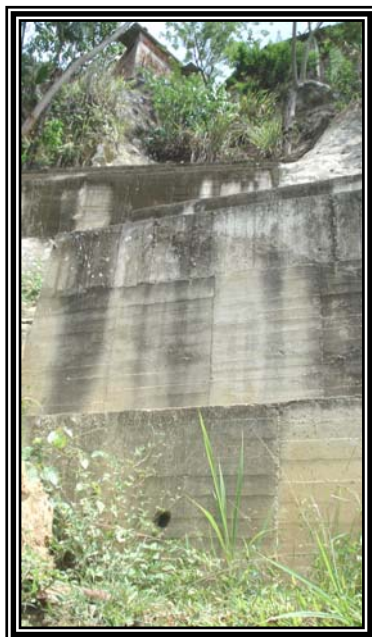
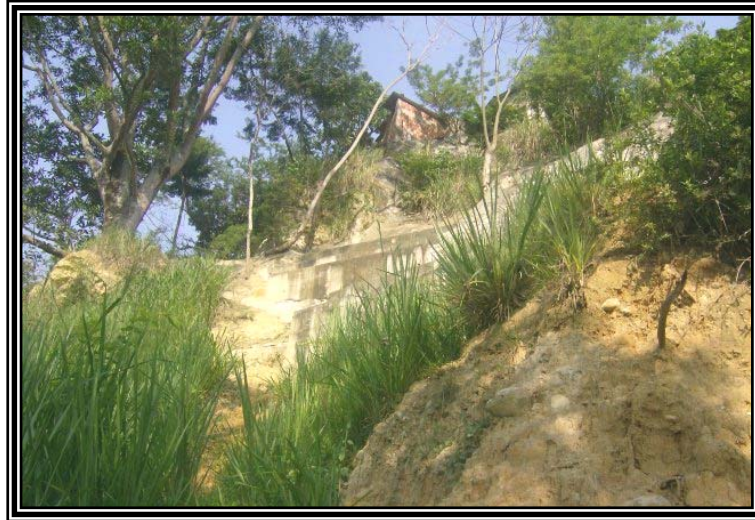
**Lugar:** Carrera 3 # 65c - 57. Barrio Colombia

**Observaciones:** Las fotografías muestran la obra de arte en gaviones, los cuales están recubiertos y presentan lloraderos en la parte inferior. De igual manera, se observa un lanzado en la parte superior de la obra y una buena presencia de casas. Más debajo de ésta obra de arte, se encuentra otra de especificaciones parecidas, la cual es denominada MG12.

**Figura 35: Formato de la obra MG12**

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDME Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA	
	
<b>FECHA VISITA:</b>	31 de mayo _____ <b>HORA:</b> 10:40 a.m.
<b>RESPONSABLE:</b>	Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León _____
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> 1.276.660,4 <b>ESTE:</b> 1.105.588,2
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	MG12; 48 <b>FOTOS No.</b> _____
<b>DIRECCION:</b>	Carrera 3# 65C-57
<b>BARRIO:</b>	Colombia
<b>MUNICIPIO:</b>	Bucaramanga
<b>CAÑADA:</b>	LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO <input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	Lluvia el día anterior
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>	
<b>TALUD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> FALLADO <input type="checkbox"/> ESTABLE
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> DETERIORO <input type="checkbox"/> FALLA <input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES <input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO <input checked="" type="checkbox"/> EROSION <input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS <input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS <input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input type="checkbox"/> LAMINAR <input type="checkbox"/> SURCOS <input checked="" type="checkbox"/> CARCAVAS <input type="checkbox"/> INTERNA <input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>	
<b>PENDIENTE:</b>	0.5H : 1V <b>ALTO:</b> 5 m <b>ANCHO:</b> 15 m <b>.A. INFILTRA:</b> -----
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>	
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>	_____
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b>	_____ <b>ESPESOR FOLLAJE:</b> _____
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>	
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA <input type="checkbox"/> DESCARGA <input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER <input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA <input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS <input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF. <input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCION		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCION O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input checked="" type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input checked="" type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: 4 m	ANCHO: 7 m	ESPESOR: 3 m	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. Es una obra de difícil acceso, ubicada en la parte superior de una montaña de alta pendiente, por lo que no se observa gran cantidad de viviendas a su alrededor.			
2. En la parte superior de la obra, se encuentra una zanja la cual esta en buen estado, pero la entrega de las aguas que son recogidas por ésta, no es la correcta, ya que se disponen directamente en el talud al pie del gavión.			
3. En el talud de la parte superior de la obra, se observa un lanzado en concreto de aproximadamente 5m de alto.			
4. Hacia la parte baja del muro, se encuentra una zona de bosque sin intervención antrópica importante, aunque en la parte junto a los gaviones se observa erosión laminar.			



**Fotografía: 62, 63, 64**



**Obra:** Muro en gaviones 12 (MG12)

**Fecha:** 31 de mayo de 2007

**Lugar:** Carrera 3 # 65c - 57. Barrio Colombia

**Observaciones:** Esta es una obra en gaviones recubiertos, como es mostrado en las fotografías, se puede ver claramente la presencia de lloraderos en la parte inferior y de una canaleta a un costado de éste.

Figura 36: Formato de la obra MCC7

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
FECHA VISITA:	<u>24 de mayo</u>	HORA:	<u>12:05 a.m.</u>
RESPONSABLE:	<u>Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León</u>		
LOCALIZACION:	NORTE: <u>1.276.725,8</u>	ESTE: <u>1.105.573,8</u>	
NOMENCLATURA OBRA:	<u>MCC7; 68</u>	FOTOS No.	<u>                    </u>
DIRECCION:	<u>Parte de atrás Carrera 3# 65C-328</u>		
BARRIO:	<u>Colombia</u>		
MUNICIPIO:	<u>Bucaramanga</u>		
CAÑADA:	<u>LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA</u>		
OBJETO VISITA:	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
CLIMA PREVIO A VISITA:	<u>Lluvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
TALUD:	<input type="checkbox"/> FALLADO	<input checked="" type="checkbox"/> ESTABLE	
ETAPA DE FALLA:	<input type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
DETERIORO:	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
EROSION:	<input type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
PENDIENTE:	<u>0.25H : 1V</u>	ALTO: <u>3m</u>	ANCHO: <u>7 m</u> . A. INFILTRA: <u>10 m2</u>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
TIPO VEGETACION EXISTENTE:	<u>Rastrojo bajo o medio</u>		
ALTURA DE LA VEGETACION:	<u>0.3m</u>	ESPESOR FOLLAJE:	<u>Denso</u>
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
CAMBIOS HIDROLOGICOS:	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input checked="" type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input checked="" type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: 3 m	ANCHO: 7 m	ESPESOR: 0.4 - 0.7 m	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. El muro se encuentra al interior de una casa, la casa fue edificada posteriormente a la construcción del la obra de Arte.			
2. Arriba del muro se encuentra un lanzado de aproximadamente 3m de alto y de forma irregular.			
3. El muro cuenta con una zanja para la recolección de las aguas lluvias en la parte superior.			



**Fotografía: 65, 66, 67**



**Obra:** Muro en concreto ciclópeo7 (MCC7)

**Fecha:** 24 de mayo de 2007

**Lugar:** Carrera 3 # 65c - 328. Barrio Colombia

**Observaciones:** La mostrada en una obra en concreto ciclópeo. Esta obra fue utilizada como parte de la vivienda, y en ella se cuelgan cuadros, como los muestra las fotografías. En la parte superior de la obra se encuentra un lanzado y en la parte inferior una zanja de recolección de aguas lluvias.

Figura 37: Formato de la obra MG13

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA			
			
<b>FECHA VISITA:</b>	<u>24 de mayo</u>	<b>HORA:</b>	<u>08:15 a.m.</u>
<b>RESPONSABLE:</b>	<u>Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León</u>		
<b>LOCALIZACION:</b>	<b>NORTE:</b> <u>1.276.769,2</u>	<b>ESTE:</b> <u>1.105.548,9</u>	
<b>NOMENCLATURA OBRA:</b>	<u>MG13; 53</u>	<b>FOTOS No.</b>	<u>                    </u>
<b>DIRECCION:</b>	<u>Carrera 3# 65C-328</u>		
<b>BARRIO:</b>	<u>Colombia</u>		
<b>MUNICIPIO:</b>	<u>Bucaramanga</u>		
<b>CAÑADA:</b>	<u>LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA</u>		
<b>OBJETO VISITA:</b>	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION	
<b>CLIMA PREVIO A VISITA:</b>	<u>Lluvia el día anterior</u>		
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>			
<b>TALUD:</b>	<input type="checkbox"/> FALLADO	<input checked="" type="checkbox"/> ESTABLE	
<b>ETAPA DE FALLA:</b>	<input type="checkbox"/> DETERIORO	<input type="checkbox"/> FALLA	<input type="checkbox"/> POSFALLA
<b>DETERIORO:</b>	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES	<input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO	<input type="checkbox"/> EROSION
	<input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS	<input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS	<input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
<b>EROSION:</b>	<input type="checkbox"/> LAMINAR	<input type="checkbox"/> SURCOS	<input type="checkbox"/> CARCAVAS
	<input type="checkbox"/> INTERNA	<input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO	
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>			
<b>PENDIENTE:</b>	<u>Vertical</u>	<b>ALTO:</b> <u>4m</u>	<b>ANCHO:</b> <u>20m</u> <b>A. INFILTRA:</b> <u>-----</u>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>			
<b>TIPO VEGETACION EXISTENTE:</b>	<u>Árboles de gran altura en el Pie del talud</u>		
<b>ALTURA DE LA VEGETACION:</b>	<u>6m</u>	<b>ESPESOR FOLLAJE:</b>	<u>Altamente Denso</u>
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>			
<b>CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA	<input type="checkbox"/> DESCARGA	<input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
<b>CAMBIOS HIDROLOGICOS:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER	<input checked="" type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA	<input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS
	<input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF.	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA	

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input checked="" type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input checked="" type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>7. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: <u>5 m</u>	ANCHO: <u>15 m</u>	ESPEJOR: <u>4 m</u>	
<b>8. OBSERVACIONES:</b>			
1. Los gaviones estan recubiertos pero no poseen lloraderos para evacuar el agua que se pueda acumular tras el muro.			
2. En el talud de la parte superior del gavión existe un lanzado de unos 4 metros de alto.			



**Fotografía: 68, 69, 70**



**Obra:** Muro en gaviones 13 (MG13)

**Fecha:** 24 de mayo de 2007

**Lugar:** Carrera 3 # 65c - 328. Barrio Colombia

**Observaciones:** En las fotografías se muestra la obra en gaviones recubiertos, la cual en la parte superior tiene un lanzado, igualmente se muestra una presencia de casas arriba de éste y un paso peatonal en uno de los costados.

Figura 38: Formato de la obra CL3

EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTÉCNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1 , LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA	
	 
FECHA VISITA:	24 de mayo <span style="float: right;">HORA: 08:50 a.m.</span>
RESPONSABLE:	Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León
NOMENCLATURA OBRA:	CL3 <span style="float: right;">FOTOS No. _____</span>
DIRECCION:	Carrera 3# 65C-328
BARRIO:	Colombia
MUNICIPIO:	Bucaramanga
CAÑADA:	LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA
OBJETO VISITA:	<input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO <input checked="" type="checkbox"/> EVALUACION
CLIMA PREVIO A VISITA:	Lluvia el día anterior
<b>1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD</b>	
TALUD:	<input type="checkbox"/> FALLADO <input checked="" type="checkbox"/> ESTABLE
ETAPA DE FALLA:	<input type="checkbox"/> DETERIORO <input type="checkbox"/> FALLA <input type="checkbox"/> POSFALLA
DETERIORO:	<input type="checkbox"/> CAIDO BLOQUES <input type="checkbox"/> DESMORONAMIENTO <input type="checkbox"/> EROSION <input type="checkbox"/> FLUJO DE DETRITOS <input type="checkbox"/> CON. ESFUERZOS <input type="checkbox"/> AGRIETAMIENTO
EROSION:	<input type="checkbox"/> LAMINAR <input type="checkbox"/> SURCOS <input type="checkbox"/> CARCAVAS <input type="checkbox"/> INTERNA <input type="checkbox"/> POR AFLORAMIENTO
<b>2. PARAMETROS GEOMETRICOS DEL TALUD</b>	
PENDIENTE:	0.1H : 1V      ALTO: 10m      ANCHO: 25m      .A. INFILTRA: 20m <sup>2</sup>
<b>3. CARACTERISTICAS DE LA VEGETACION DEL TALUD</b>	
TIPO VEGETACION EXISTENTE:	Pocos arboles que se desprenden del lanzado
ALTURA DE LA VEGETACION:	3 m      ESPESOR FOLLAJE: Poco denso
<b>4. INTERVENCION ANTROPICA</b>	
CAMBIOS EN TOPOGRAFIA:	<input checked="" type="checkbox"/> CARGA <input type="checkbox"/> DESCARGA <input type="checkbox"/> SUBSIDENCIA
CAMBIOS HIDROLOGICOS:	<input type="checkbox"/> MAL MANEJO A. SUPER <input type="checkbox"/> INF DUCTOS DE AGUA <input type="checkbox"/> DESCARGA BASURAS <input type="checkbox"/> REGIMEN A. SUPERF. <input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA

<b>VIBRACIONES:</b>	<input type="checkbox"/> MAQUINAS	<input type="checkbox"/> VIAS	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUCCION
<b>CAMB. COBERTURA VEGE:</b>	<input type="checkbox"/> AGRICULTURA	<input type="checkbox"/> PASTOREO	<input checked="" type="checkbox"/> TALA DE ARBOLES
	<input type="checkbox"/> MOD. USO DEL SUELO		
<b>CAMB. OTROS FACTORES:</b>	<input type="checkbox"/> NEGLIGENCIA EN EL MANEJO DEL TALUD		<input checked="" type="checkbox"/> TAL PASO PEATONAL
<b>5. CONTROL DE AGUAS</b>			
<b>DRENAJE SUPERFICIAL:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> CANAL DE CORONA	<input type="checkbox"/> CANAL INTERMEDIO	<input checked="" type="checkbox"/> CANAL DE PIE
<b>DRENAJE SUBTERRANEO:</b>	<input type="checkbox"/> DREN DE ZANJA	<input type="checkbox"/> DREN H. PENETRACION	<input type="checkbox"/> PANTALLA DRENAJE
	<input type="checkbox"/> SUBDRENES ESTRUCTURAS DE CONTENCION		
<b>6. ESTRUCTURAS DE CONTENCION O ANCLAJE</b>			
<b>ESTADO:</b>	<input type="checkbox"/> PLANTEADA	<input type="checkbox"/> EN ESTUDIO	<input type="checkbox"/> DISEÑADA
	<input type="checkbox"/> PROGRAMADA	<input type="checkbox"/> EN CONSTRUCCION	<input checked="" type="checkbox"/> CONSTRUIDA
	<input type="checkbox"/> SUSPENDIDA	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	
<b>TIPO DE ESTRUCTURA:</b>	<input type="checkbox"/> CON. REFORZADO	<input type="checkbox"/> CON. CICLOPEO	<input type="checkbox"/> GAVIONES
	<input type="checkbox"/> MURO ANCLADO	<input checked="" type="checkbox"/> CON. LANZADO	
<b>MALLA GAVION:</b>	<input type="checkbox"/> ELECTROSOLDADA	<input type="checkbox"/> SIMPLE	<input type="checkbox"/> TRIPLE TORSION
	<input type="checkbox"/> TENSORES	<input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO	
<b>ESTADO FISICO:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> BUENO	<input type="checkbox"/> REGULAR	<input type="checkbox"/> MALO
<b>REQUIERE MANTENIMIENTO:</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	
<b>EFFECTIVIDAD:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BAJA
<b>8. PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA ESTRUCTURA</b>			
ALTO: 15 m	ANCHO: 25 m	ESPEJOR: 0.1m	
<b>9. OBSERVACIONES:</b>			
1. El muro en concreto lanzado fue construido debido al alto grado en el proceso erosivo de la zona.			
2. Se observan arboles de gran tamaño que parece nacieran del concreto lanzado, los cuales no han dañado la estructura.			
3. En la zona media del muro se encuentra un paso peatonal.			
4. En la corona de la obra se aprecia una zanja para la recolección de las aguas lluvias.			
4. En el pie de la obra se observa lo que pareciera un gavion recubierto, pero no se tiene certeza.			



**Fotografía: 71, 72, 73**

**Obra:** Concreto Lanzado 3 (CL3)

**Fecha:** 24 de mayo de 2007

**Lugar:** Carrera 3 # 65c - 328. Barrio Colombia

**Observaciones:** En las fotografías se muestra el concreto lanzado, denominado CL3, se visualiza en las fotografías un paso peatonal en la parte superior de la obra y a un costado de ésta. El lanzado presenta un buen estado debido a que no se ven grietas en la estructura.

## 2.3 BASE DE DATOS

Con los formatos y las fotografías mostradas anteriormente se procedió a crear una base de datos con ayuda del programa Excel, con el fin de presentar la información de una manera más didáctica y de fácil comprensión para el lector, la cual podrá ser observada en el CD que se encuentra adjunto a este libro. A continuación se dará una breve explicación del programa realizado:

### 2.3.1 Funcionamiento de la base de datos, en el programa Excel.

El programa inicia con una hoja en la cual se encuentran todos los barrios que se estudiaron, ver figura 39, de cada barrio se desglosa las obras inventariadas pertenecientes a dicha zona, especificándose para cada una:

- ✚ Nomenclatura de la CDME: Se refiere a la Nomenclatura que aparece en la base de datos de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.
- ✚ Nomenclatura Proyecto: La nomenclatura del proyecto es la nomenclatura utilizada en todo el contenido de este libro (incluyendo los planos, formatos, base de datos, gráficas, etc.) La cual es explicada en el módulo de Nomenclatura.
- ✚ Estructura Existente: En ésta columna se especifica el tipo de estructura de contención a la cual pertenece la obra de arte estudiada.
- ✚ Dimensiones de la obra: Las dimensiones de la obra que se especifican es el alto, el ancho y el espesor de la obra de arte, dadas en metros. Con el fin de tener una idea de la extensión de la estructura.

En la figura 40, se muestran los barrios estudiados y de cada uno de ellos se desprenden sus respectivas obras de arte, en las que se especifican los ítems anteriormente mencionados.

Figura 39. Inicio del programa de Inventario de las obras

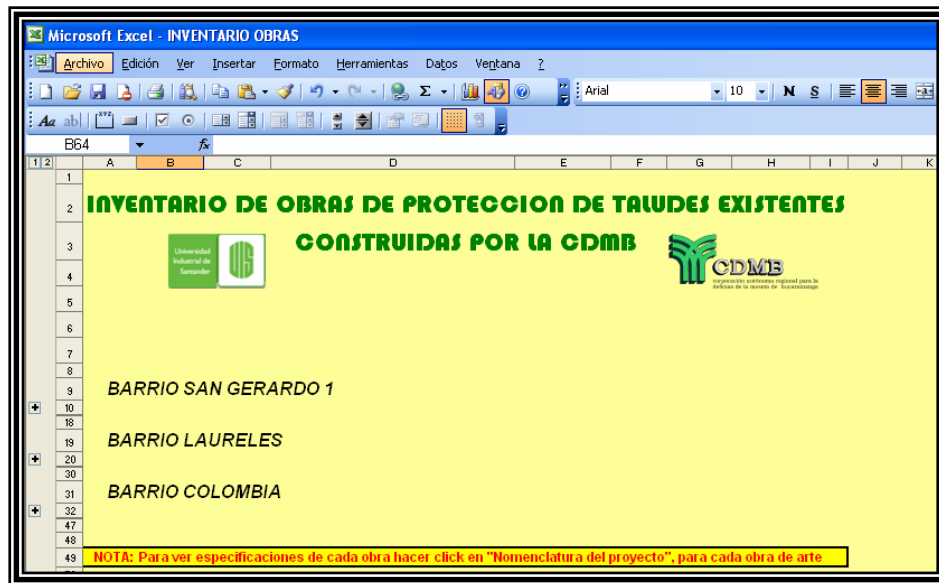


Figura 40. Obras de Contención pertenecientes a cada barrio

Microsoft Excel - INVENTARIO OBRAS

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

K17

**INVENTARIO DE OBRAS DE PROTECCION DE TALUDES EXISTENTES  
CONSTRUIDAS POR LA CDMB**

Universidad Industrial de Santander

CDMB  
corporación autónoma regional para la  
defensa de la meseta de Bucaramanga

**BARRIO SAN GERARDO 1**

NOMENCLATURA CDMB	NOMENCLATURA PROYECTO	ESTRUCTURA EXISTENTE	DIRECCION OBRA	DIMENSIONES OBRA		
				ALTO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)
13	MA1	Muro Anclado	Hacienda Real	10	20	-
54	MA1	Muro en Gaviones	Cil 63 # 15A - 100	2	10	2
56 - A	MA2	Muro en Gaviones	Cil 63B # 14A - 57	2	20	2
56 - B	MA3	Muro en Gaviones	Cil 63B # 14A - 57	5	26	5
100	CLMA2	ombinación Muro Anclado y Concreto Lanzado	Cil 63 # 15A - 0	12	40	-

**BARRIO LAURELES**

NOMENCLATURA CDMB	NOMENCLATURA PROYECTO	ESTRUCTURA EXISTENTE	DIRECCION OBRA	DIMENSIONES OBRA		
				ALTO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)
58 - A	MCC1	Muro en Concreto Ciclópeo	era 14 # 63 - 22	2	8	0.3 - 0.7
58 - B	MCC2	Muro en Concreto Ciclópeo	era 14 # 63 - 20	3	6	0.5 - 1
63	MCC3	Muro en Concreto Ciclópeo	era 14 # 63 - 30	2.5 - 3.5	3.7	0.5 - 1.1
65	MCC4	Muro en Concreto Ciclópeo	era 14 # 63 - 20	2.4	9.5	0.4 - 0.8
66	MCC5	Muro en Concreto Ciclópeo	era 14 # 86 - 03	2	14	0.3 - 0.7
67	CL2	Concreto Lanzado	era 14 con calle 63	7 - 8	25	0.05
101	MCC6	Muro en Concreto Ciclópeo	era 14 # 63A - 22	3	6	0.35 - 0.7

**BARRIO COLOMBIA**

NOMENCLATURA CDMB	NOMENCLATURA PROYECTO	ESTRUCTURA EXISTENTE	DIRECCION OBRA	DIMENSIONES OBRA		
				ALTO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)
40	MG4	Muro en Gaviones	era 3 # 65C-29	5	6	2
41	MG5	Muro en Gaviones	era 3 # 65C-29	3.2	8.5	3
42	MG6	Muro en Gaviones	era 3 # 65C-33	5.5	5	4
43	MG7	Muro en Gaviones	era 3 # 65C-33	6 - 8	25	variable
44	MG8	Muro en Gaviones	era 3 # 65C-87	15	7	1
45	MG9	Muro en Gaviones	era 3 # 65C-87	5	15	5
46	MG10	Muro en Gaviones	era 3 # 65C-328	13 Escal	20	2
47	MG11	Muro en Gaviones	era 3 # 65C-57	3	4.5	3
48	MG12	Muro en Gaviones	era 3 # 65C-57	4	7	3
68	MG13	Muro en Concreto Ciclópeo	era 3 # 65C-328	3	7	0.4 - 0.7
53	MG13	Muro en Gaviones	era 3 # 65C-328	5	15	5
Lanzado	CL2	Concreto Lanzado	era 3 # 65C-328			

INVENTARIO TABLA / SAN GERARDO / LAURELES / COLOMBIA / FOTOS,SG / FOTOS,L / FC


Si se desea ver las especificaciones para cada una de las obras, con el fin de obtener mayor información acerca de ésta, se debe dirigir hacia la columna "Nomenclatura del proyecto" y ubicarse en la obra en la que quiera profundizar, ese momento aparecerá un símbolo en forma de mano , seguidamente hacer click. (Ver Figura 41) Inmediatamente se abrirá una nueva ventana en la que aparecerá el formato con toda la información perteneciente a esta obra. (Ver Figura 42)

Figura 41: Procedimiento para profundizar en la información de una obra.

BARRIO COLOMBIA							
NOMENCLA CDMB	NOMENCLA PROYECTO	ESTRUCTURA EXISTENTE	DIRECCION OBRA	DIMENSIONES OBRA			
				ALTO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)	
40	MG4	Muro en Gaviones	cra 3 #65C-29	5	6	2	
41	MG5	Muro en Gaviones	cra 3 #65C-29	3.2	8.5	3	
42	MG6	Muro en Gaviones	cra 3 #65C-93	5.5	5	4	
43	MG7	Muro en Gaviones	cra 3 #65C-93	6 - 8	25	variable	
44	MG8	Muro en Gaviones	cra 3 #65C- 87	1.5	7	1	
45	MG9	Muro en Gaviones	cra 3 #65C- 87	5	15	5	
46	MG10	Muro en Gaviones	cra 3 #65C- 328	13 Escal	20	2	
47	MG11	Muro en Gaviones	cra 3 #65C-57	3	4.5	3	
48	MG12	Muro en Gaviones	cra 3 #65C-57	4	7	3	
68	MCC7	Muro en Concreto Ciclópeo	cra 3 #65C- 328	3	7	0.4 - 0.7	
53	MG13	Muro en Gaviones	cra 3 #65C- 328	5	15	5	
Lanzado	CL3	Concreto Lanzado	cra 3 #65C- 328				

Figura 42. Ventana del formato de la obra.

**EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTECNICA CONSTRUIDAS POR LA CDMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES EN LA ZONA ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO1, LAURELES 1 y 2 Y COLOMBIA**

VER FOTOS

A MENU PRINCIPAL

FECHA VISITA: 24 de mayo HORA: 09:25 a.m.

RESPONSABLE: Nathalia Alvarez / Andrés Alberto León

LOCALIZACION: NORTE: 1.276.735.5 ESTE: 1.105.556.4

NOMENCLATURA OBRA: MG10\_46 FOTOS No. \_\_\_\_\_

DIRECCION: Carrera 3#65C-328

BARRIO: Colombia

MUNICIPIO: Bucaramanga

CAÑADA: LA GUACAMAYA, MARGEN DERECHA

OBJETO VISITA:  SEGUIMIENTO  EVALUACION

CLIMA PREVIO A VISITA: Lluvia el día anterior.

1. CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS DEL TALUD

TALUD:  FALLADO  ESTABLE

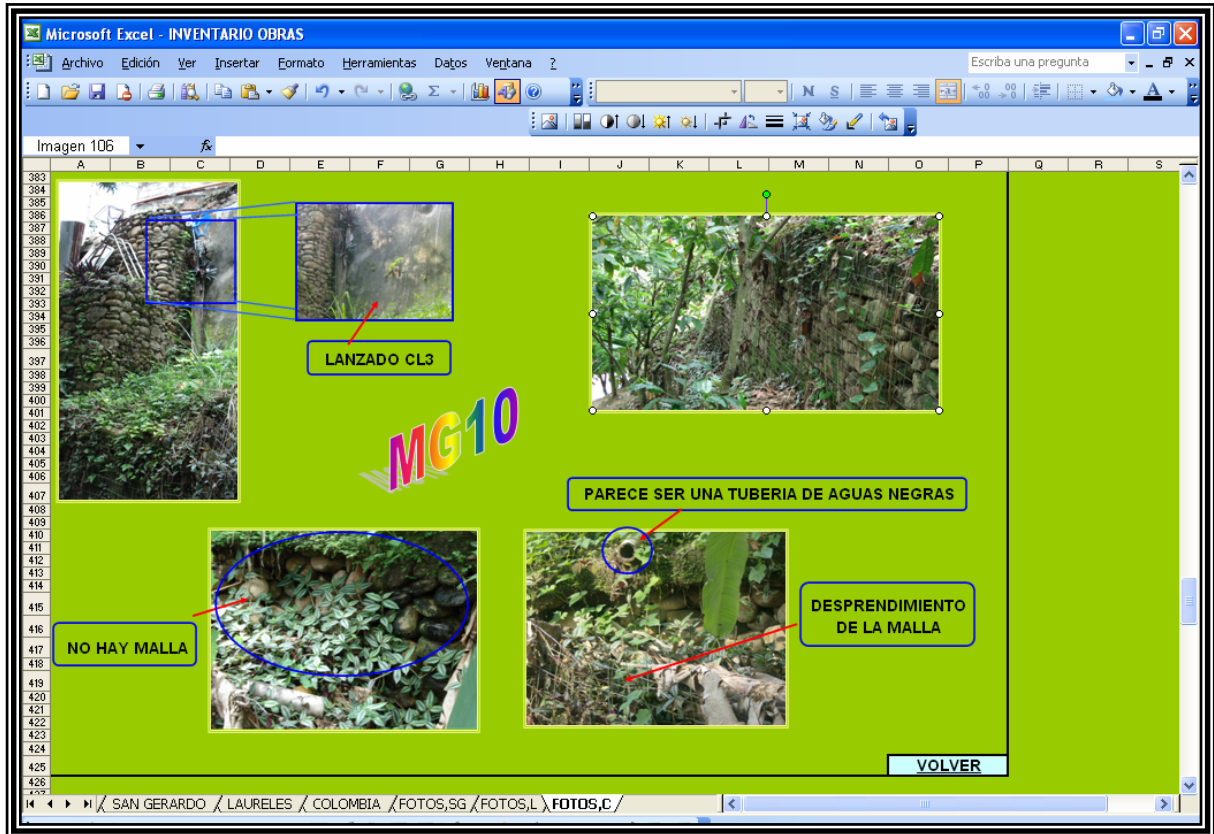
ETAPA DE FALLA:  DETERIORO  FALLA  POSFALLA

ETERIORO:  CAIDO BLOQUES  DESMORONAMIENTO  EROSION

FLUJO DE DETRITOS  CON ESFUERZOS  AGRIETAMIENTO

Adicionalmente el programa cuenta con una serie de fotografías que podrán ser visualizadas al hacer click sobre la celda Ver fotos, este vínculo conduce a una nueva ventana en donde se encuentran las fotografías correspondientes a la obra que se está estudiando, como muestra la figura 43.

Figura 43. Procedimiento para visualizar las fotos de las obras en estudio.



Para volver al formato hacer click en el vínculo “volver”.

Si no desea ver las fotos puede regresar desde la ventana del formato de la obra al Menú Inicial dando click en la celda “A menú principal” y de esta manera usted podrá visualizar cada una de las obras con sus respectivas fotos, en la base de datos creada en el programa Excel.



## **CAPITULO 3**

### **PERFILES DE TALUDES Y ESTRATIFICACION**

## **CAPITULO 3**

### **PERFILES DE TALUDES Y SU ESTRATIFICACION**

#### **3.1 LOCALIZACION DE LAS OBRAS**

Una vez desarrollado todo el trabajo de campo junto con la base de datos, se procedió a realizar la localización definitiva de las obras con la ayuda de los datos recopilados en campo, la información de GPS y el software GOOGLE EARTH.

El plano utilizado como base para el desarrollo del proyecto, fue obtenido del Mapa de zonificación territorial, planchas F21 y F31 del *Plan Integral de Manejo del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables D.M.I. de Bucaramanga* en escala 1 : 2500 (Ver Plano. Anexo 1).

Debido a la imposibilidad de realizar un levantamiento topográfico de la zona por falta de recursos económicos, se buscaron mapas cartográficos que brindaran una topografía más precisa y exacta con el fin de generar una mayor confiabilidad en los resultados de la investigación. Como consecuencia de esta búsqueda se encontró un trabajo topográfico sobre el barrio San Gerardo I, realizado en agosto de 1999 por la CDME y en escala 1:500 (Ver Plano. Anexo 2). Lo que nos permitió revisar en más detalle la zona mas castigada por los procesos erosivos tal como se definió en los formatos que sirvieron para la base de datos.

#### **3.2 ELABORACION DE LOS PERFILES**

##### **3.2.1 Estratificación del suelo.**

Para la definición de los suelos y subsuelos que hacían parte de los taludes en estudio, se utilizó el mapa geotécnico de la microzonificación de la ciudad de Bucaramanga (Ver Plano. Anexo 3), en este mapa se podían diferenciar básicamente tres estratos de suelo que eran: Los Limos Rojos, El Gravoso y El Órganos, lo que fue corroborado por medio de los perfiles del parque Antonio Nariño y El Parque de los Niños también obtenidos del documento de microzonificación (Ver Perfiles. Anexo 4).

Sin embargo, se generó una duda acerca del estrato del miembro Finos, que aparentemente estaba presente en el perfil de suelo y que es el culpable de la existencia de un nivel freático, en el cual profundizaremos mas adelante, lo anterior nos llevo a realizar una investigación mas exhaustiva, y como conclusión se encontró que el estrato sí estaba presente en el perfil pero tiene una dimensión muy pequeña, del orden de 1 metro de espesor y hasta menos. Por lo tanto estos cuatro estratos de suelo fueron tenidos en cuenta a la hora de analizar los taludes.

### **3.2.2 Dimensionamiento y geometría de los estratos**

Para estimar el espesor de las capas de suelo presentes en el talud y definir la pendiente de los mismos, se utilizó como referencia un estudio realizado por Geotecnología Ltda. En agosto de 2004 (Ver Plano. Anexo 5). Además de los perfiles del parque Antonio Nariño y El Parque de los Niños y del nivel de la línea piezométrica.

Para el espesor de las capas de suelo se tomaron los siguientes parámetros:

Miembro Limos Rojos: de 2 a 3 metros.

Miembro Gravoso: de 12 a 23 metros

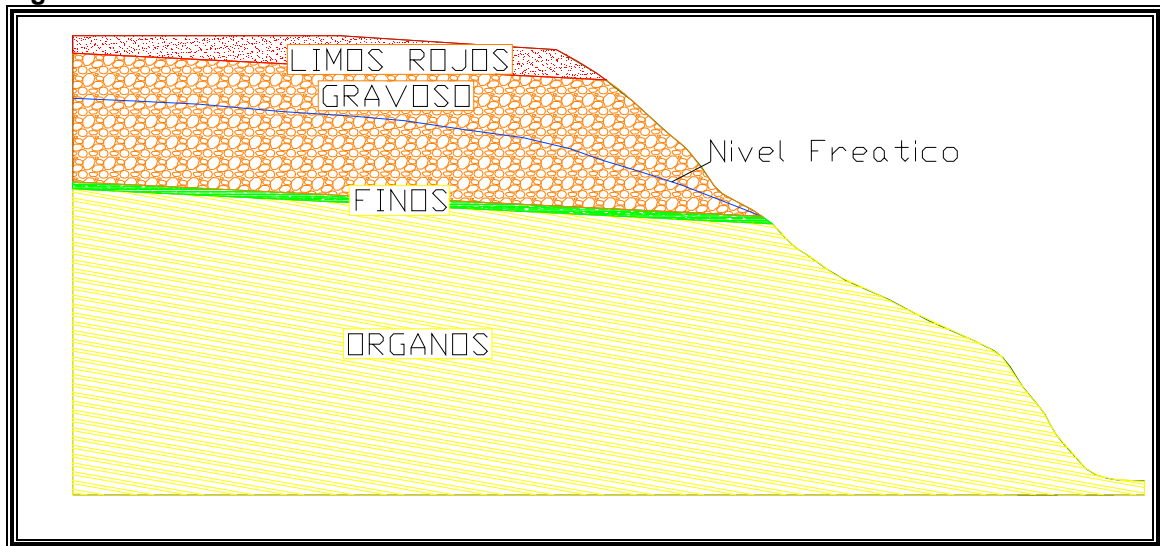
Miembro Finos: 1 metro.

Miembro Órganos: La dimensión restante

Para la pendiente de los estratos de suelo se tomo como valor de referencia **0.05** hacia el escarpe.

A continuación se muestra un ejemplo de los perfiles de suelo que fueron obtenidos con el espesor y la pendiente del estrato ya definidas.

**Figura 44. Estratos del Talud**



**Fuente: AutoCAD. El Autor.**

Todos los demás perfiles de suelo se muestran en el Plano de Perfiles del anexo 7

### **3.3 PROPIEDADES DE LOS SUELOS.**

Para la obtención de las propiedades de los suelos se tenía planificado la elaboración de una serie de apiques para el estudio de las muestras, pero debido a razones económicas y de logística, estos trabajos no pudieron ser realizados.

Como consecuencia de lo anterior, se recurrió a la literatura y a documentos existentes en los que se había trabajado sobre los suelos de esta zona.

La solución fue un proyecto que esta siendo actualmente elaborado por el Instituto Colombiano de Minería y Geología INGEOMINAS (Ver documento. Anexo 6). En una parte de este trabajo se realizaron una cantidad de apiques con sus respectivos análisis de laboratorio. Estos estudios se llevaron a cabo seleccionando a lo largo y ancho de la ciudad de Bucaramanga y de su área metropolitana, una serie de puntos de muestreo y abarcando todos los suelos que rigen en la zona, dentro de los cuales se encuentran los de interés para el presente documento.

Las muestras fueron analizadas bajo condiciones de saturación, lo que es bueno ya que se trabajó con un rango de seguridad importante, previendo el peor de los escenarios posibles. Los resultados presentados por ingeominas muestran un valor máximo, uno mínimo y uno promedio, para el estudio de los taludes se utilizó el valor promedio. Estos son los valores:

**Tabla 1. Propiedades de los Suelos**

SUELO	PESO UNITARIO		COHESION PICO		FRICCION PICO
	Ton/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	Grados
<b>Limos Rojos</b>	1.82	18.2	0.27	27	32.2
<b>Gravoso</b>	2.03	20.3	0.25	25	30.9
<b>Finos</b>	1.92	19.2	0.14	14	27.8
<b>Órganos</b>	2.1	21	0.25	25	31.4

Fuente: Excel. El Autor



## **CAPITULO 4**

### **ANALISIS DE LOS TALUDES CON UN NIVEL FREATICO PROMEDIO**

## CAPITULO 4

### ANALISIS DE LOS TALUDES CON UN NIVEL FREATICO PROMEDIO

#### 4.1 EL AGUA SUBTERRANEA

Si no tuviéramos en cuenta los casquetes polares, el agua subterránea representaría poco mas del 94% de los recursos hídricos que necesita el hombre para subsistir, el cual es un porcentaje mucho mayor que el de los ríos como se verá en la siguiente tabla.

**Tabla 2. Distribución de agua dulce en el mundo**

PARTES DE LA HIDROSFERA	VOLUMEN DE AGUA DULCE (Km <sup>3</sup> )	PORCION DEL VOLUMEN TOTAL DE AGUA DULCE (%)	
		Con Casquetes	Sin Casquetes
Casquetes Polares y Glaciares	24'000,000	84.945	-----
Aguas subterráneas	4'000,000	14.158	94.04
Lagos y Embalses	155,000	0.549	3.65
Humedad del Suelo	83,000	0.294	1.95
Vapor de Agua en la Atmósfera	14,000	0.049	0.32
Agua en los Ríos	1,200	0.004	0.027
<b>TOTAL</b>	<b>28'253,200</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Fuente: TARBUCH Y LUTGENS. Ciencia de la tierra. Una introducción a la geología física. Sexta edición.**

La importancia del agua subterránea es tan grande que en algunos países, como en el caso de Estados Unidos, representa mas del 50% del agua potable, el 40% del agua para irrigación y mas del 25% para suplir las necesidades industriales. Además los acuíferos (agua subterránea) son un excelente regulador de los caudales en las corrientes hídricas, ya que cuando hay exceso de caudal o de precipitaciones, estos absorben gran parte del agua para recargarse, aumentando los niveles freáticos y a su vez, atenuando los problemas debido al flujo de

grandes masas de agua. Por otra parte, cuando entramos a la temporada seca, estos acuíferos entregan sus reservas de agua almacenadas durante el invierno, uniformizándose el ciclo hidrológico.

Sin embargo, no podemos olvidar que así como el agua es un agente creador de vida, también es un agente destructor, “desde el punto de vista geológico desarrolla un papel erosivo, ya que su acción disolvente arrastra gran cantidad de finos en roca de tipo soluble como la caliza, generando cárcavas subterráneas y dolimas”<sup>29</sup>, igualmente, desde el punto de vista geotécnico representa un problema, ya que los niveles freáticos además de saturar el terreno disminuyendo sus propiedades de fricción y de cohesión, generan una presión de poros que disminuye la presión efectiva del material, es decir, se produce un decrecimiento de las fuerzas resistentes, lo que se traduce en un posible deslizamiento del talud o ladera. Es por esto que se vuelve de gran importancia el estudio y el control de las aguas subterráneas como una acción estabilizante de las masas de tierra y como un controlador de la erosión superficial y subsuperficial de las mismas.

## 4.2 ESTUDIO DE COTAS PIEZOMETRICAS

### 4.2.1 Niveles freáticos en la meseta de Bucaramanga.

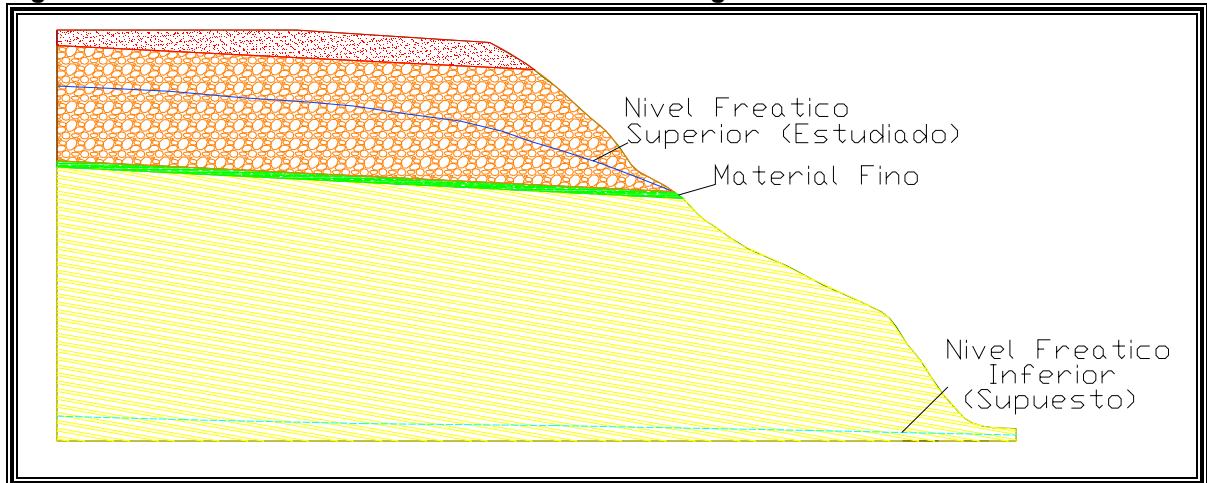
La CDMB con el objeto de poder monitorear el comportamiento del agua subterránea, ha realizado una gran cantidad de estudios en donde ha encontrado que existen dos niveles freáticos a borde de la escarpa, sin que se descarte la posible presencia de otros más. La separación entre los acuíferos existentes la demarca una franja de material Arcillo limoso llamado **FINOS**. El acuífero superior

---

<sup>29</sup> MEZA ROJAS J, MORENO PARDO L. Proyecto de Grado. Diagnostico del estado actual de la red piezométrica de la corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga.

presenta ascensos y descensos temporales, que producen afloramientos, los cuales han generado los movimientos de remoción en masa más importantes.

**Figura 45. Niveles freáticos en la meseta de Bucaramanga**



**Fuente: Autocad. El Autor.**

En la figura anterior, se observan los dos niveles freáticos que se encuentran en la meseta de Bucaramanga, el nivel superior ha sido estudiado y monitoreado a través de un sistema de piezómetros desde el año de 1970 distribuidos en toda la meseta. En la actualidad, todos los piezómetros instalados en esa época no se encuentran en funcionamiento. Por otro lado, el nivel inferior es un supuesto, ya que la información existente acerca de este acuífero es muy limitada y no es suficiente para describirlo con certeza sobre la zona de interés, además de que según esta poca información, el nivel se encuentra a una profundidad bastante grande que hace que pierda importancia para el presente trabajo. Por lo tanto para es análisis de la estabilidad de los taludes solo se tendrá en cuenta el nivel freático superior.

#### 4.2.2 Obtención de las alturas piezométricas

Para el estudio de la altura del nivel freático en los taludes comprendidos entre los barrios san Gerardo y Colombia, se utilizó el plano de las Izopiezas, desarrollado por la ingeniera SULLY GOMEZ ISIDRO en su investigación sobre *El Agua Subterránea en la Zona Occidental de la Meseta de Bucaramanga*, en el año de 1991.

Del plano de la ingeniera Sully se tomó únicamente la zona de interés para el presente proyecto y se realizó su digitalización, con el fin de poder manipularlo en el programa AUTOCAD y así poder obtener por medio de interpolación las alturas piezométricas correspondientes a cada uno de los diferentes taludes. El plano digitalizado se muestra en el Anexo 8.

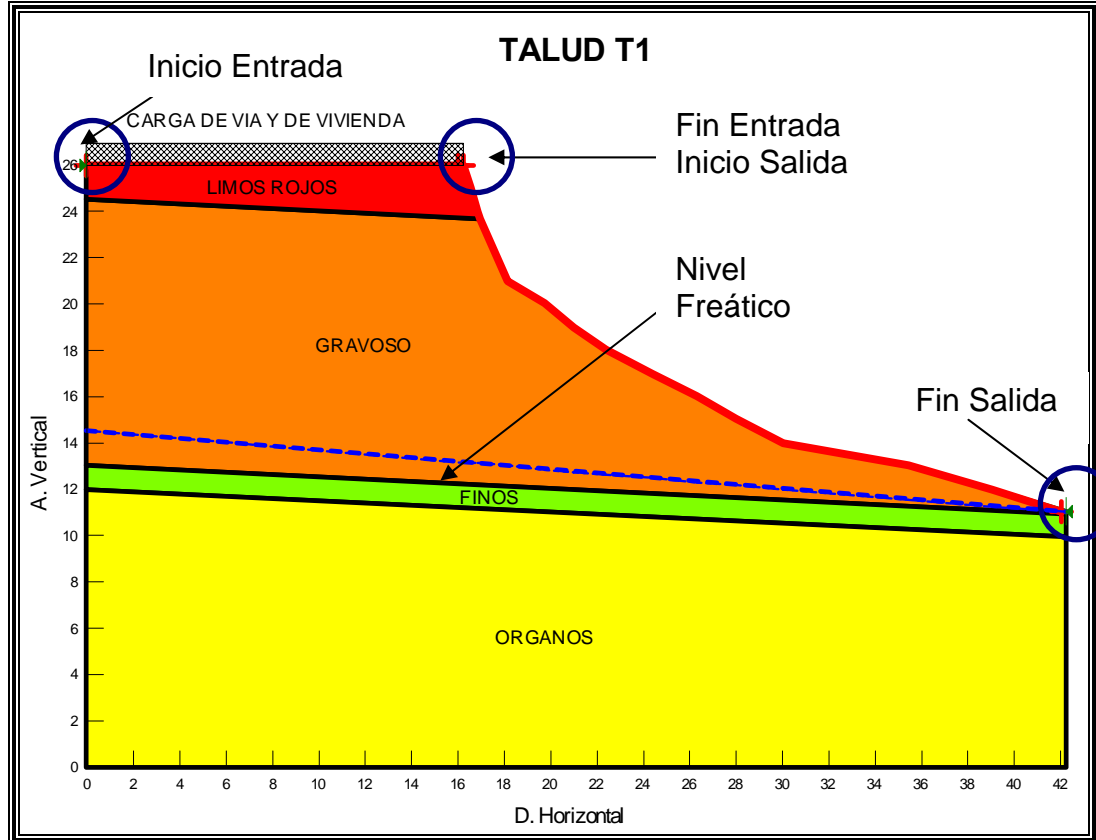
#### 4.3 GEOSTUDIO 2004. SLOPE W

Para el análisis de la estabilidad de los taludes se utilizó el software SLOPE W\*. Versión profesional o de licencia completa. El programa permite esbozar el talud con la geometría y la cantidad de suelos que se desee, además se pueden generar los niveles freáticos y asignarles a cuales capas de suelo debe afectar esta presión de poros y lo más importante es que permite modelar tanto las condiciones estáticas como las dinámicas del talud, es decir, es un software muy completo pero sobre todo muy confiable y didáctico.

---

\* Slope W. software con licencia completa perteneciente a la CDMB.

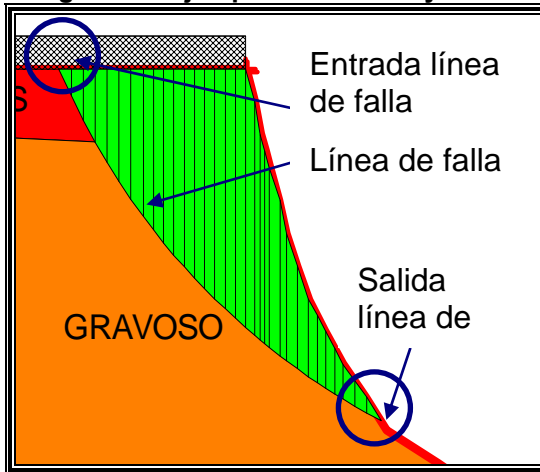
Figura 46. Explicación de los elementos de análisis.



La metodología que se utilizó para generar las líneas de falla se desarrollo en dos pasos:

1. Se usó la opción de análisis de falla **Auto localizada**, la cual busca automáticamente la línea de falla más crítica, pero con una precisión no muy buena.
2. Una vez se conoció la zona en donde se estaba generando la falla, entonces, se usó la opción de análisis de falla de **Entrada y Salida**. En este sistema se le debe indicar al programa la zona en donde queremos que se empiecen a formar las líneas de falla (Entrada) y en donde queremos que se terminen (salida). Estas zonas están delimitadas por los puntos de inicio de entrada y fin de entrada e inicio de salida y fin de salida, tal como se observa en la figura 46 y 47.

Figura 47. Ejemplo de Entrada y Salida

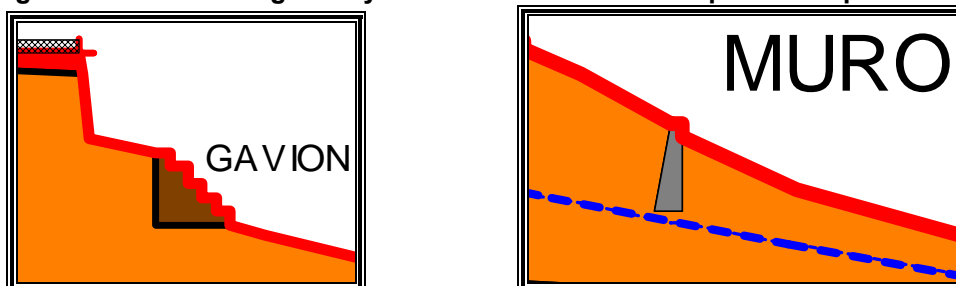


Las diferentes estructuras de contención que se encuentran en los taludes, tales como los muros en concreto ciclópeo, los gaviones o las pantallas ancladas, se tuvieron en cuenta para el análisis, otorgándoles unas propiedades de acuerdo a sus características y su naturaleza.

Tabla 3. Propiedades utilizadas en Slope W para las obras de arte.

ESTRUCTURA	DENSIDAD (KN/m <sup>3</sup> )	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	COHESION (KN/m <sup>2</sup> )
Concreto Ciclópeo	24	30	1000
Gavión	17	35	100

Figura 48. Grafica del gavión y el muro de concreto ciclópeo en Slope W

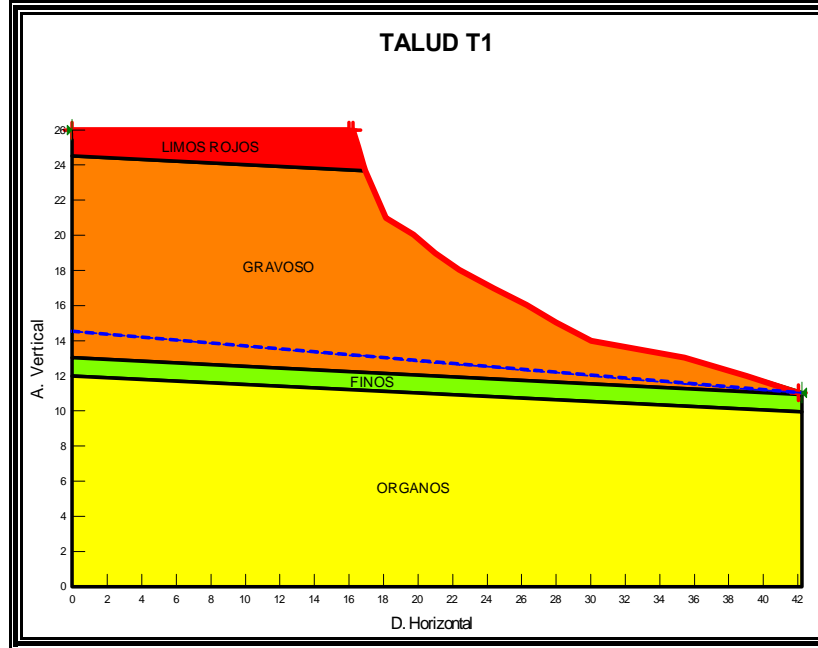


#### 4.4 CARGAS DE VIA Y DE VIVIENDA

Se utilizó el talud **T1** para analizar los resultados que se obtienen, en cuanto a la estabilidad de los taludes, cuando se colocan las cargas de vía y de vivienda cuyo valor es de 10 KN/m<sup>2</sup> en ambos casos.

Se escogió el **T1**, debido a que la falla ocurre justo debajo del lugar de aplicación de la carga lo que generaba las condiciones propicias para la mayor reducción posible en el factor de seguridad.

Figura 49. Talud T1 sin carga de vía y vivienda y resultados.



#### ESTATICO

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.705	-
Bishop:	1.876	-
Janbu:	-	1.708
Spencer:	1.870	1.872
Slip Surface #:	1331 of 1331	

#### DINAMICO

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.297	-
Bishop:	1.413	-
Janbu:	-	1.281
Spencer:	1.416	1.426
Slip Surface #:	1331 of 1331	

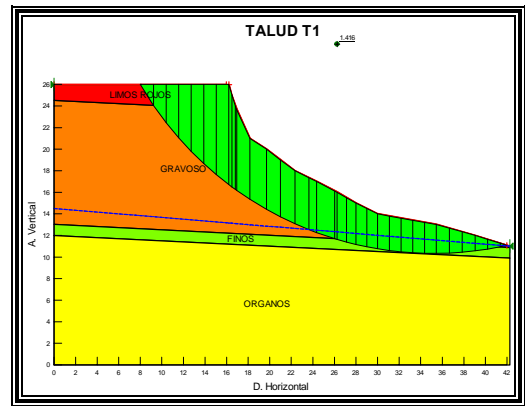
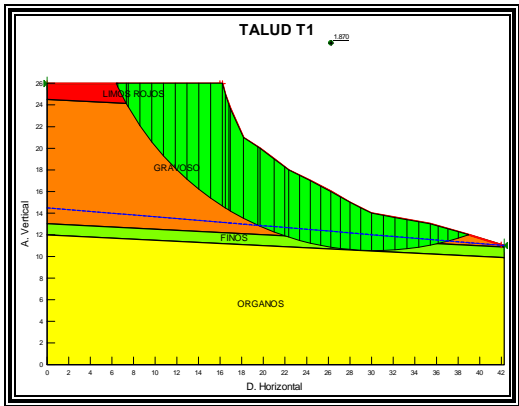
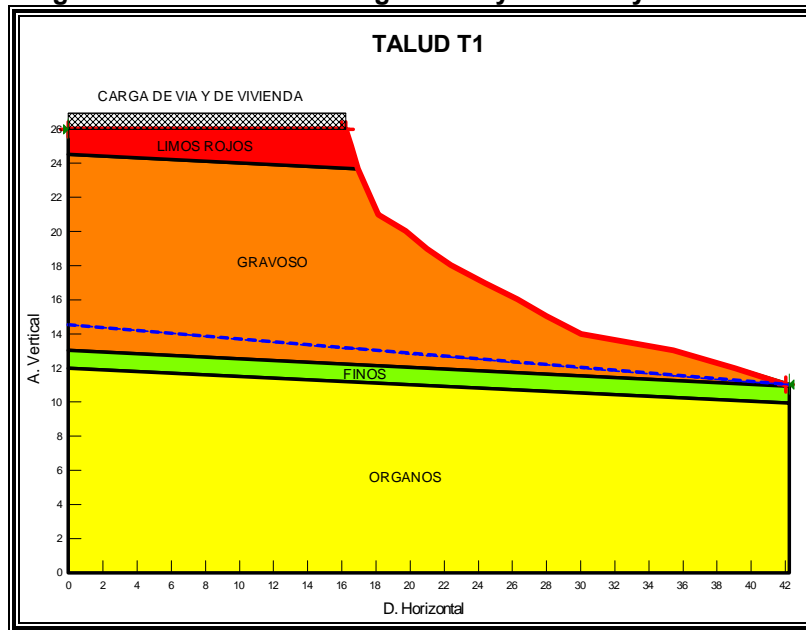


Figura 50. Talud T1 con carga de vía y vivienda y resultados.

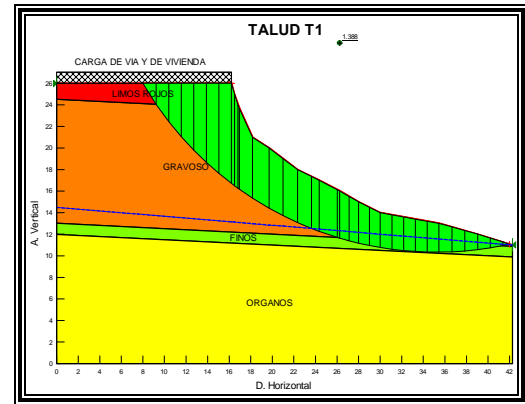
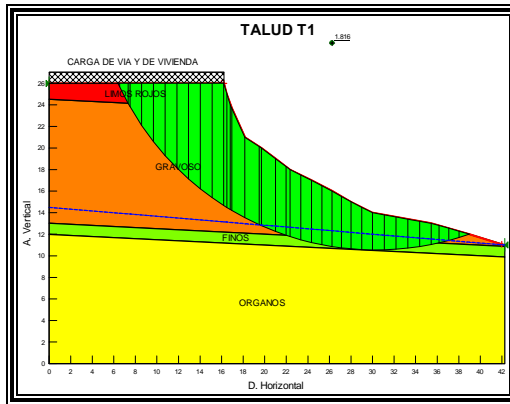


**ESTATICO**

**DINAMICO**

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.649	-
Bishop:	1.822	-
Janbu:	-	1.650
Spencer:	1.816	1.818
Slip Surface #:	1331 of 1331	

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.268	-
Bishop:	1.386	-
Janbu:	-	1.254
Spencer:	1.388	1.398
Slip Surface #:	1331 of 1331	



La diferencia mas grande se presenta para las condiciones estáticas, sin embargo, la disminución en el factor de seguridad no supera el valor de 0.06, lo que muestra, que si bien la diferencia no es muy grande, es importante tener en cuenta las cargas externas en el momento de realizar el análisis de los taludes.

#### 4.5 AFECTACION SISMICA

Los movimientos pueden activar deslizamientos de tierra. Cuando se produce el sismo se generan tres efectos sobre el talud asociados a la onda sísmica:

- 📊 Aumento de los esfuerzos cortantes.
- 📊 Disminución de la resistencia por aumento en la presión de poros.
- 📊 Deformaciones.

Según Suárez<sup>30</sup> los factores que deben tenerse en cuenta para los análisis de taludes y laderas expuestos a eventos sísmicos son los siguientes:

<sup>30</sup> SUAREZ DIAZ J. Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales. 1998

- a. El valor de las fuerzas sísmicas aplicadas sobre las masas de suelo potencialmente deslizables.
- b. La disminución de la resistencia debida a las cargas vibratorias, las cuales inducen deformaciones cíclicas.
- c. El aumento de la presión de poros.
- d. En aumento de la fuerza sísmica generado por la amplificación en los mantos de suelos blandos.
- e. Fenómenos de resonancia.

El software SLOPE W tiene en cuenta los factores mas importantes y relevantes para el factor de seguridad, solo es necesario ingresar el valor del coeficiente sísmico horizontal y el programa reproduce los efectos sobre el talud.

Para elegir el valor del coeficiente es necesario tener en cuenta la geología, la amenaza de ocurrencia del sismo y las características del sismo de referencia. La CDMB ha utilizado un valor de coeficiente igual a **0.15** como valor estándar, pero en este momento se discute si esta cuantía es la que debemos utilizar, inclusive se habla por parte de Ingeominas de un valor cercano a 0.27 en la zona de escarpa estudiada en el presente trabajo.

El estudio completo se realizará para un coeficiente sísmico igual al utilizado por la CDMB, apoyados en que es la misma cuantía que se usa en California, Estados Unidos, uno de lugares con mayor amenaza sísmica en el mundo y muy similar a la de la ciudad de Bucaramanga.

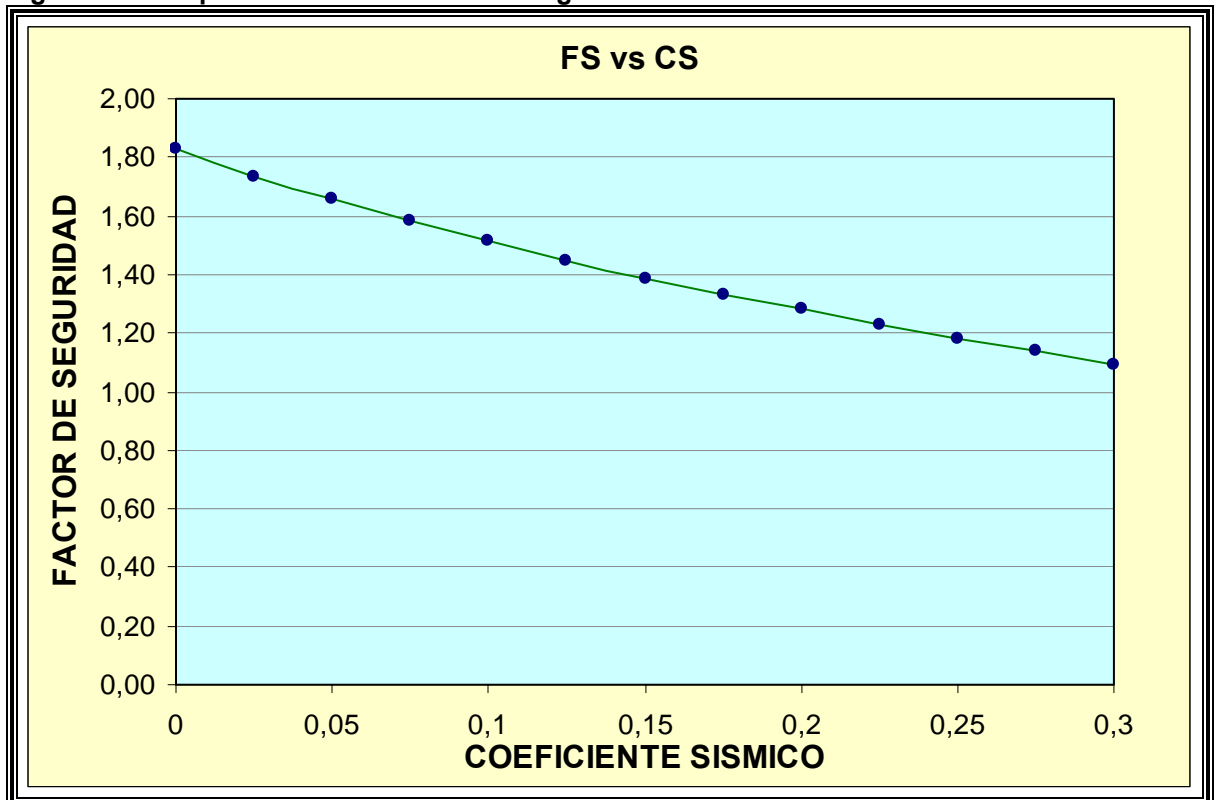
Sin embargo se escogieron un par de taludes para analizar el comportamiento del factor de seguridad a medida que se aumenta el coeficiente sísmico. A continuación se presentan los datos y la gráfica de los mismos para el talud **T1**.

**Tabla 4. Comportamiento del factor de seguridad frente al coeficiente sísmico.**

ANÁLISIS SISMICO SOBRE EL TALUD T1	
Coeficiente Sísmico	Factor de Seguridad
0	1,831
0,025	1,734
0,05	1,659
0,075	1,583
0,1	1,513
0,125	1,448
0,15	1,388
0,175	1,331
0,2	1,280
0,225	1,230
0,25	1,182
0,275	1,137
0,3	1,095

Fuente: Excel. El Autor

**Figura 51. Comportamiento del factor de seguridad frente al coeficiente sísmico.**



Fuente: Excel. El Autor

## 4.6 PRESENTACION DE RESULTADOS. SLOPE W.

Antes de entrar a ver todo los resultados obtenidos por medio del programa SLOPE W, se dará una breve explicación de cada una de las figuras mostradas para cada talud, las cuales son:


**4.6.1 Talud:** En esta figura se puede apreciar la geometría del talud, la estratificación de los suelos con las propiedades definidas en el capítulo anterior, la línea piezométrica, las cargas de vía y vivienda y la zona de entrada y salida de las líneas de falla para el correspondiente análisis.

**4.6.2 Análisis Estático y dinámico:** Dentro de cada uno de estos ítems podemos encontrar.

✚ Factor de Seguridad: Muestra los diferentes resultados para cada una de las metodologías utilizadas por el software SLOPE W, el método elegido para el análisis fue el de **SPENCER** por equilibrio de momentos, el cual se encuentra dentro de un recuadro azul para ser diferenciado. Fue escogido **SPENCER** ya que es considerado uno de los métodos más completos y confiables que existen, la razón para ello es que con él se pueden generar superficies de falla de cualquier forma, el análisis se realiza por equilibrio de fuerzas y también de momentos y además se tienen en cuenta las fuerzas existentes entre las dovelas asumiendo que las resultantes entre estas tienen una inclinación constante pero desconocida, satisfaciendo de esta manera el equilibrio estático.

✚ Línea de Falla Crítica: Muestra la línea de falla con el menor factor de seguridad, es decir, la que se obtuvo por el método de **SPENCER**

en el equilibrio de momentos. Además se puede observar el centro de giro de dicha línea.

 Mapa de Seguridad: En esta figura se muestran unas franjas de seis diferentes colores que van desde el rojo hasta el celeste, cada uno de los cuales contiene un rango de valores para el factor de seguridad, el cual depende del valor para la falla crítica, es decir:

Factor de seguridad para la falla crítica = **1.168**

Rangos = **1.1-1.2, 1.2-1.3, 1.3-1.4, 1.5-1.6, 1.6-1.7, 1.7-1.8.**

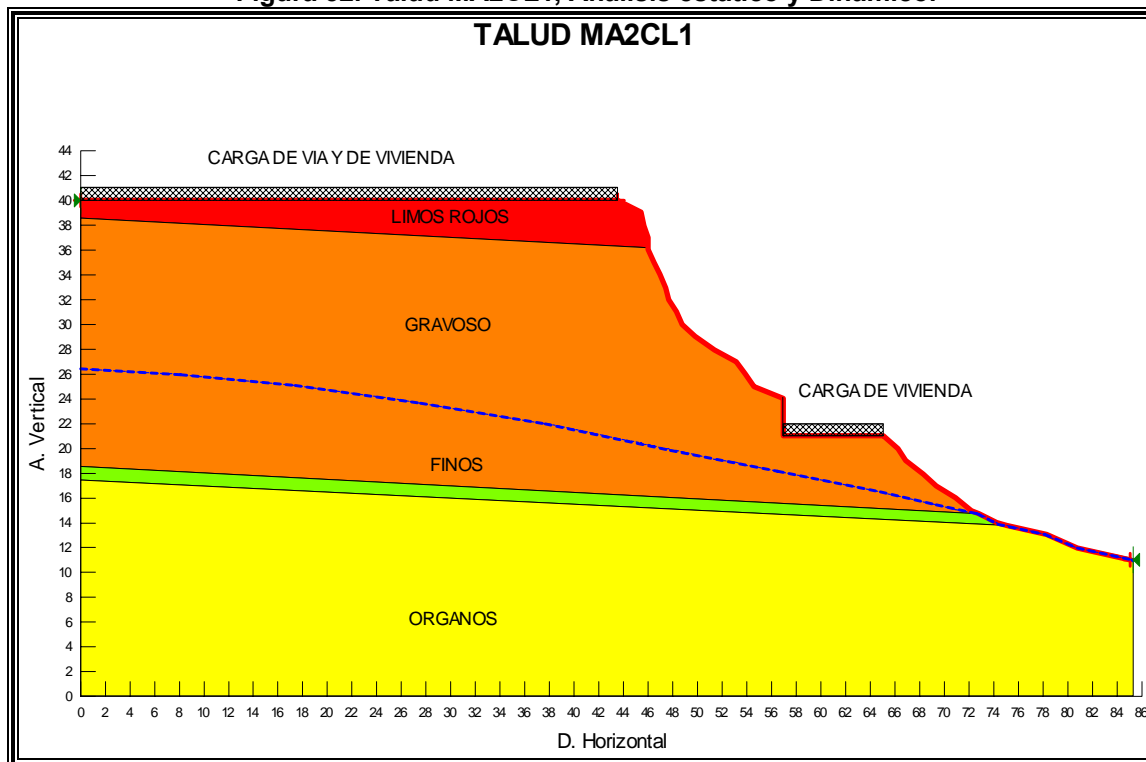
Por lo tanto el mapa de seguridad nos muestra una visión mas completa de la amenaza bajo la que se encuentra el talud en estudio y nos permite tomar decisiones basados en un grupo de líneas de falla y no únicamente en la línea de falla crítica.

A continuación se muestran todos los taludes estudiados, con sus correspondientes figuras.

# SAN GERARDO



Figura 52. Talud MA2CL1, Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 52 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.135	-
Bishop:	1.172	-
Janbu:	-	1.000
Spencer:	1.168	1.165
Slip Surface #:	1331 of 1331	

**DINAMICO**

Figura 52 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.929	-
Bishop:	0.971	-
Janbu:	-	0.911
Spencer:	0.989	0.989
Slip Surface #:	1331 of 1331	

Figura 52 c. Línea de Falla Crítica.

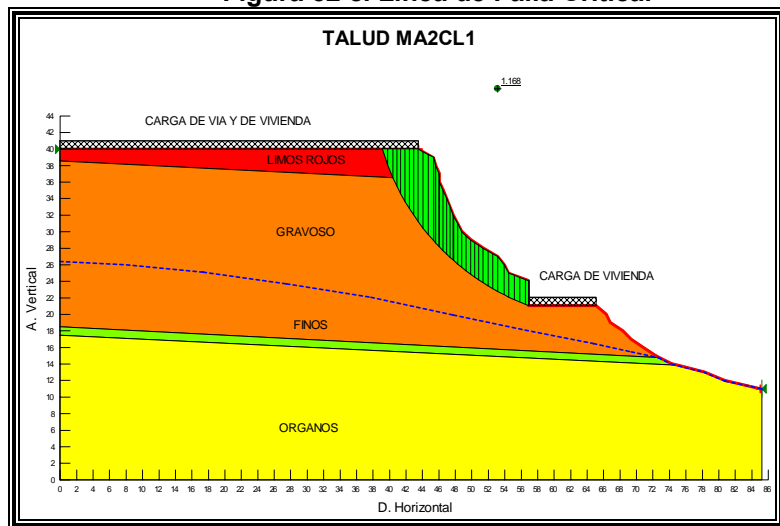


Figura 52 d. Línea de Falla Crítica.

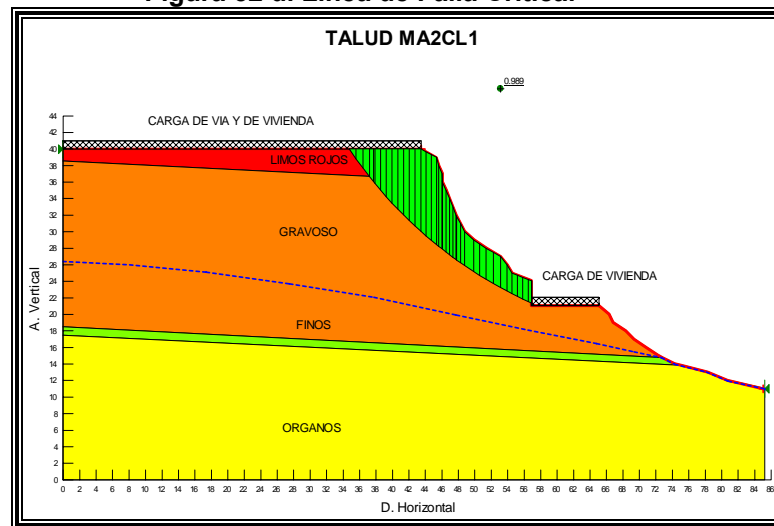


Figura 52 e. Mapa de Seguridad.

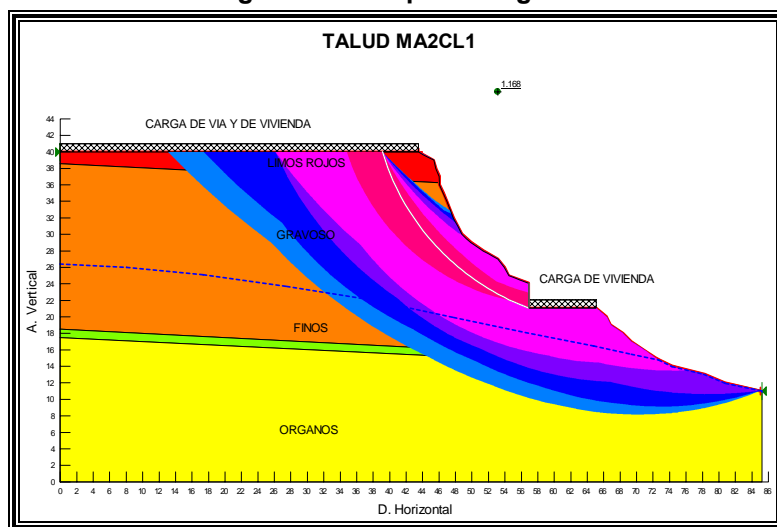


Figura 52 f. Mapa de Seguridad.

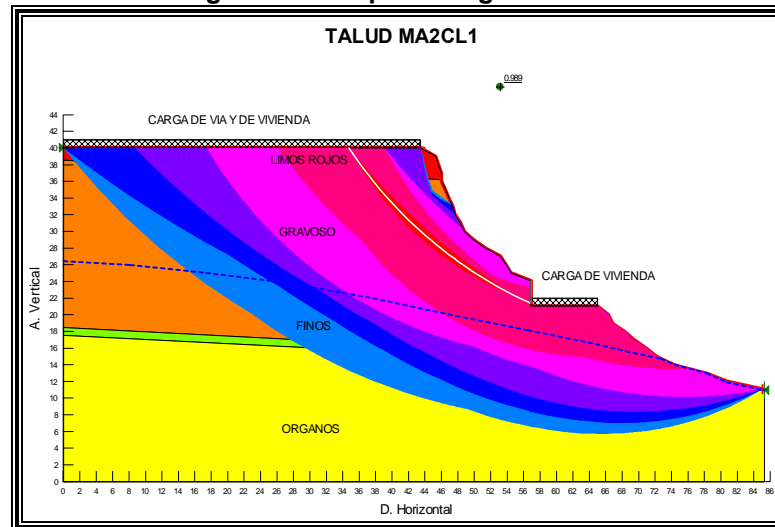
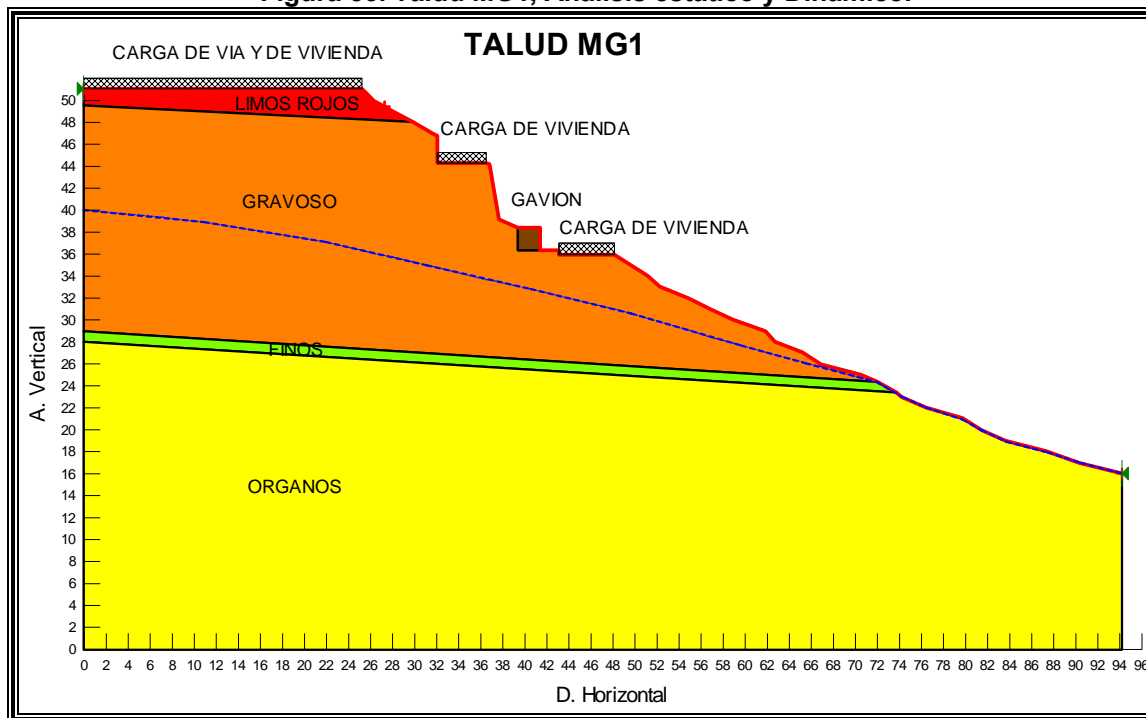


Figura 53. Talud MG1, Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 53 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.343	-
Bishop:	1.442	-
Janbu:	-	1.357
Spencer:	1.435	1.436
Slip Surface #:	1331 of 1331	

**DINAMICO**

Figura 53 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.006	-
Bishop:	1.076	-
Janbu:	-	1.005
Spencer:	1.076	1.085
Slip Surface #:	1331 of 1331	

Figura 53 c. Línea de Falla Crítica.

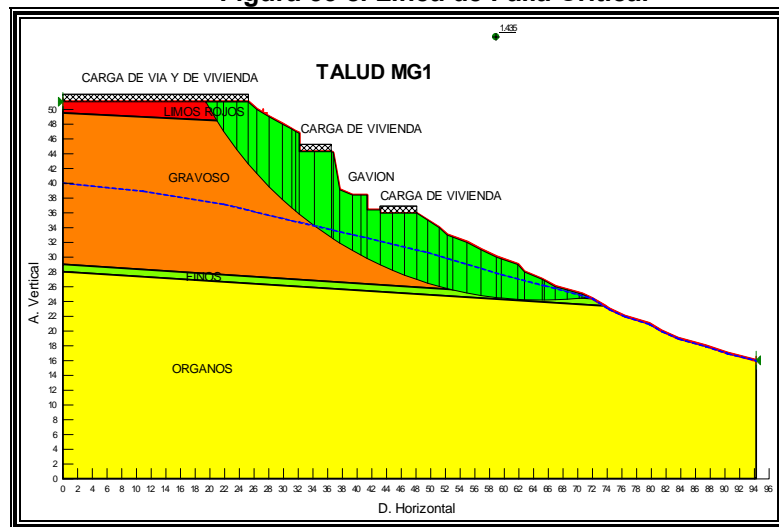


Figura 53 d. Línea de Falla Crítica.

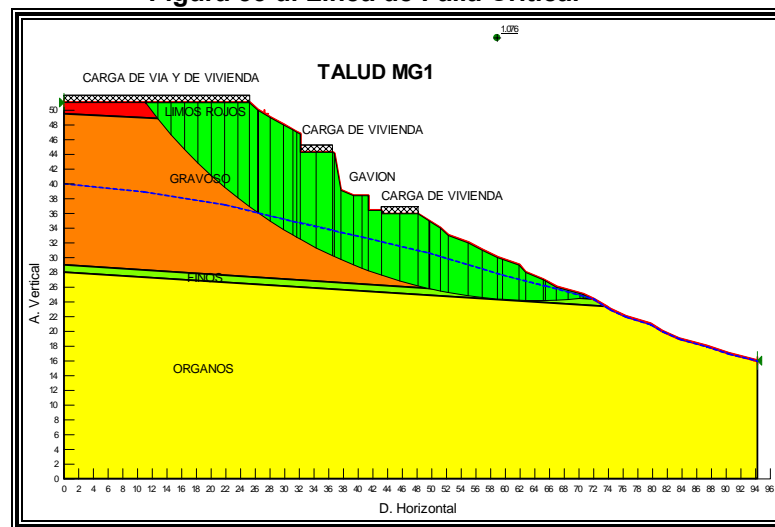


Figura 53 e. Mapa de Seguridad.

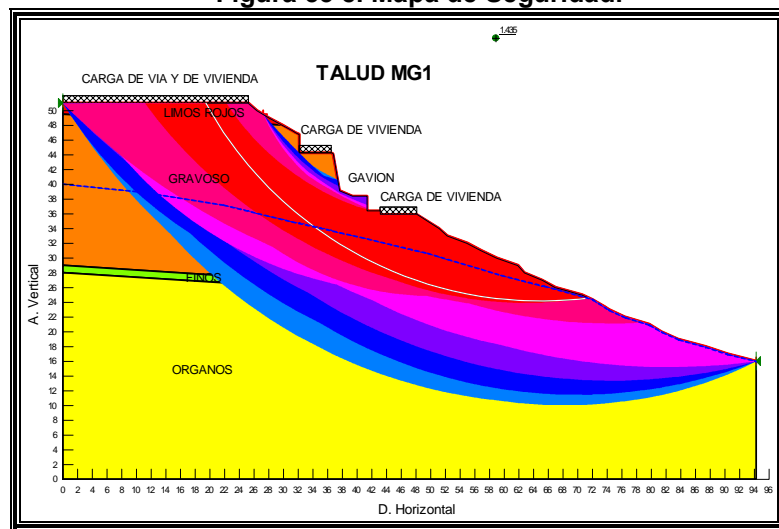


Figura 53 f. Mapa de Seguridad.

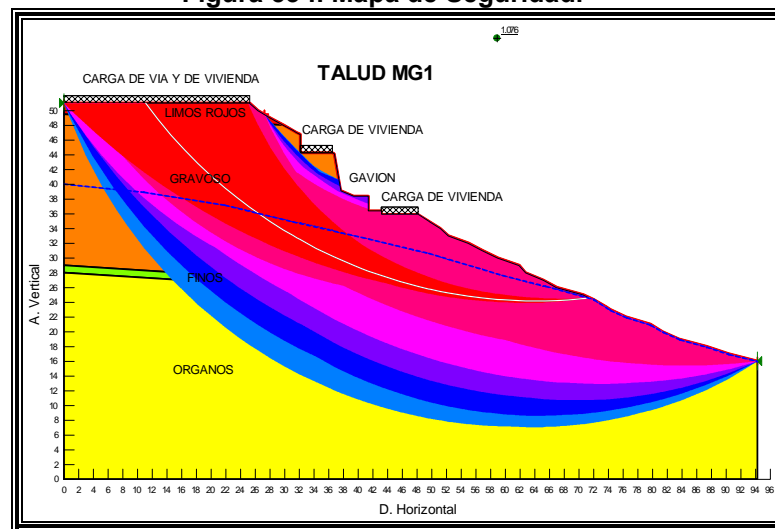
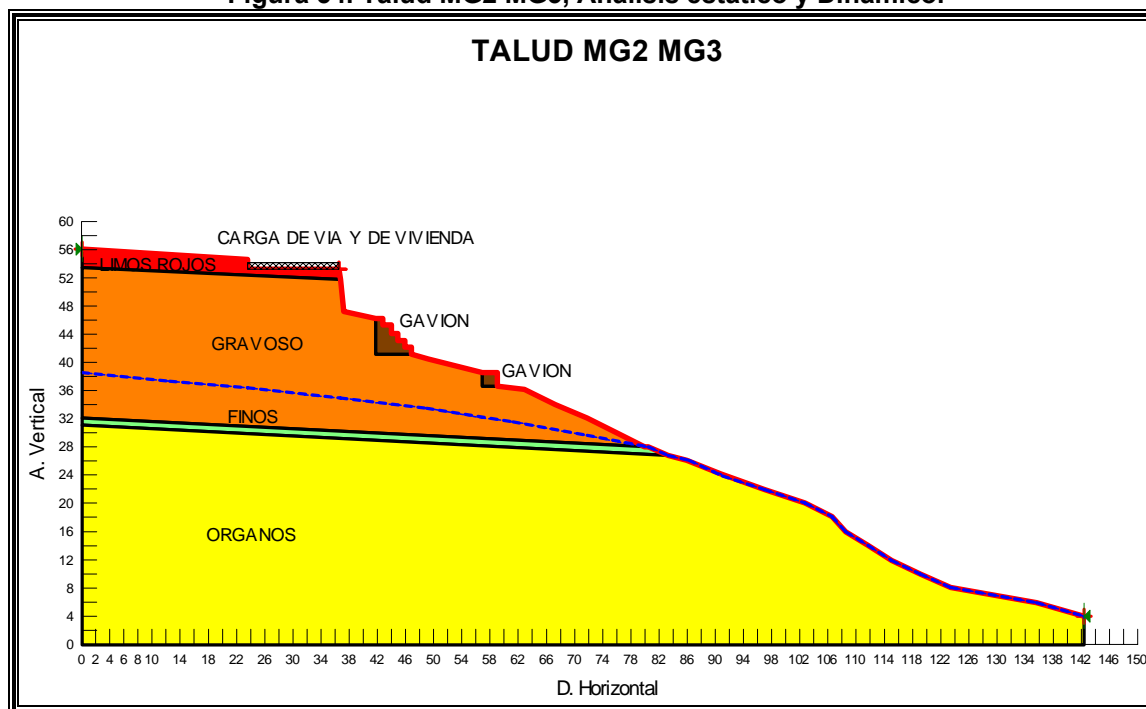


Figura 54. Talud MG2 MG3, Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 54 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.320	-
Bishop:	1.305	-
Janbu:		1.356
Spencer:	1.333	1.340
Slip Surface #:		1331 of 1331

**DINAMICO**

Figura 54 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.144	-
Bishop:	1.133	-
Janbu:		1.146
Spencer:	1.135	1.140
Slip Surface #:		1331 of 1331

Figura 54 c. Línea de Falla Crítica.

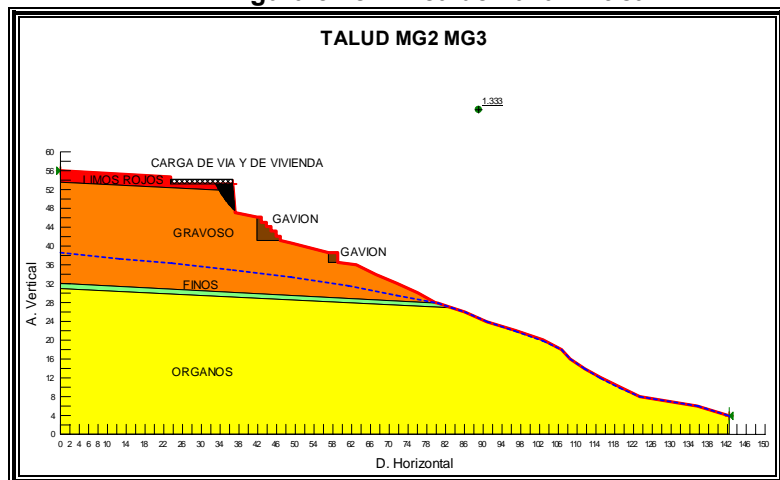


Figura 54 d. Línea de Falla Crítica.

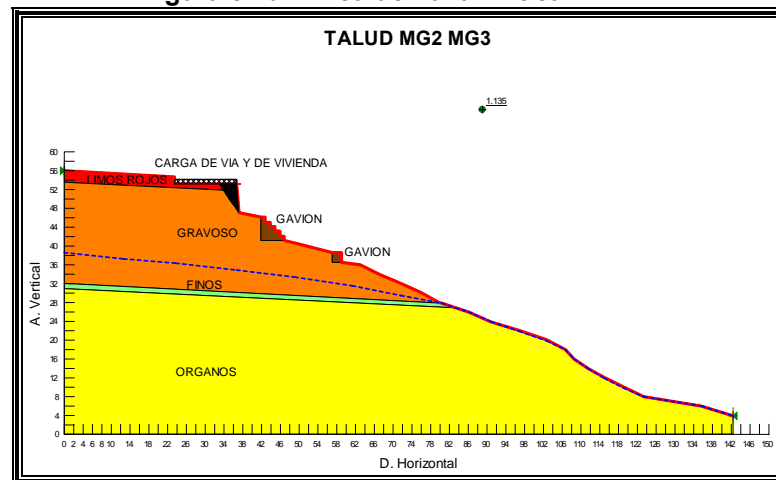


Figura 54 e. Mapa de Seguridad.

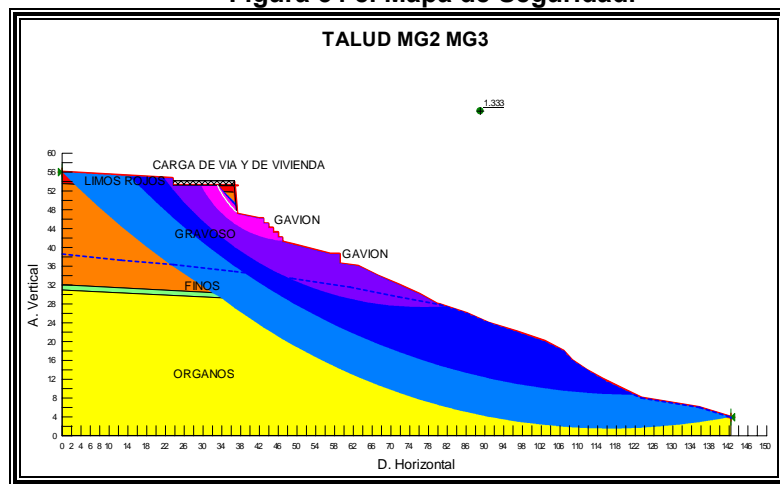


Figura 54 f. Mapa de Seguridad.

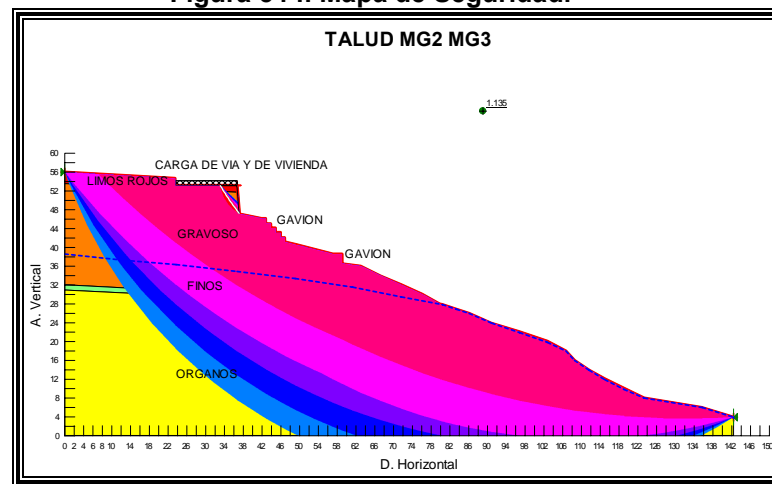
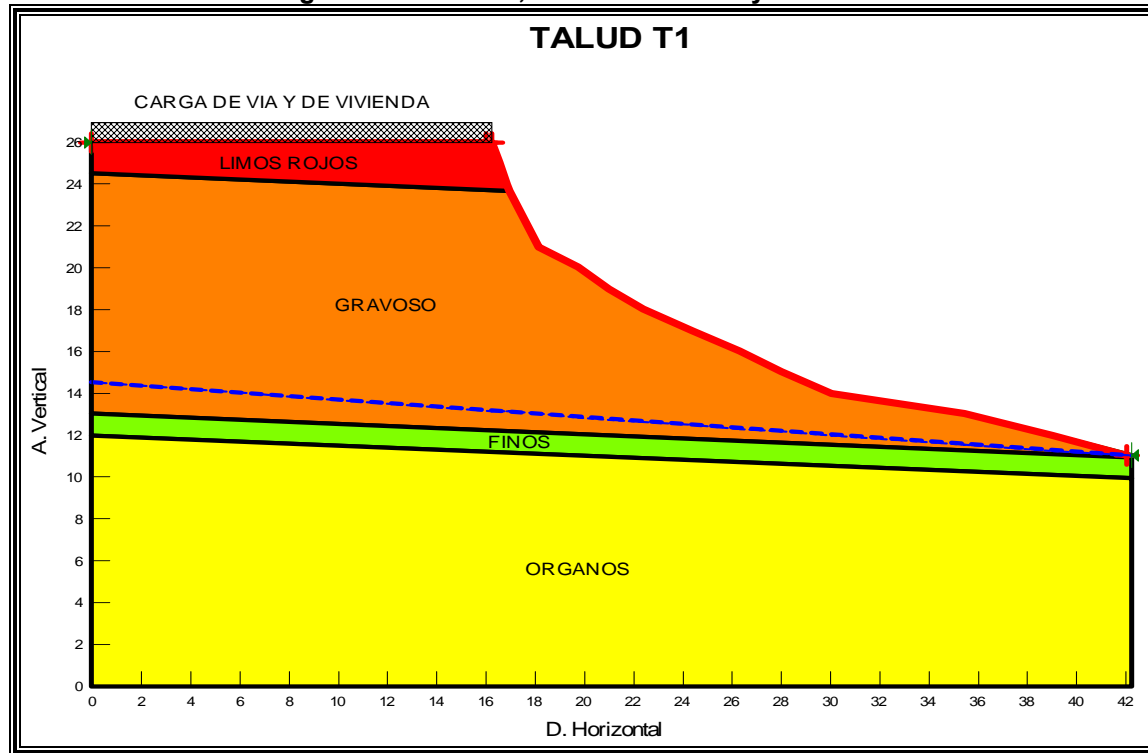


Figura 55. Talud T1, Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 55 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.649	-
Bishop:	1.822	-
Janbu:	-	1.650
Spencer:	1.816	1.818
Slip Surface #:		1331 of 1331

**DINAMICO**

Figura 55 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.268	-
Bishop:	1.386	-
Janbu:	-	1.254
Spencer:	1.388	1.398
Slip Surface #:		1331 of 1331

Figura 55 c. Línea de Falla Crítica.

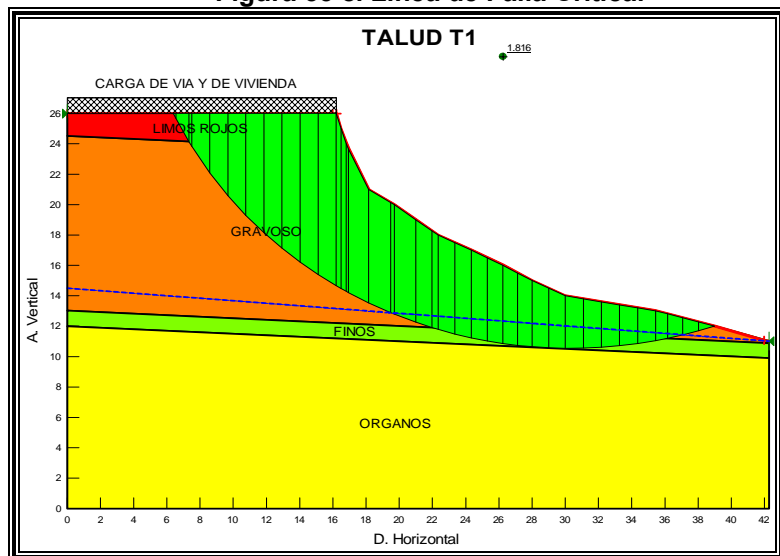


Figura 55 d. Línea de Falla Crítica.

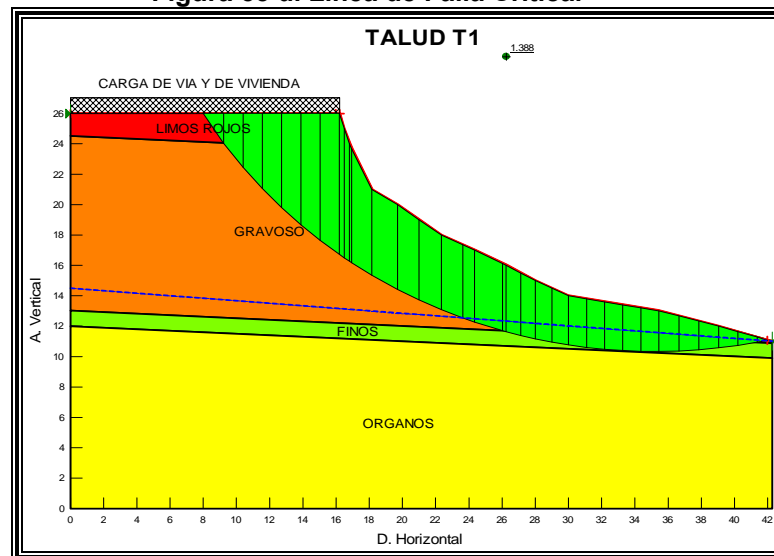


Figura 55 e. Mapa de Seguridad.

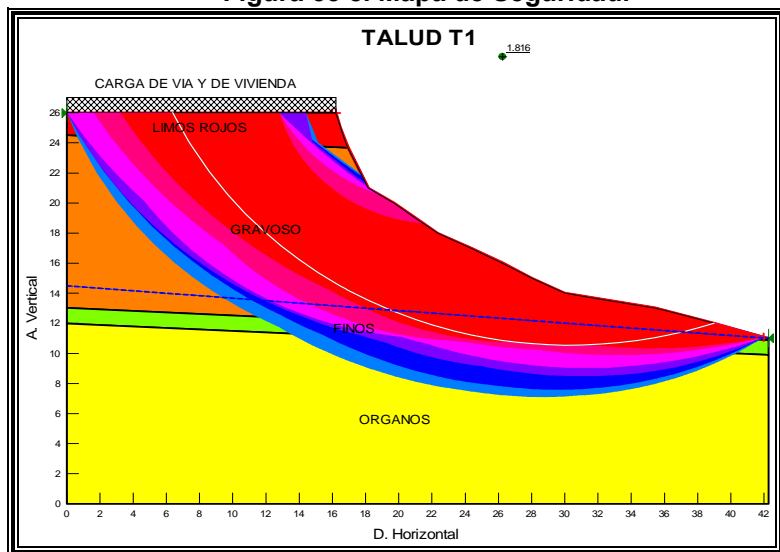


Figura 55 f. Mapa de Seguridad.

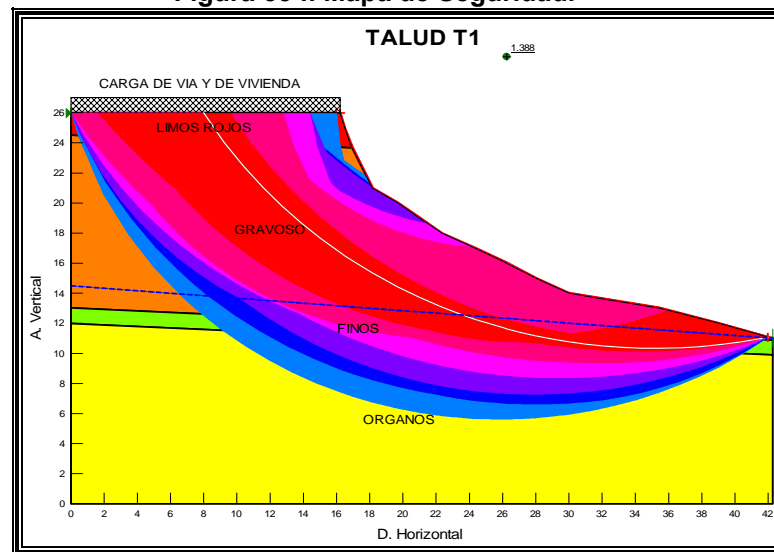
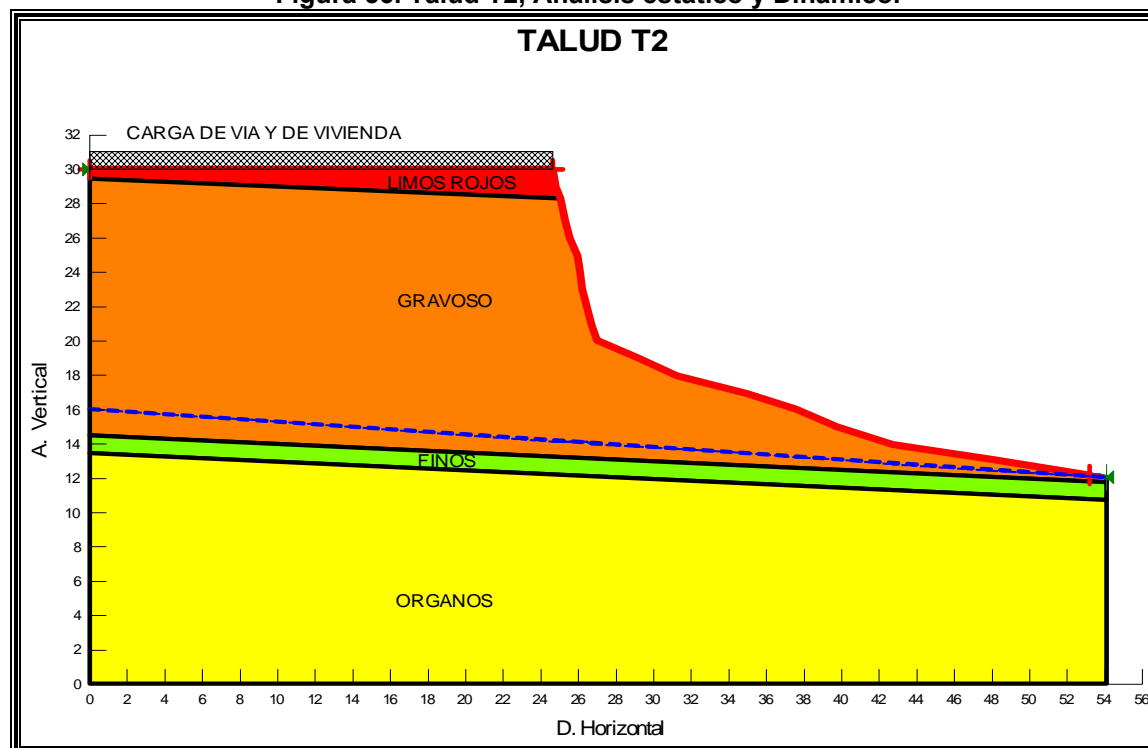


Figura 56. Talud T2, Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 56 a. Factor de Seguridad.

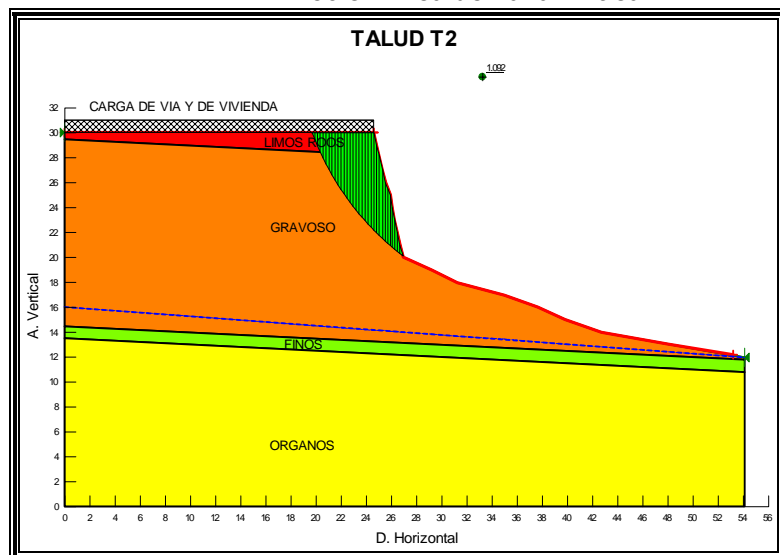
	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.103	-
Bishop:	1.062	-
Janbu:	-	1.111
Spencer:	1.092	1.098
Slip Surface #:		1331 of 1331

**DINAMICO**

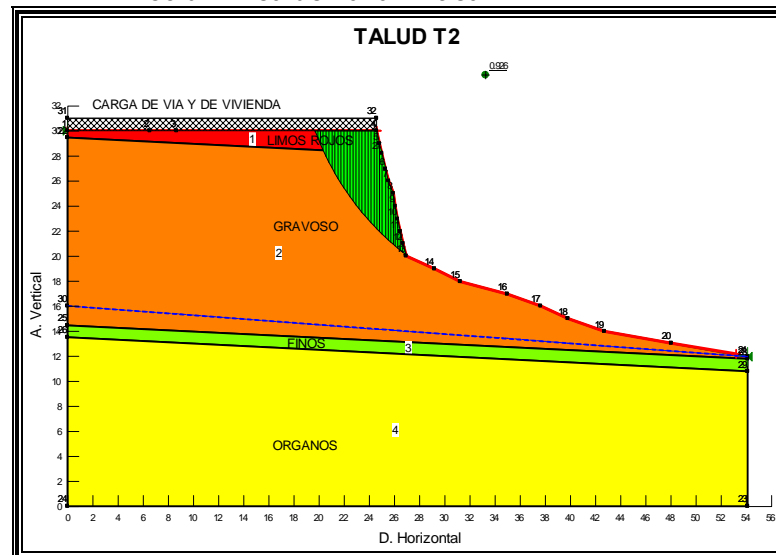
Figura 56 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.933	-
Bishop:	0.930	-
Janbu:	-	0.922
Spencer:	0.926	0.924
Slip Surface #:		1331 of 1331

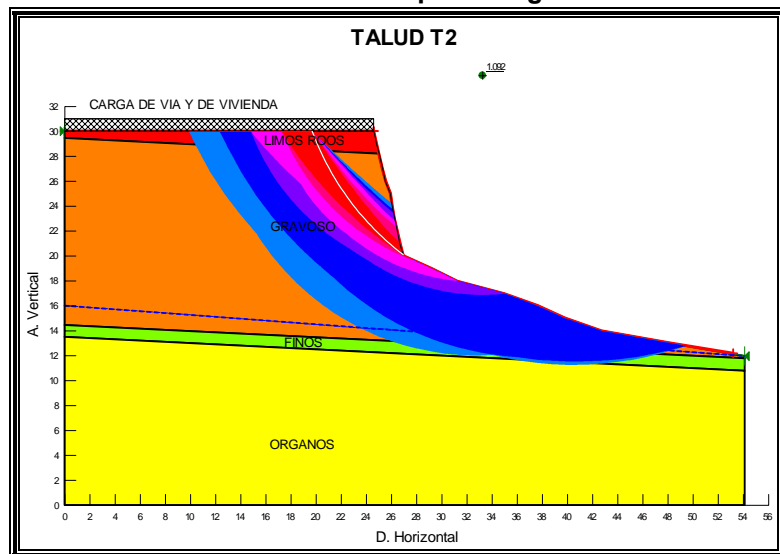
56 c. Línea de Falla Crítica.



56 d. Línea de Falla Crítica.



56 e. Mapa de Seguridad.



56 f. Mapa de Seguridad.

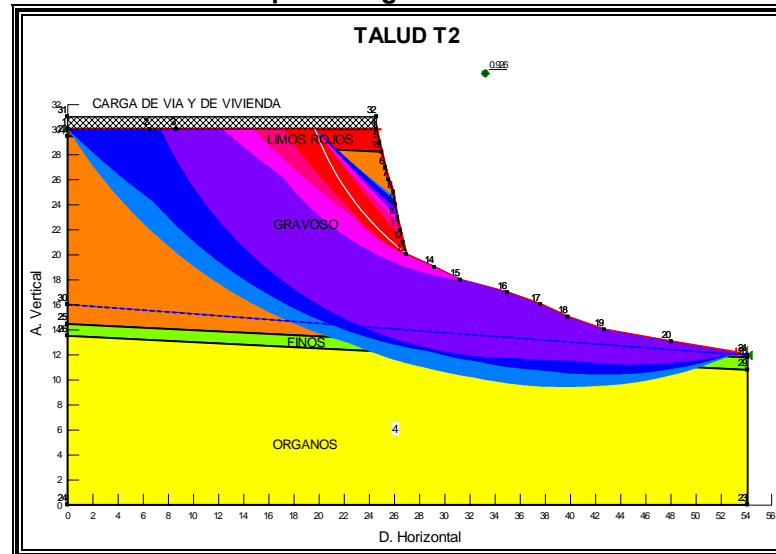
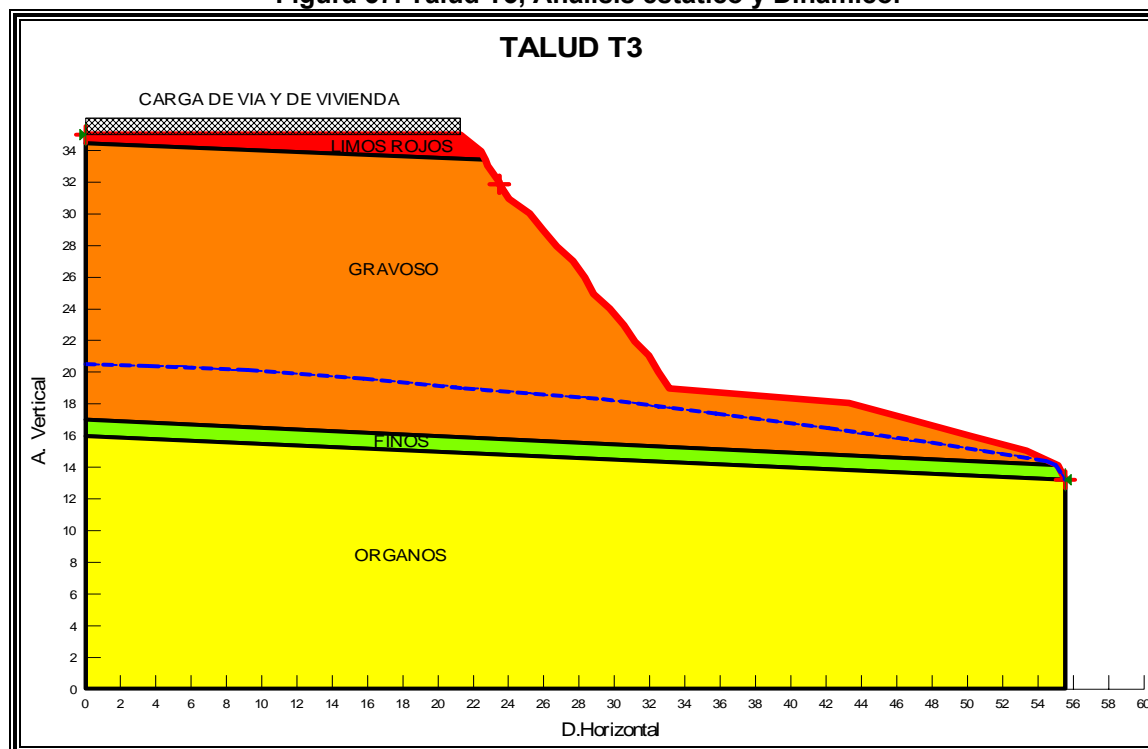


Figura 57. Talud T3, Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 57 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.205	-
Bishop:	1.245	-
Janbu:	-	1.199
Spencer:	1.242	1.242
Slip Surface #:		2541 of 2541

**DINAMICO**

Figura 57 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.985	-
Bishop:	1.021	-
Janbu:	-	0.965
Spencer:	1.016	1.023
Slip Surface #:		2541 of 2541

Figura 57 c. Línea de Falla Crítica.

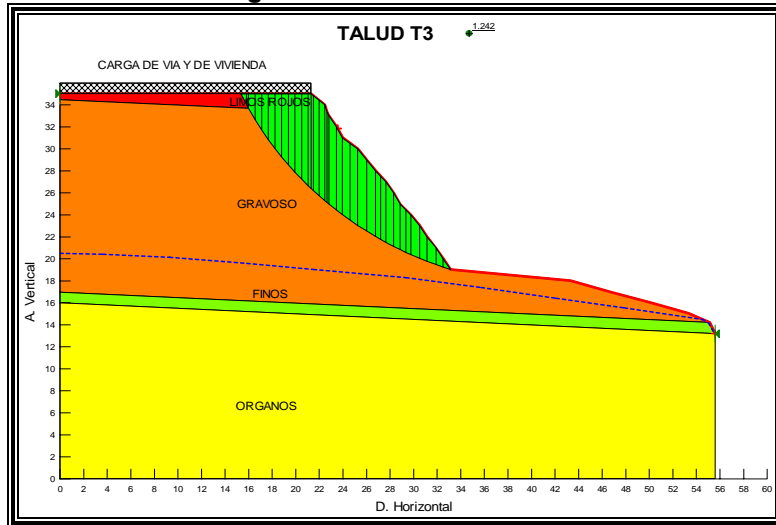


Figura 57 d. Línea de Falla Crítica.

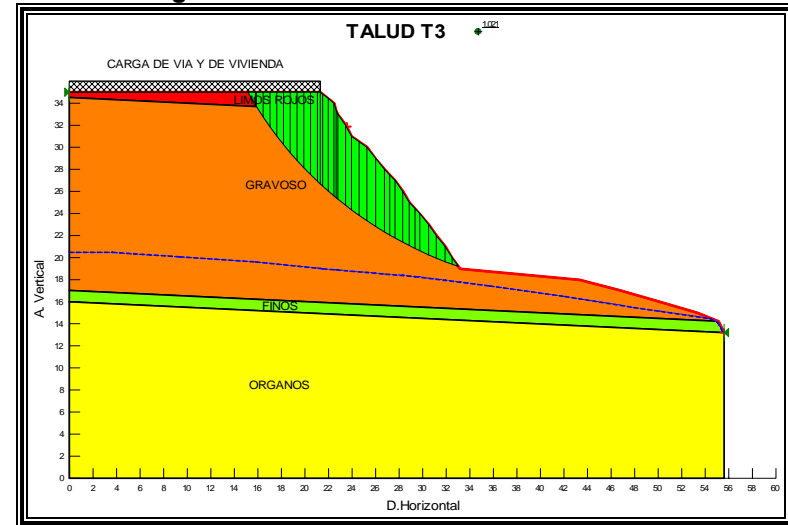


Figura 57 e. Mapa de Seguridad.

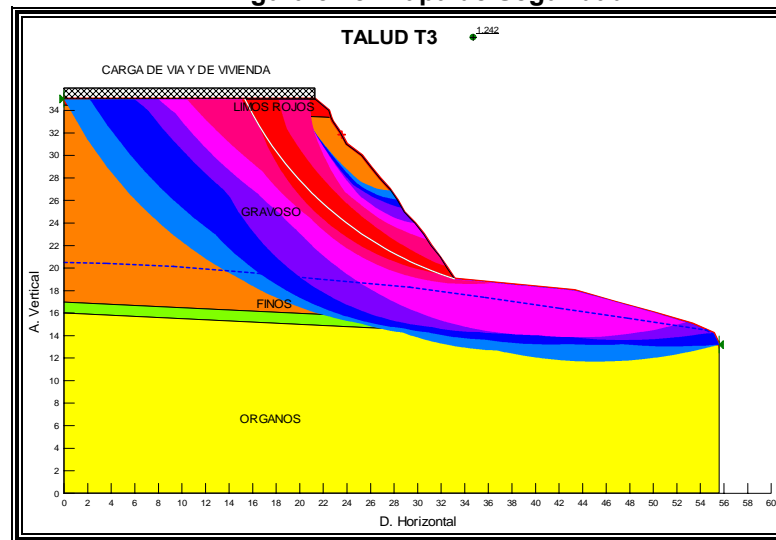


Figura 57 f. Mapa de Seguridad.

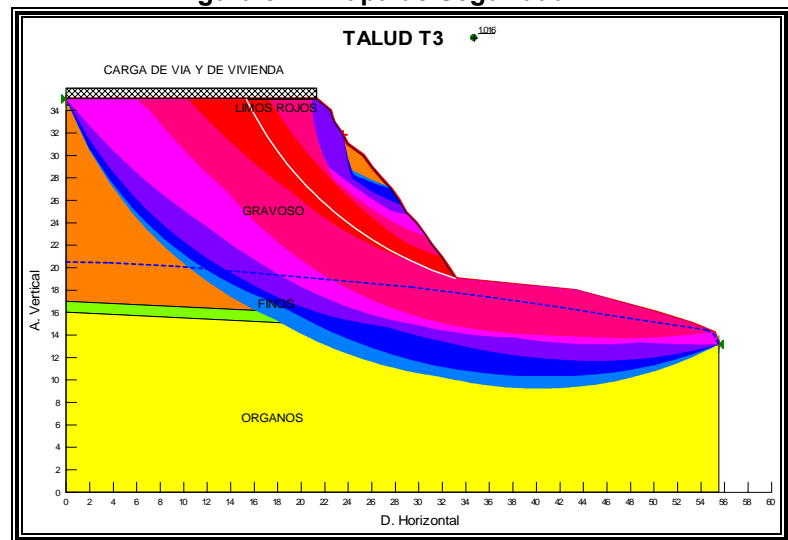
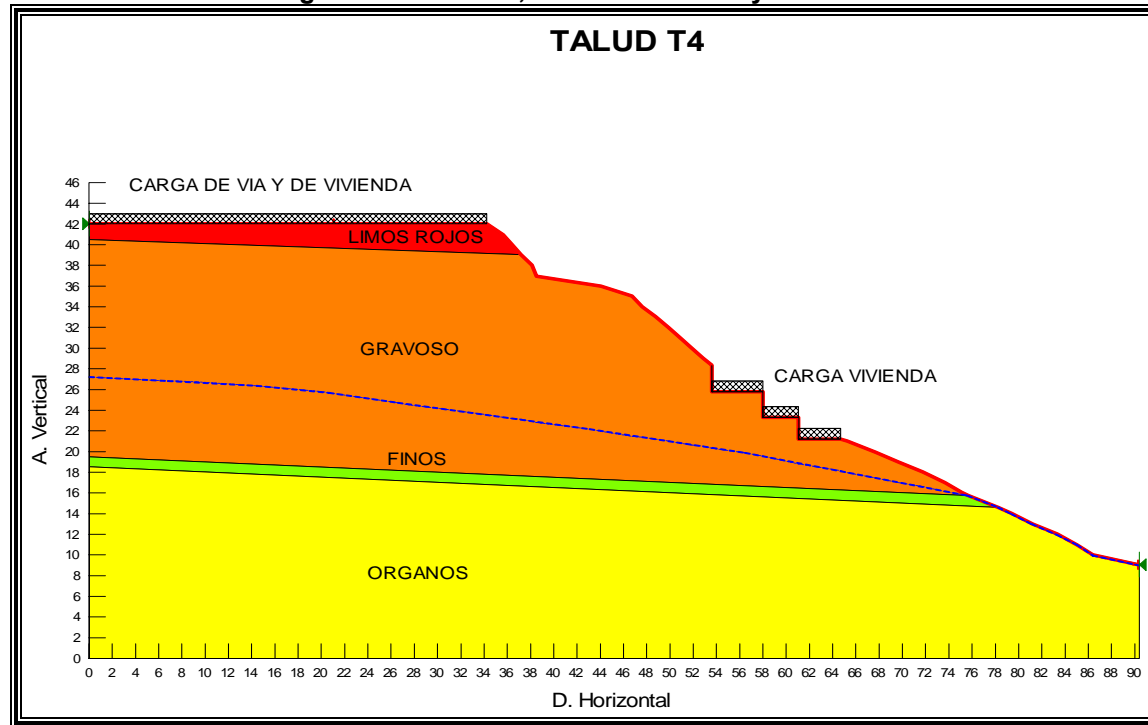


Figura 58. Talud T4, Análisis estático y Dinámico.



ESTATICO

Figura 58 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.459	-
Bishop:	1.517	-
Janbu:	-	1.454
Spencer:	1.512	1.513
Slip Surface #:	1331 of 1331	

DINAMICO

Figura 58 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.084	-
Bishop:	1.134	-
Janbu:	-	1.067
Spencer:	1.131	1.139
Slip Surface #:	1331 of 1331	

Figura 58 c. Línea de Falla Crítica.

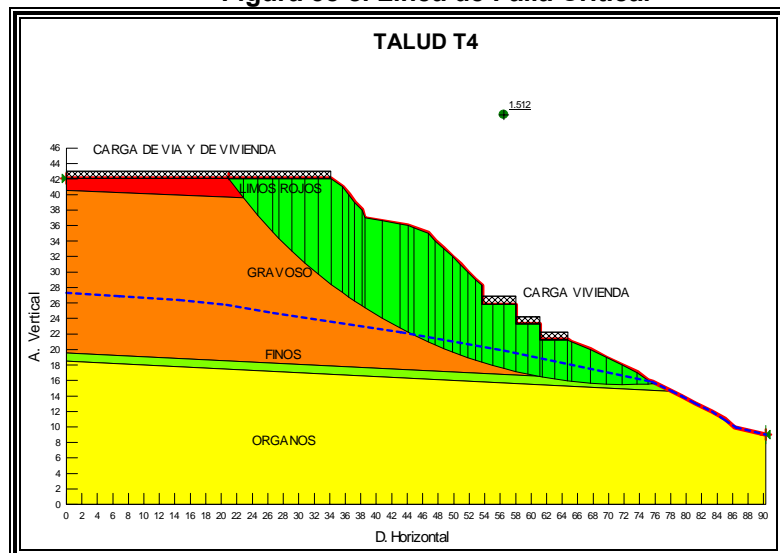


Figura 58 d. Línea de Falla Crítica.

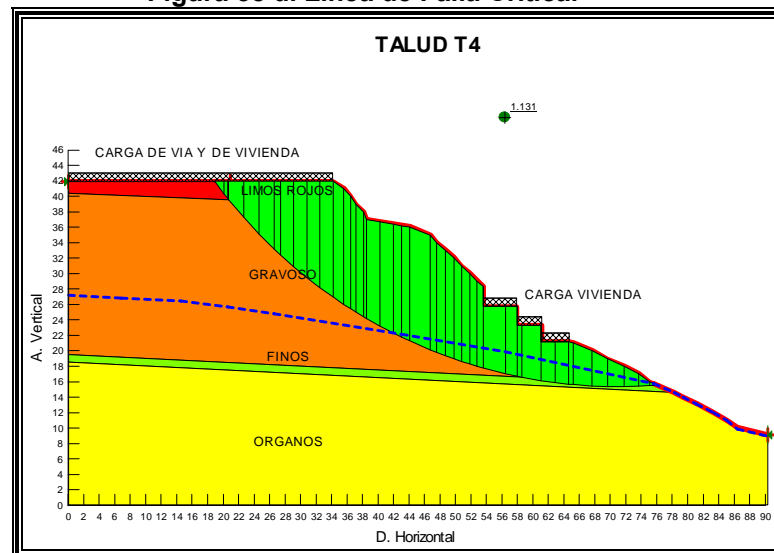


Figura 58 e. Mapa de Seguridad.

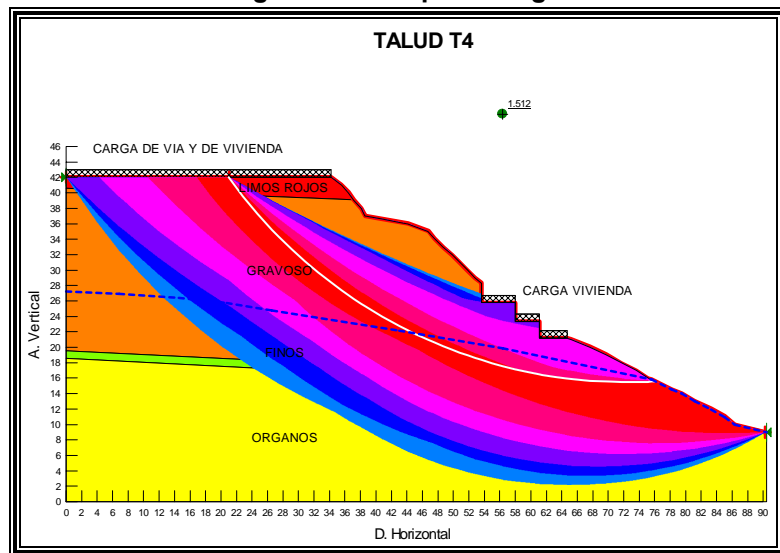


Figura 58 f. Mapa de Seguridad.

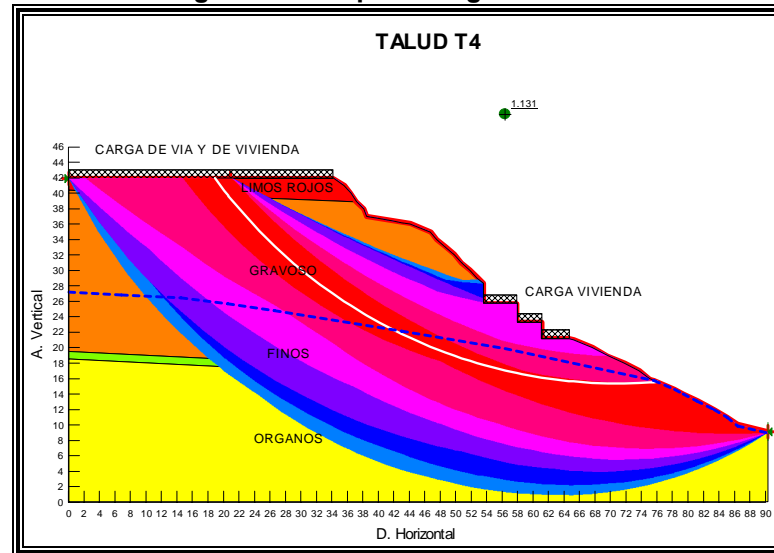
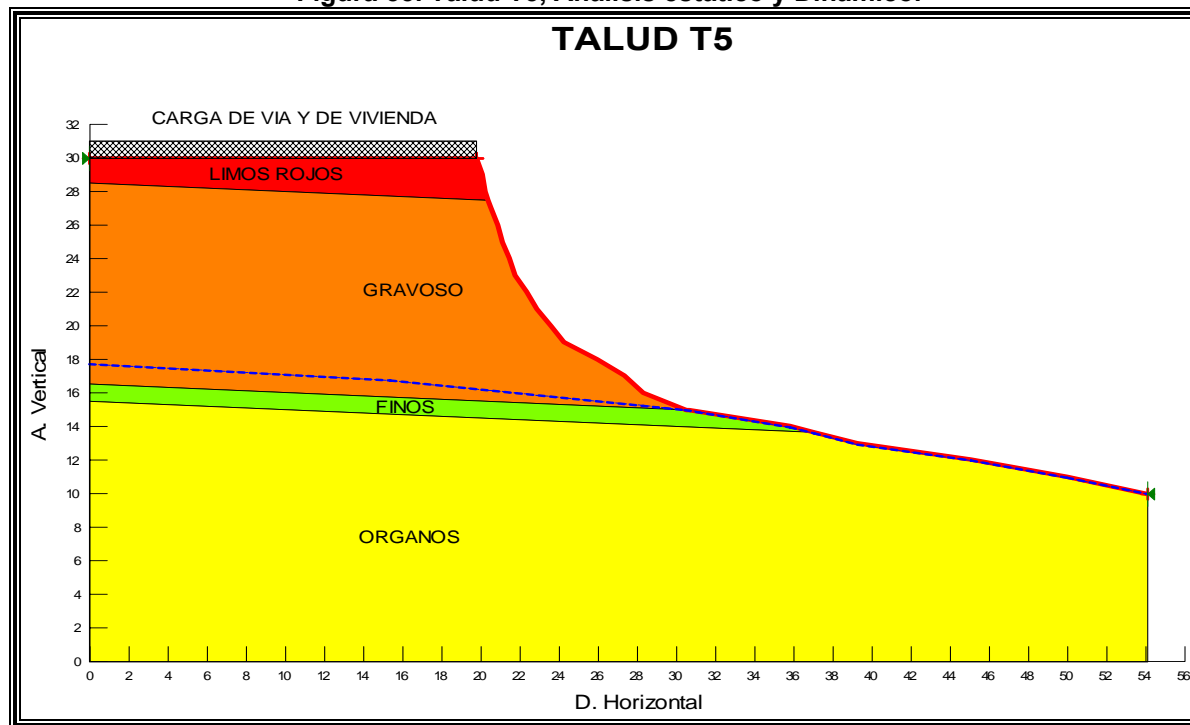


Figura 55. Talud T5, Análisis estático y Dinámico.



ESTATICO

Figura 55 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.201	-
Bishop:	1.231	-
Janbu:	-	1.212
Spencer:	1.271	1.270
Slip Surface #:		1331 of 1331

DINAMICO

Figura 55 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.995	-
Bishop:	1.074	-
Janbu:	-	0.971
Spencer:	1.091	1.089
Slip Surface #:		1331 of 1331

Figura 55 c. Línea de Falla Crítica.

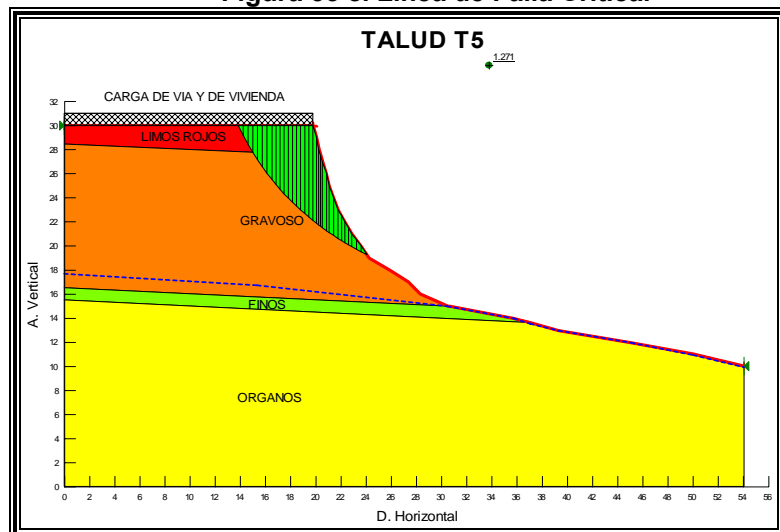


Figura 55 d. Línea de Falla Crítica.

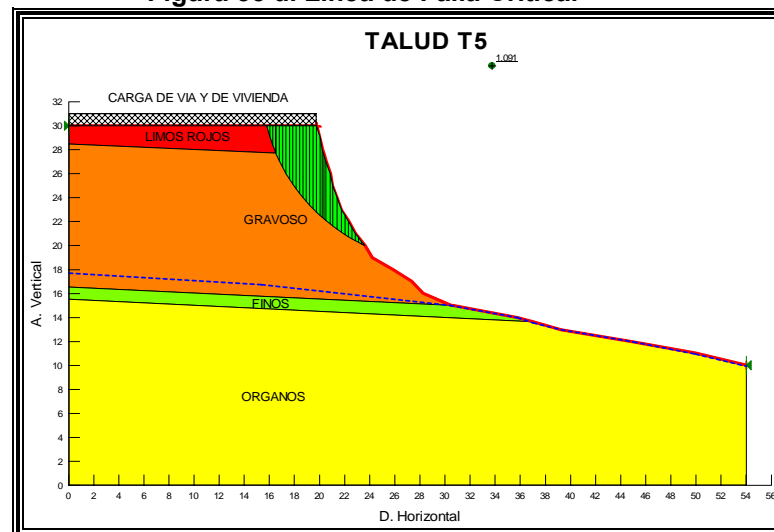


Figura 55 e. Mapa de Seguridad.

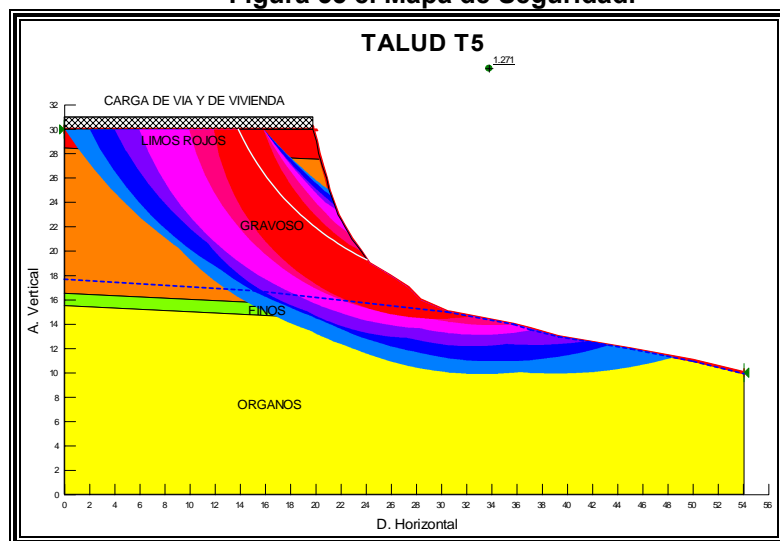


Figura 55 f. Mapa de Seguridad.

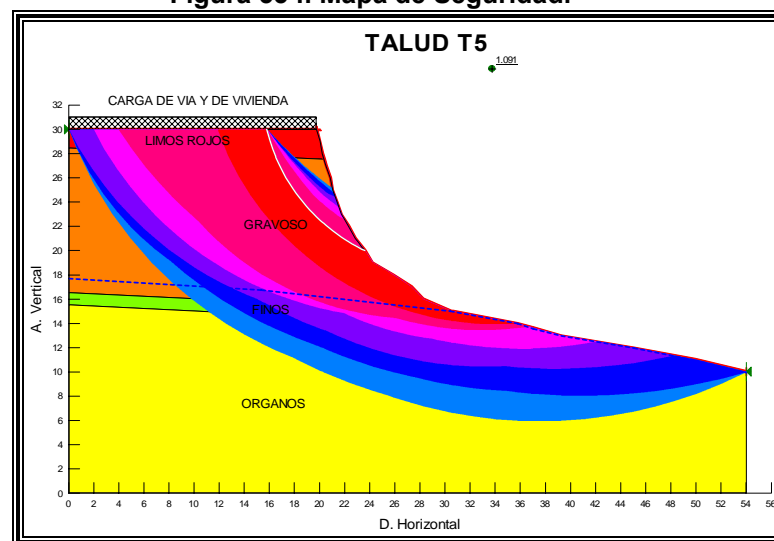
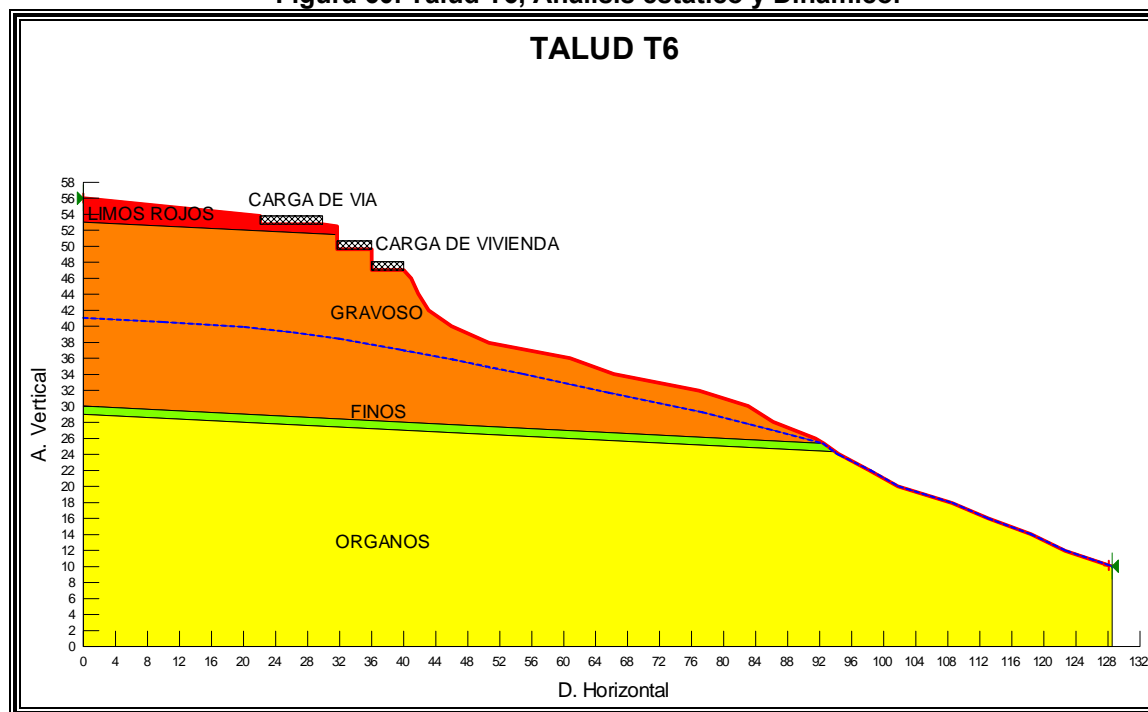


Figura 60. Talud T6, Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 60 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.546	-
Bishop:	1.751	-
Janbu:	-	1.611
Spencer:	1.749	1.750
Slip Surface #:		2541 of 2541

**DINAMICO**

Figura 60 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.105	-
Bishop:	1.217	-
Janbu:	-	1.141
Spencer:	1.222	1.232
Slip Surface #:		2541 of 2541

Figura 60 c. Línea de Falla Crítica.

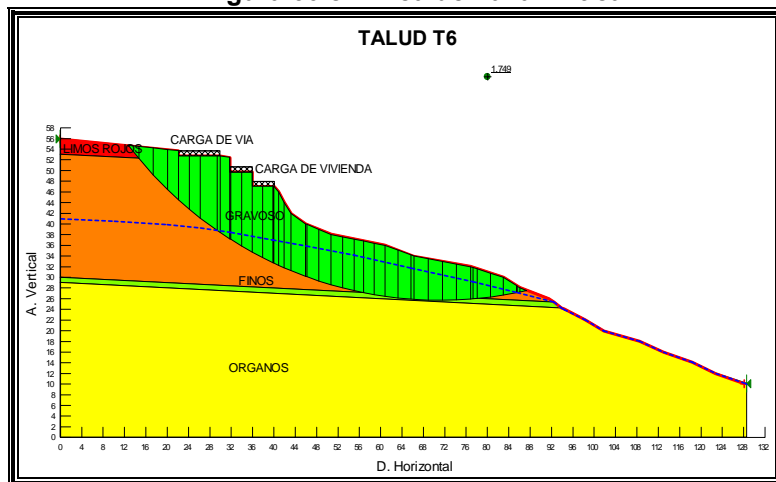


Figura 60 d. Línea de Falla Crítica.

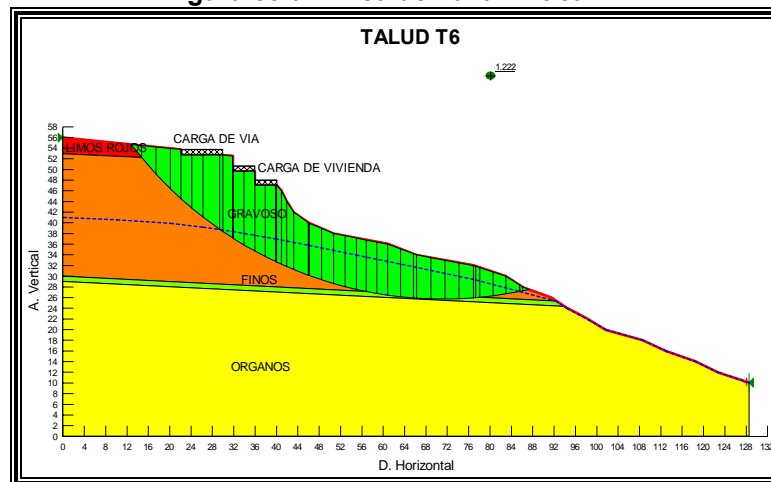


Figura 60 e. Mapa de Seguridad.

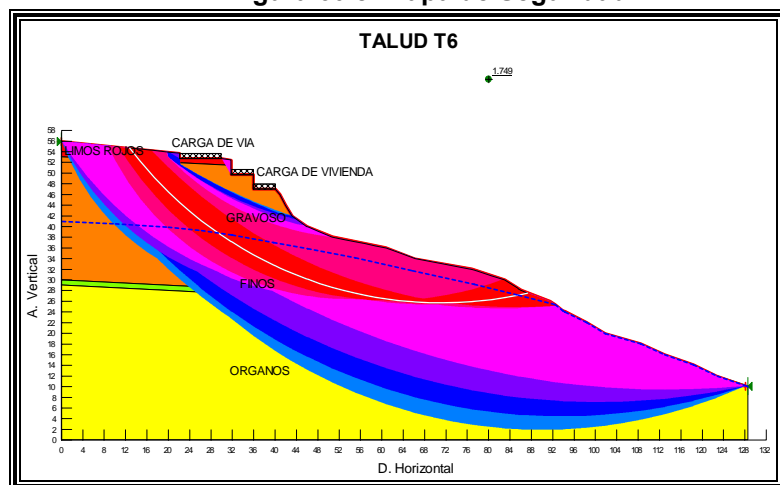


Figura 60 f. Mapa de Seguridad.

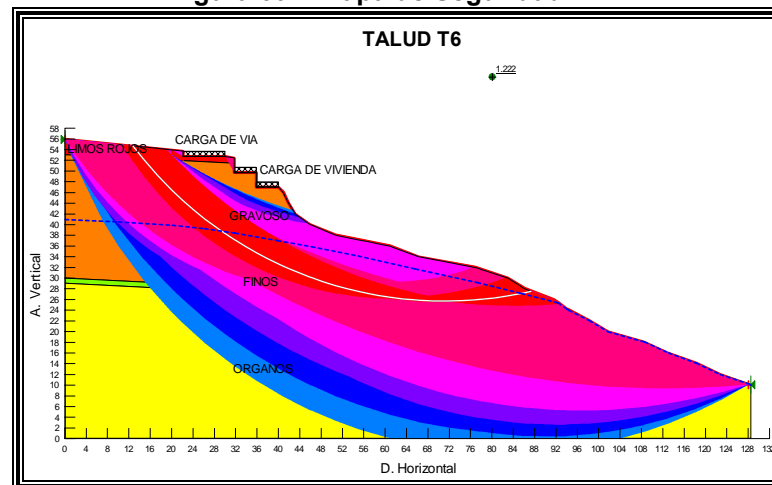
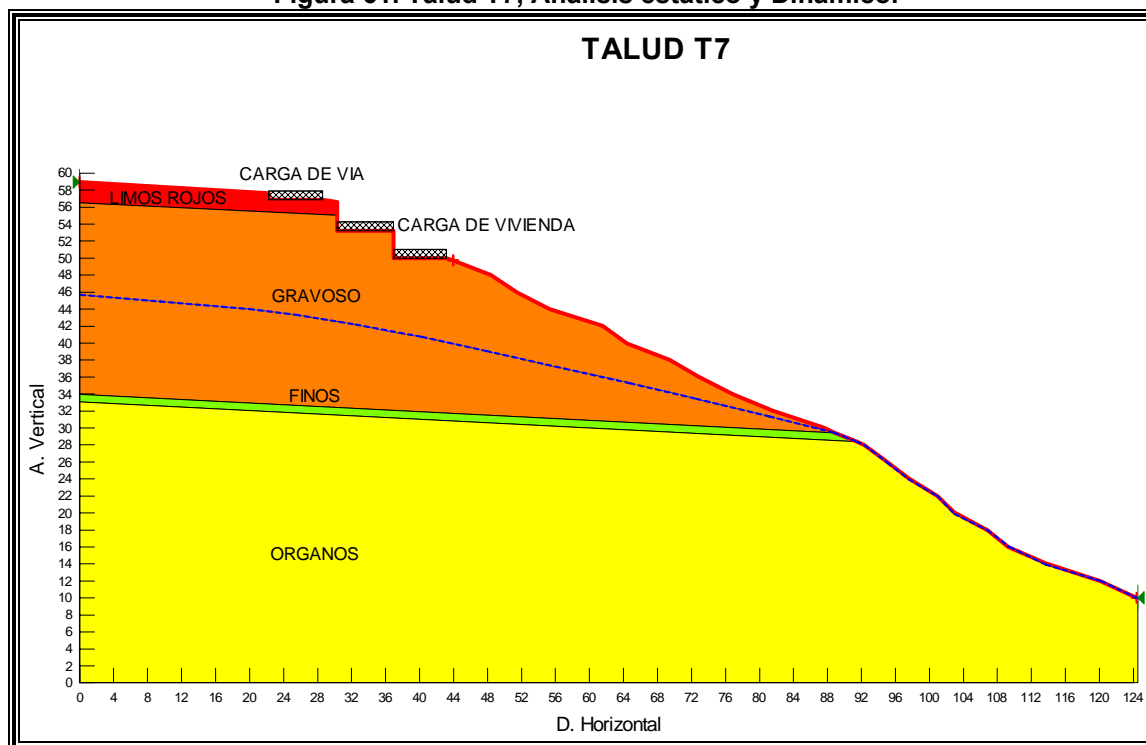


Figura 61. Talud T7, Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 61 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.606	-
Bishop:	1.667	-
Janbu:	-	1.595
Spencer:	<b>1.666</b>	1.666
Slip Surface #:	2541 of 2541	

**DINAMICO**

Figura 61 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.147	-
Bishop:	1.205	-
Janbu:	-	1.139
Spencer:	<b>1.208</b>	1.209
Slip Surface #:	2541 of 2541	

Figura 61 c. Línea de Falla Crítica.

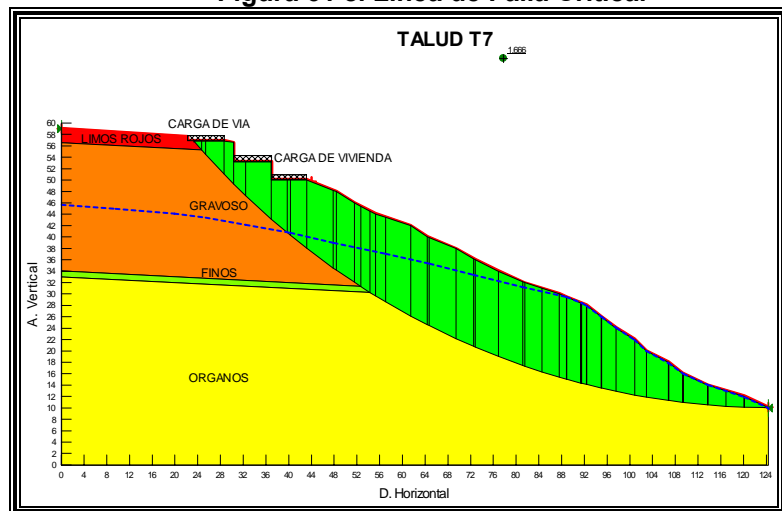


Figura 61 d. Línea de Falla Crítica.

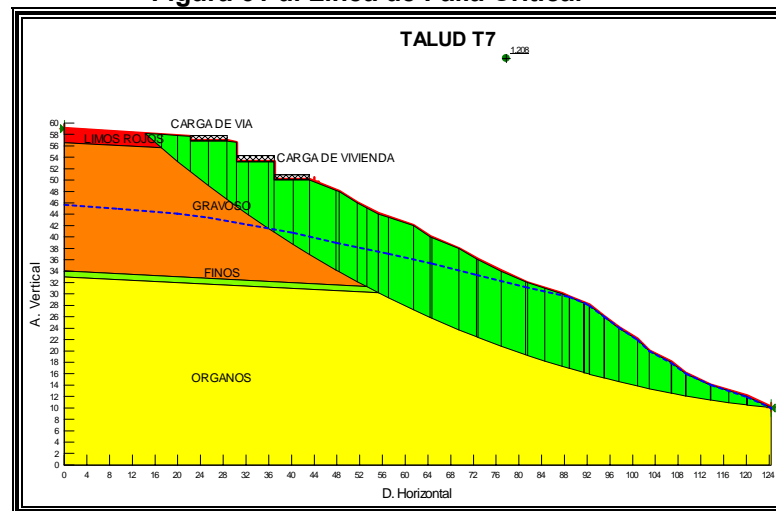


Figura 61 e. Mapa de Seguridad.

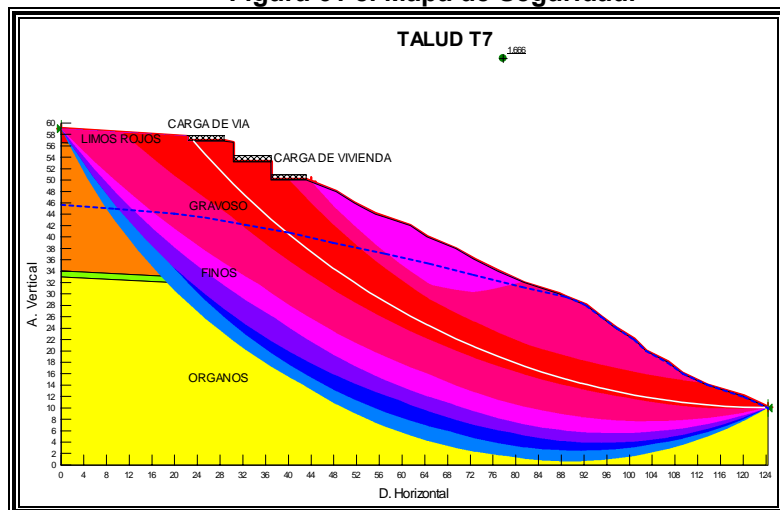


Figura 61 f. Mapa de Seguridad.

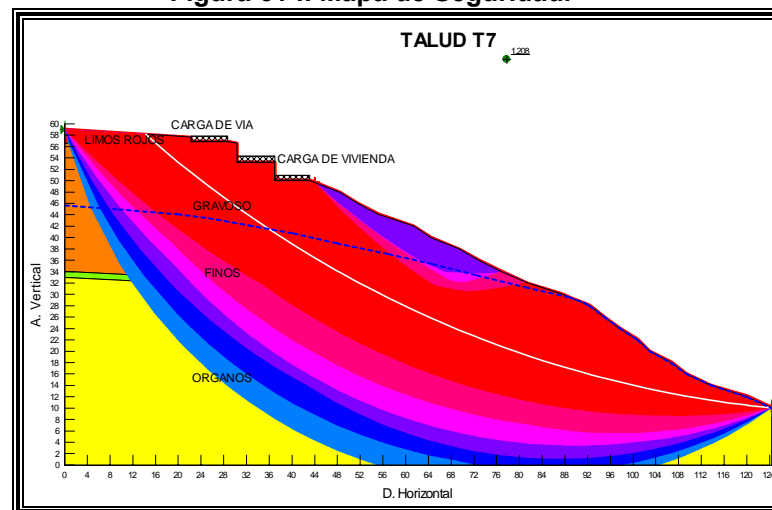
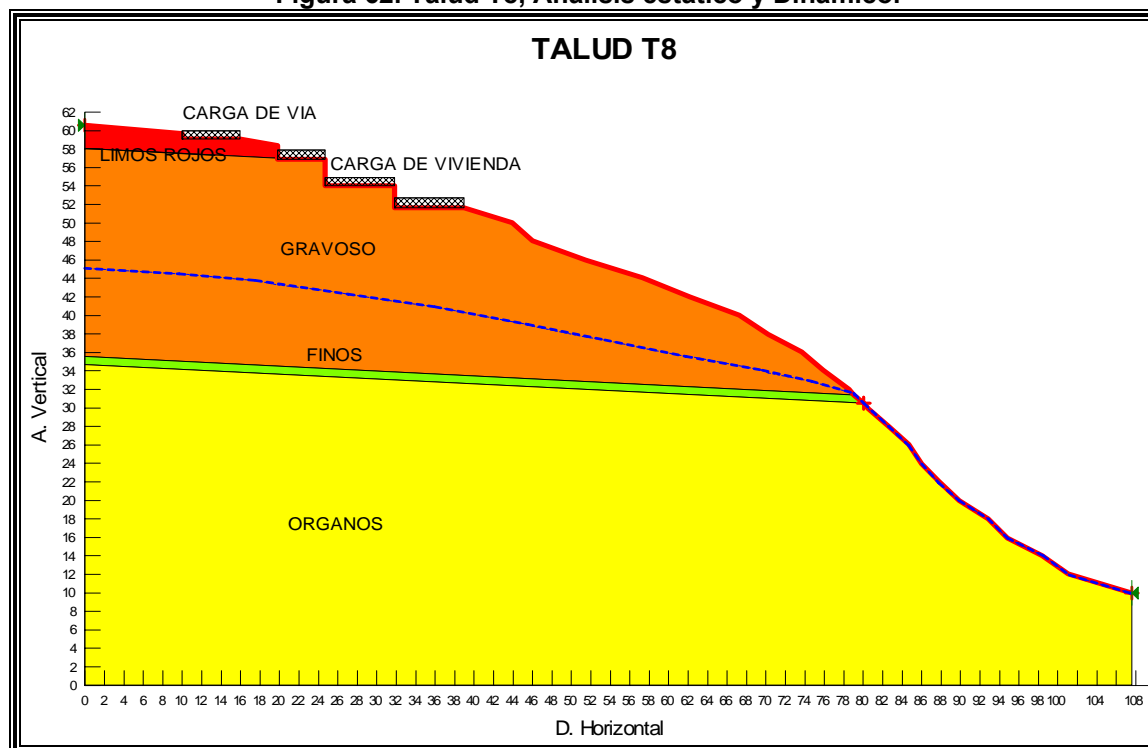


Figura 62. Talud T8, Análisis estático y Dinámico.



ESTATICO

Figura 62 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.199	-
Bishop:	1.263	-
Janbu:	-	1.192
Spencer:	1.259	1.254
Slip Surface #:	4851 of 4851	

DINAMICO

Figura 62 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.938	-
Bishop:	0.989	-
Janbu:	-	0.926
Spencer:	0.989	0.987
Slip Surface #:	1331 of 1331	

Figura 62 c. Línea de Falla Crítica.

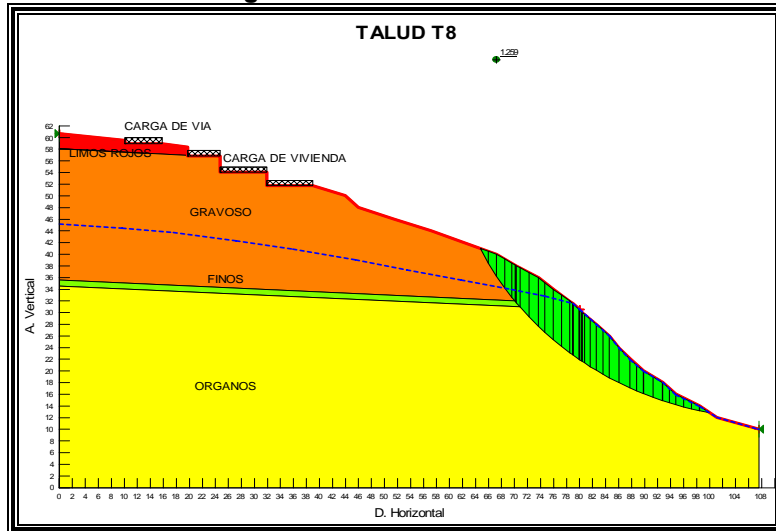


Figura 62 d. Línea de Falla Crítica.

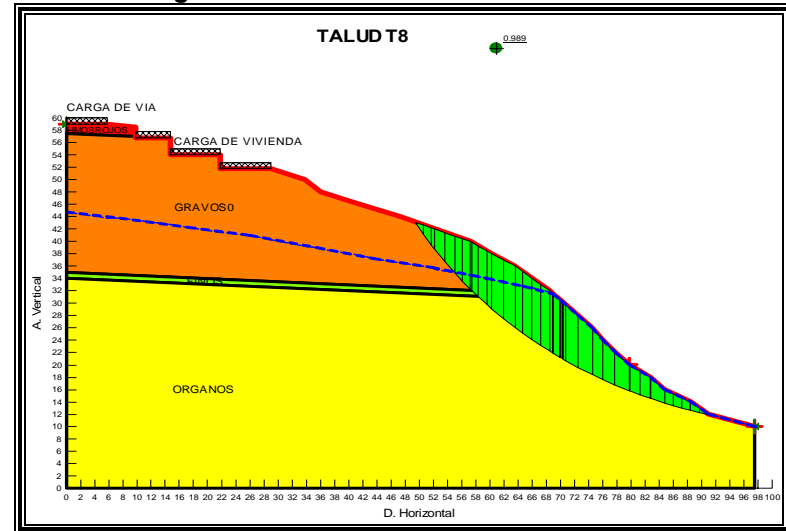


Figura 62 e. Mapa de Seguridad.

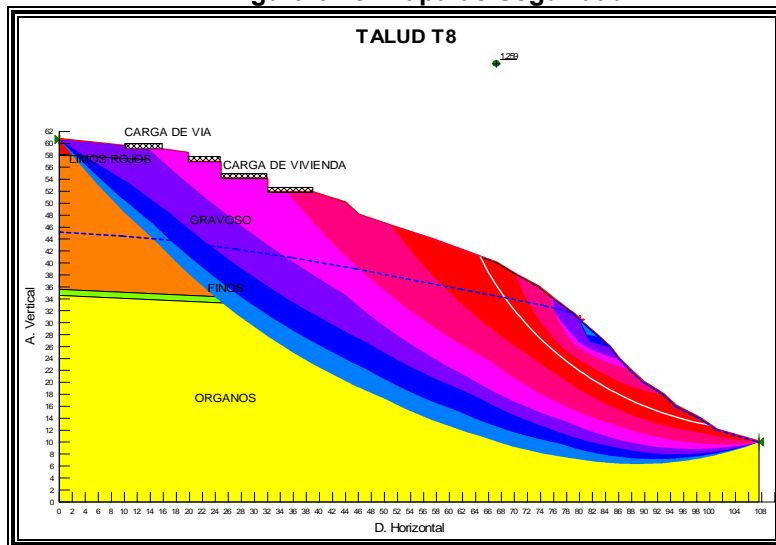


Figura 62 f. Mapa de Seguridad.

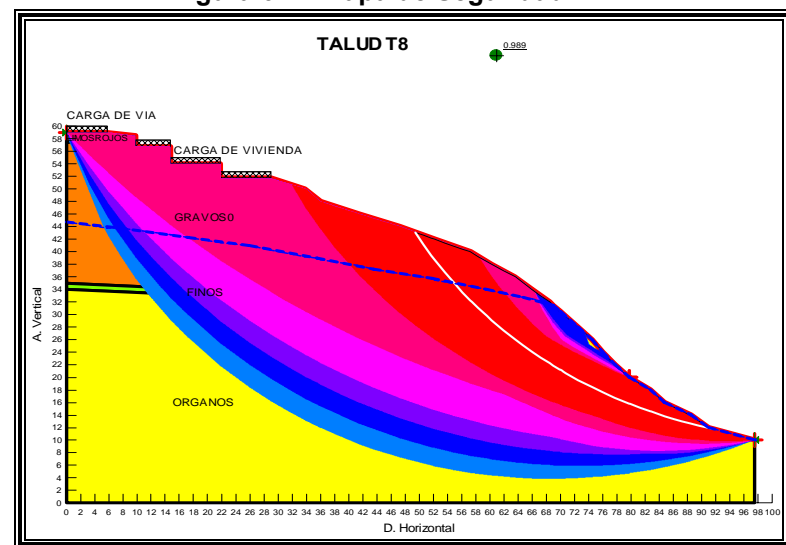
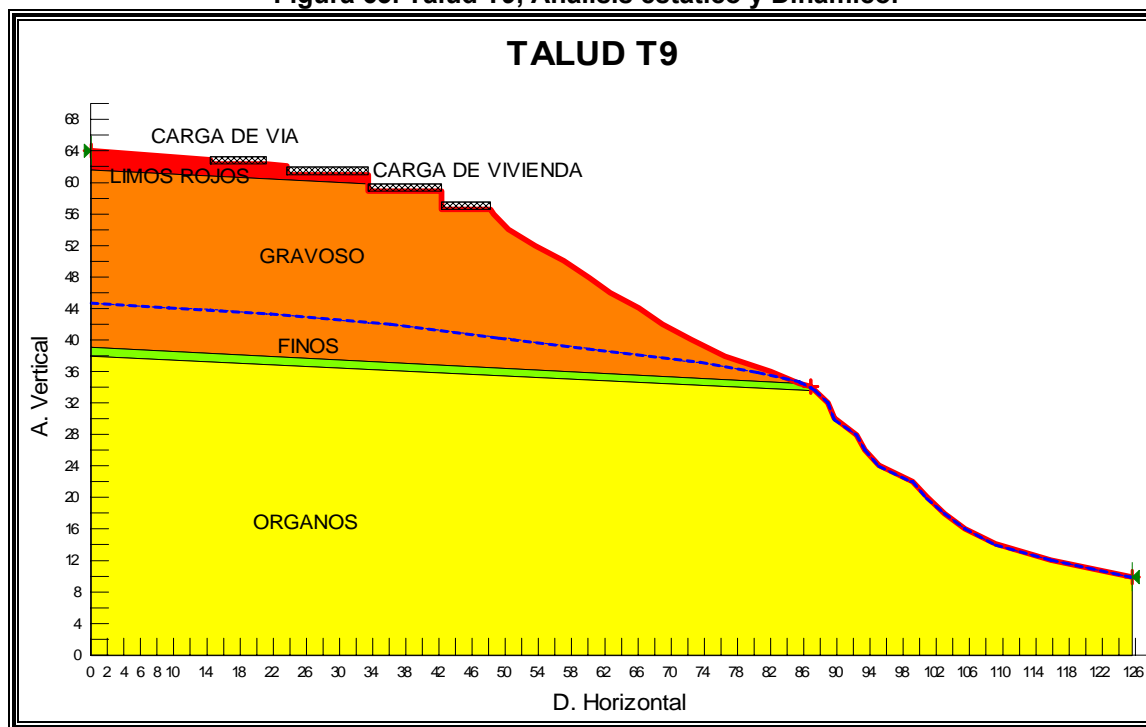


Figura 63. Talud T9, Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 63 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.290	-
Bishop:	1.342	-
Janbu:	-	1.275
Spencer:	1.340	1.338
Slip Surface #:	1331 of 1331	

**DINAMICO**

Figura 63 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.974	-
Bishop:	1.018	-
Janbu:	-	0.962
Spencer:	1.018	1.017
Slip Surface #:	1331 of 1331	

Figura 63 c. Línea de Falla Crítica.

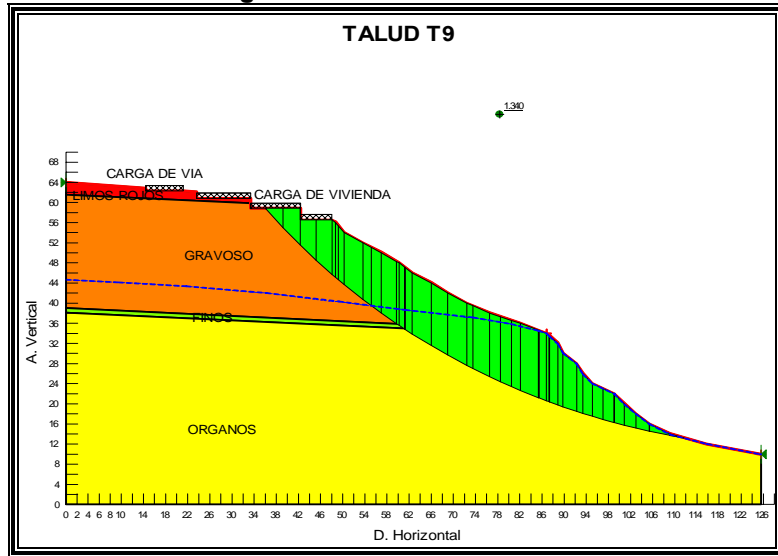


Figura 63 d. Línea de Falla Crítica.

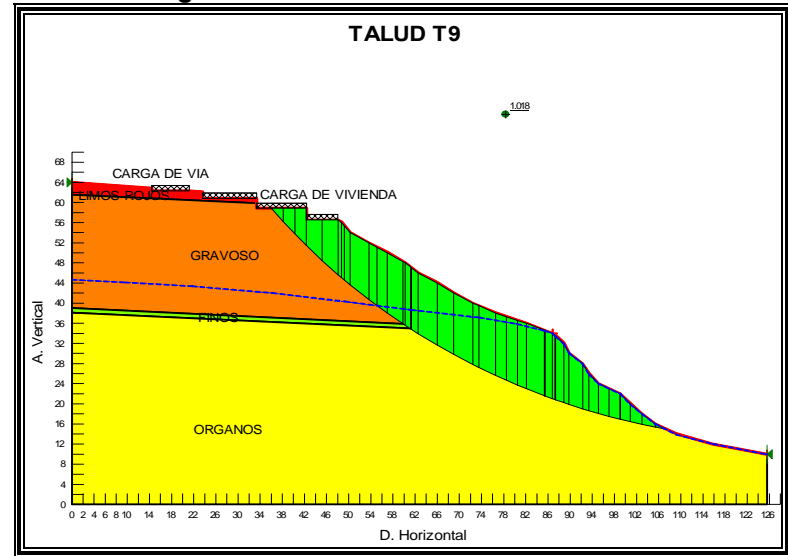


Figura 63 e. Mapa de Seguridad.

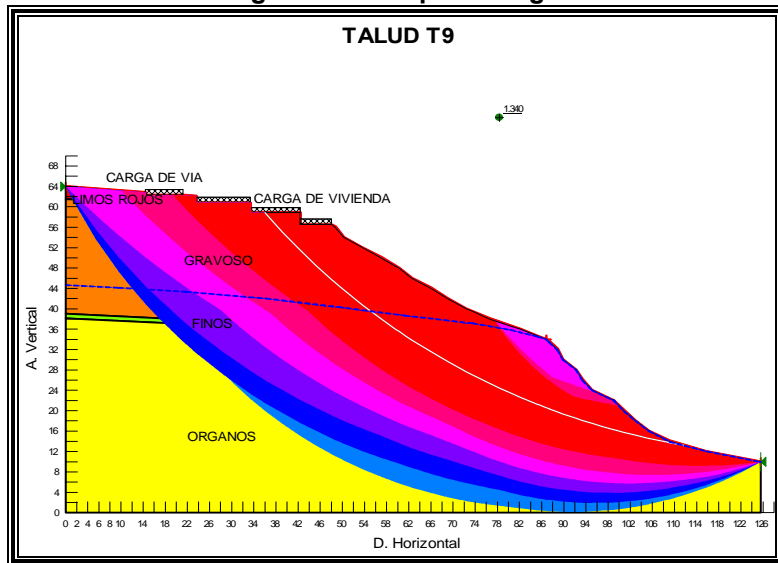
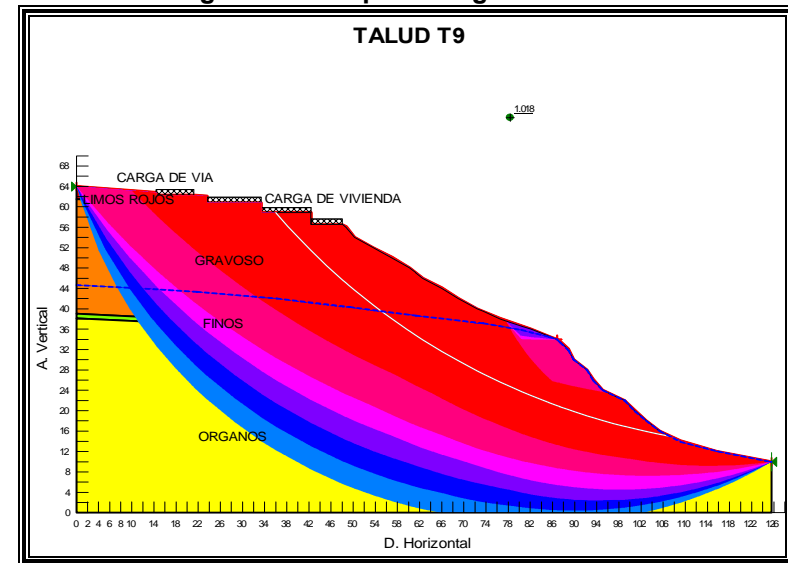


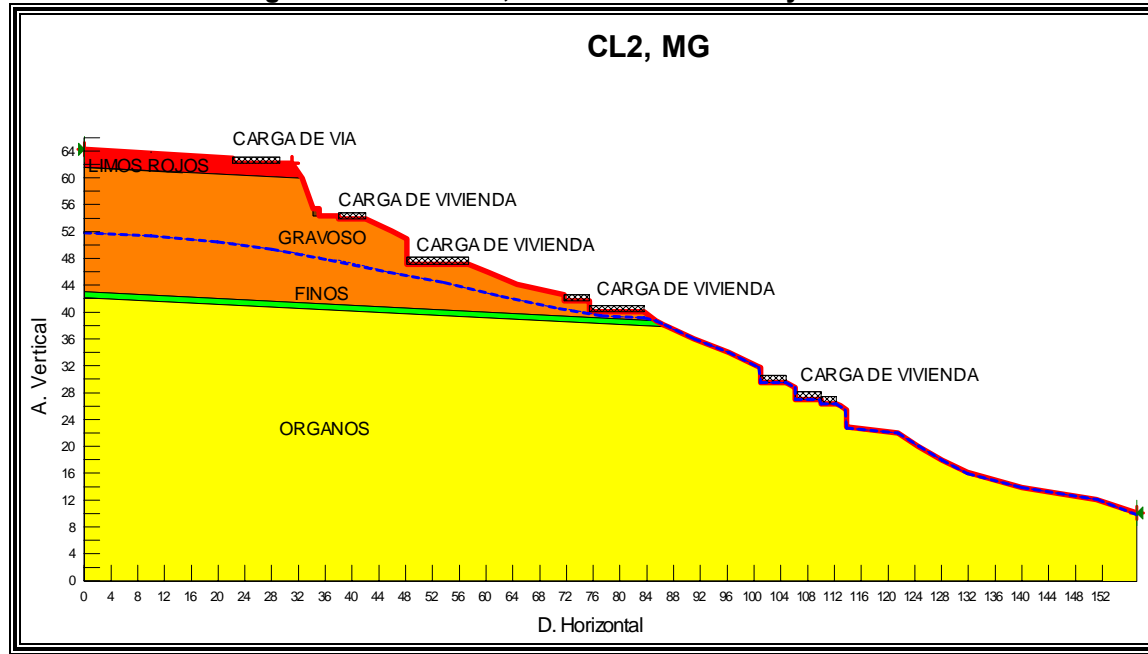
Figura 63 f. Mapa de Seguridad.



# LAURELES



Figura 64. Talud CL2, MG Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 64 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.601	-
Bishop:	1.585	-
Janbu:	-	1.617
Spencer:	1.676	1.680
Slip Surface #:	2541 of 2541	

**DINAMICO**

Figura 64 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.200	-
Bishop:	1.292	-
Janbu:	-	1.212
Spencer:	1.293	1.301
Slip Surface #:	2541 of 2541	

Figura 64 c. Línea de Falla Crítica.

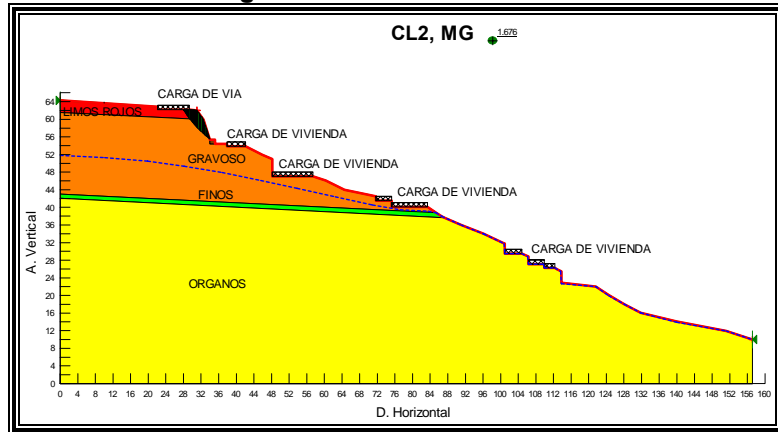


Figura 64 d. Línea de Falla Crítica.

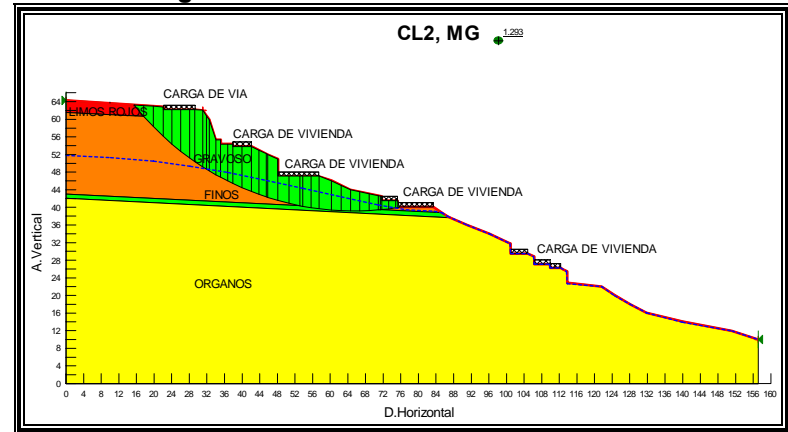


Figura 64 e. Mapa de Seguridad.

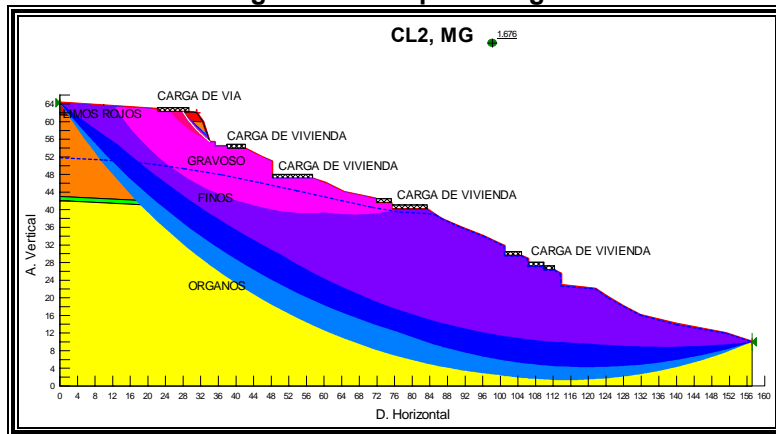


Figura 64 f. Mapa de Seguridad.

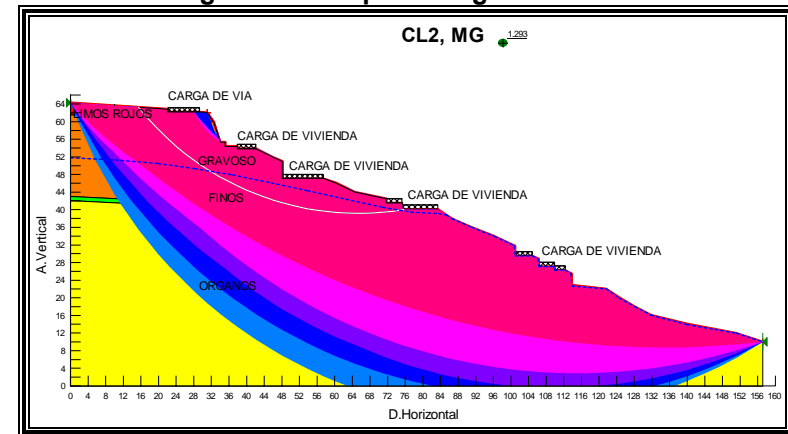
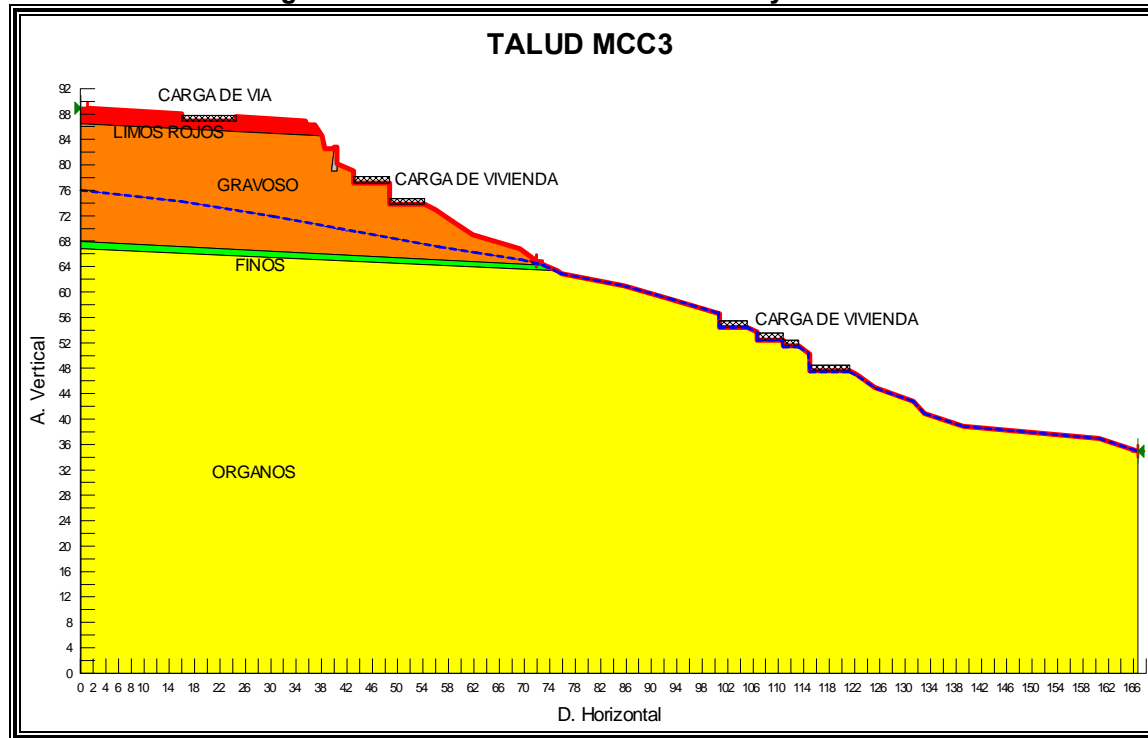


Figura 65. Talud MCC3 Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 65 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.516	-
Bishop:	1.657	-
Janbu:	-	1.502
Spencer:	1.646	1.647
Slip Surface #:		1331 of 1331

**DINAMICO**

Figura 65 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.138	-
Bishop:	1.250	-
Janbu:	-	1.121
Spencer:	1.249	1.248
Slip Surface #:		1331 of 1331

Figura 65 c. Línea de Falla Crítica.

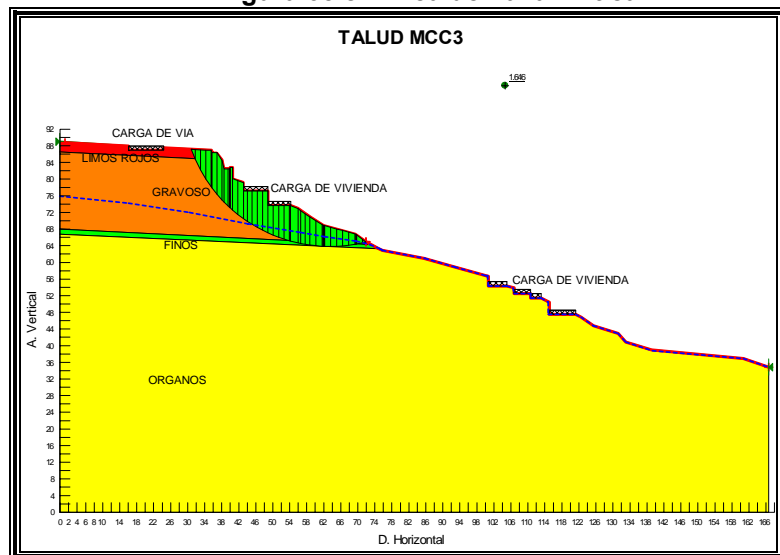


Figura 65 d. Línea de Falla Crítica.

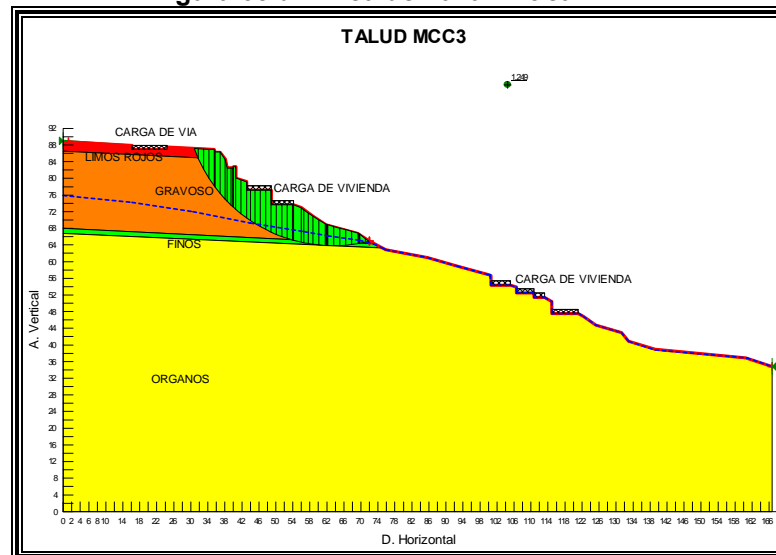


Figura 65 e. Mapa de Seguridad.

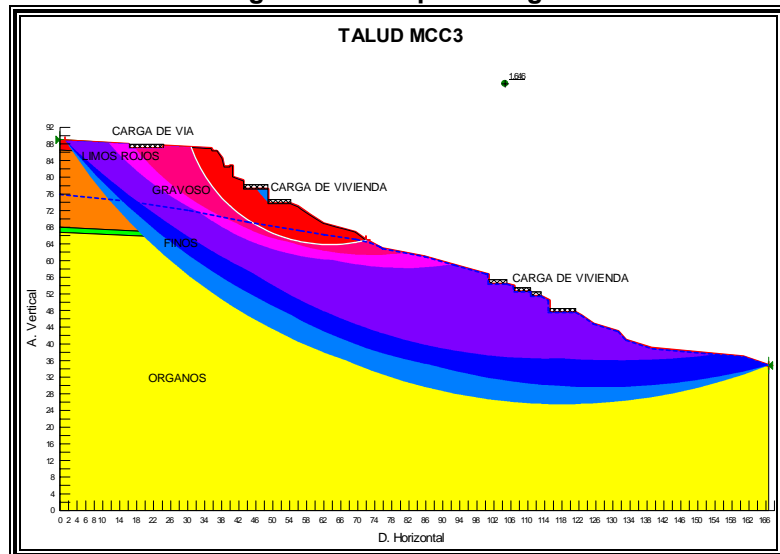


Figura 65 f. Mapa de Seguridad.

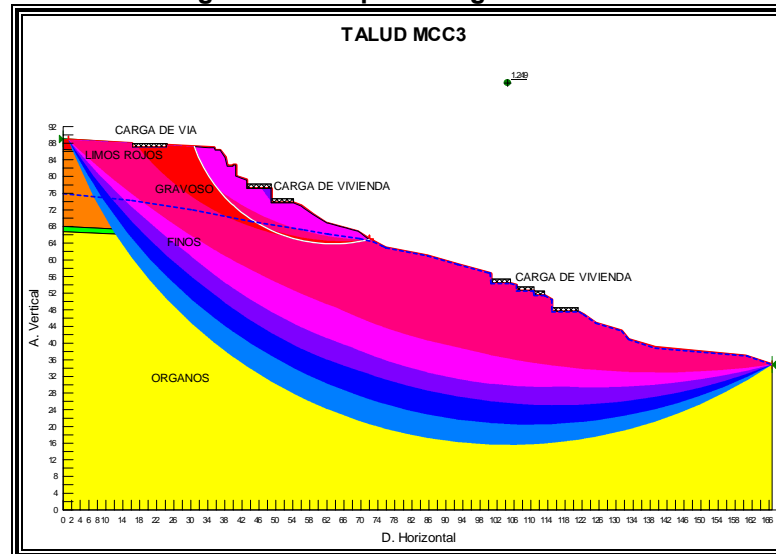
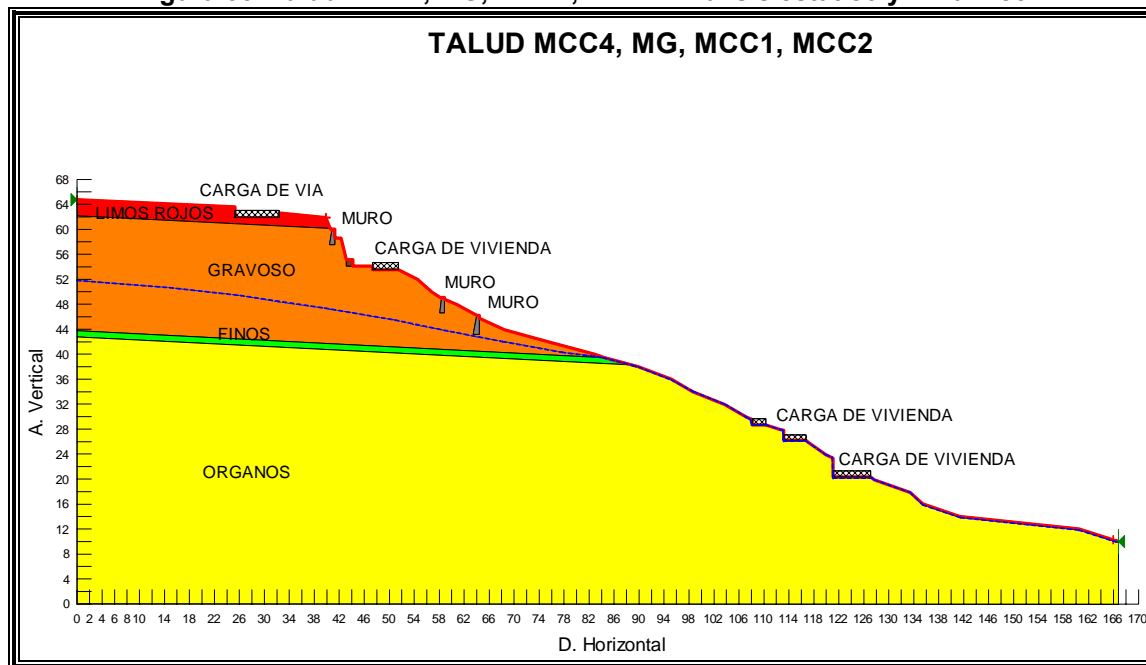


Figura 66. Talud MCC4, MG, MCC1, MCC2 Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 66 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.631	-
Bishop:	1.673	-
Janbu:	-	1.628
Spencer:	1.756	1.757
Slip Surface #:	2541 of 2541	

**DINAMICO**

Figura 66 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.209	-
Bishop:	1.265	-
Janbu:	-	1.191
Spencer:	1.263	1.270
Slip Surface #:	2541 of 2541	

Figura 66 c. Línea de Falla Crítica.

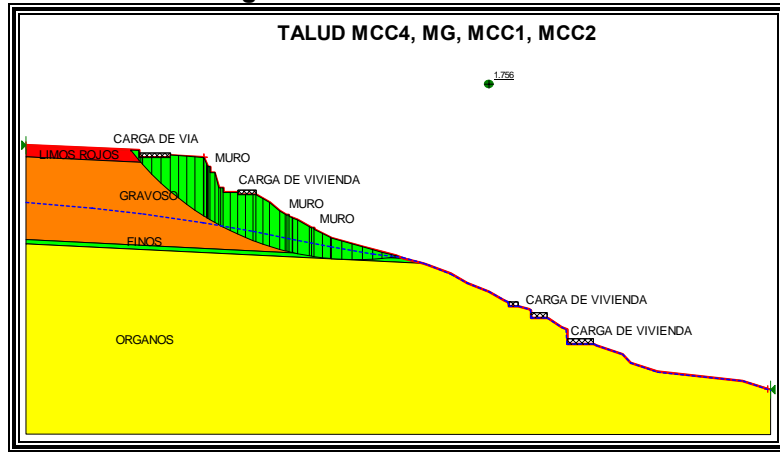


Figura 66 d. Línea de Falla Crítica.

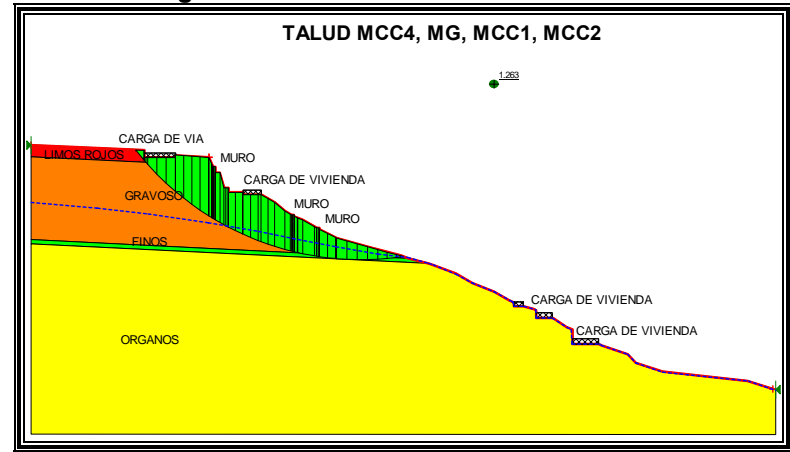


Figura 66 e. Mapa de Seguridad.

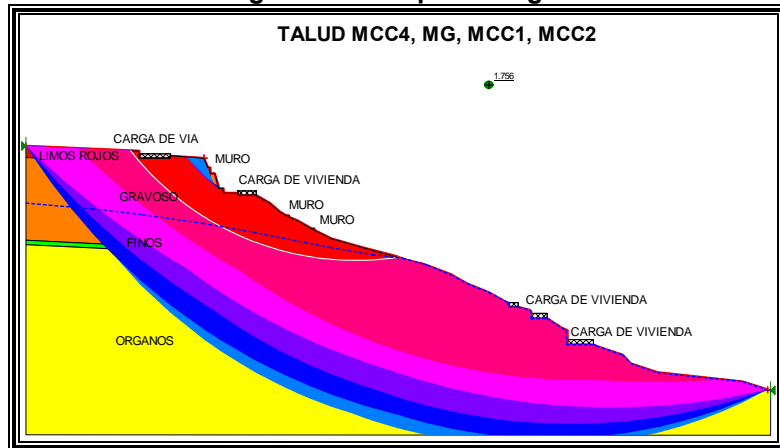


Figura 66 f. Mapa de Seguridad.

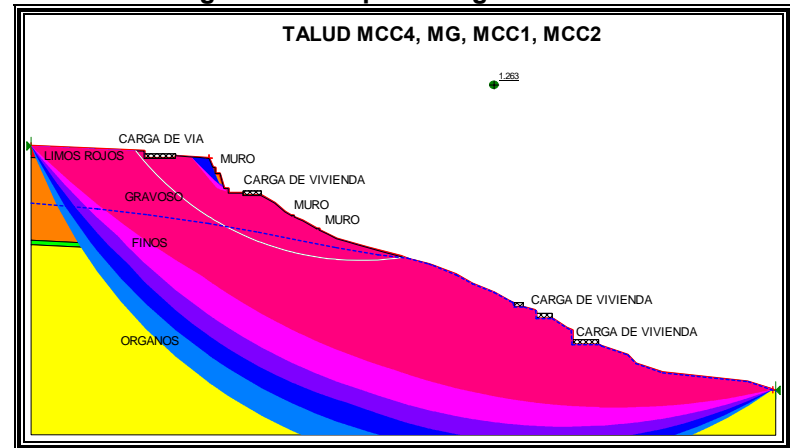
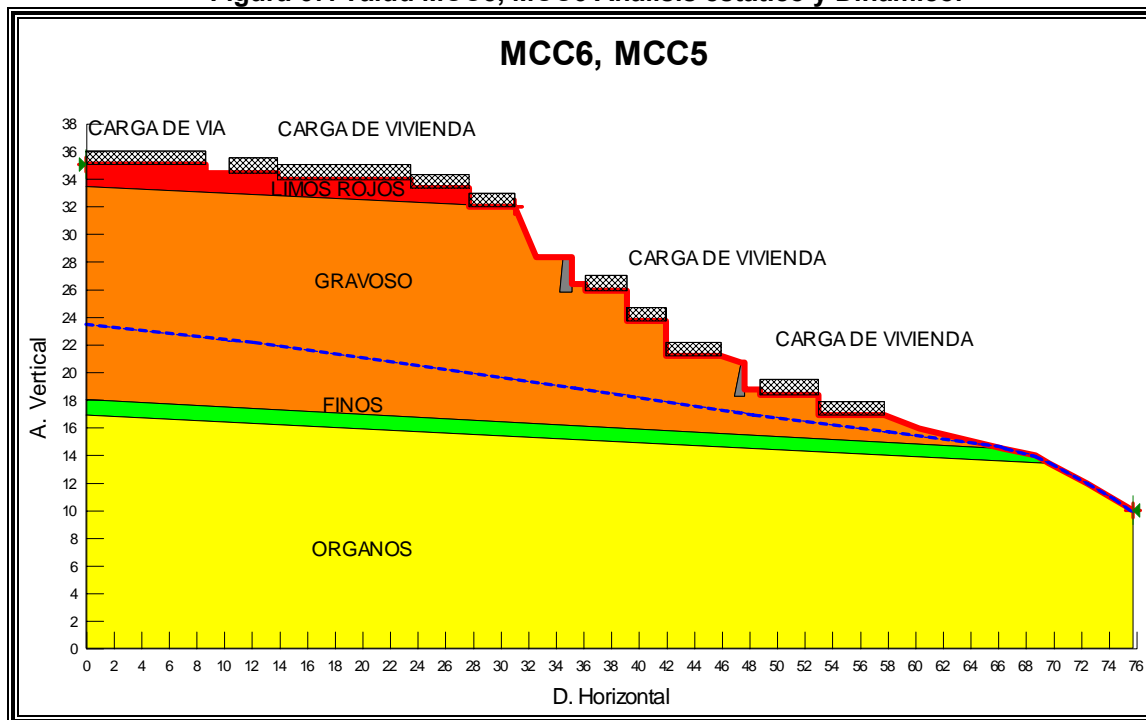


Figura 67. Talud MCC5, MCC6 Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 67 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.601	-
Bishop:	1.735	-
Janbu:	-	1.602
Spencer:	1.728	1.731
Slip Surface #:	7161 of 7161	

**DINAMICO**

Figura 67 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.213	-
Bishop:	1.302	-
Janbu:	-	1.198
Spencer:	1.302	1.300
Slip Surface #:	7161 of 7161	

Figura 67 c. Línea de Falla Crítica.

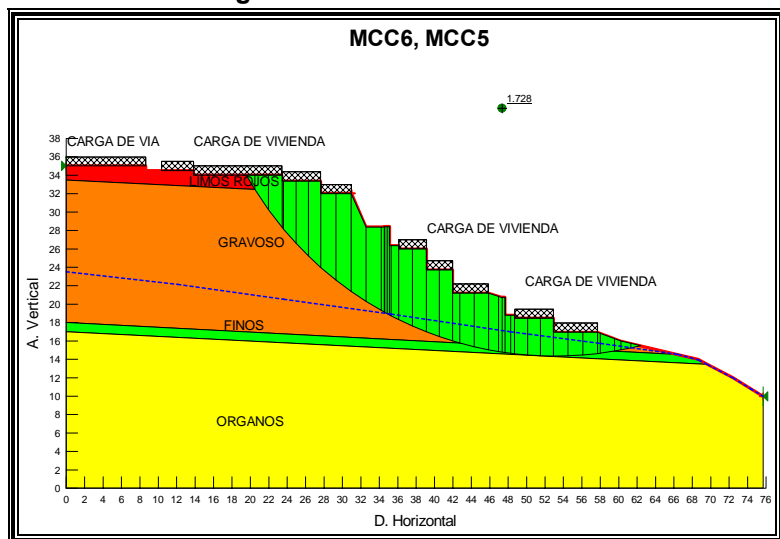


Figura 67 d. Línea de Falla Crítica.

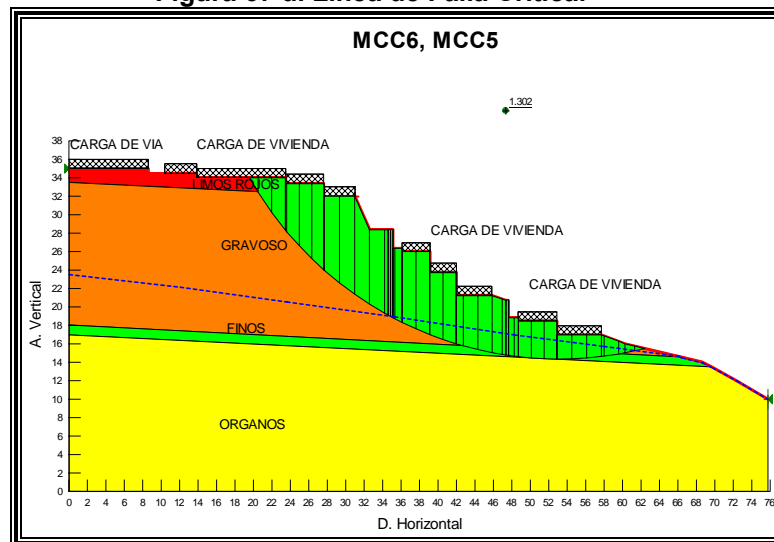


Figura 67 e. Mapa de Seguridad.

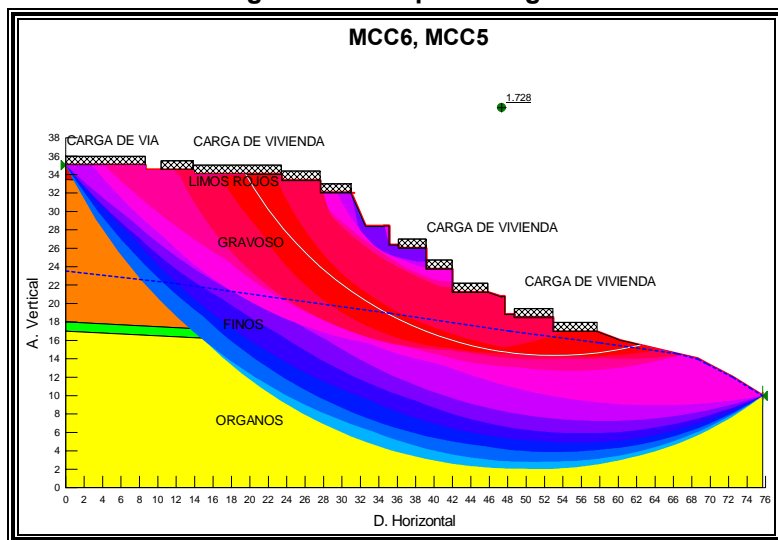


Figura 67 f. Mapa de Seguridad.

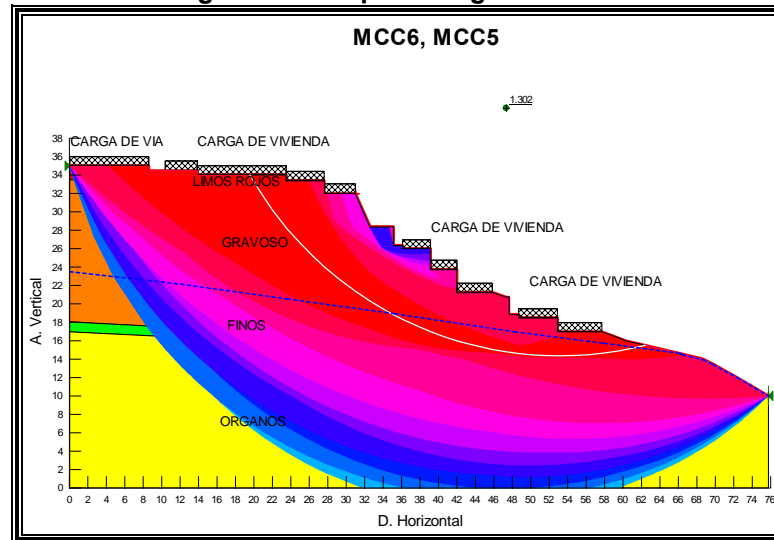
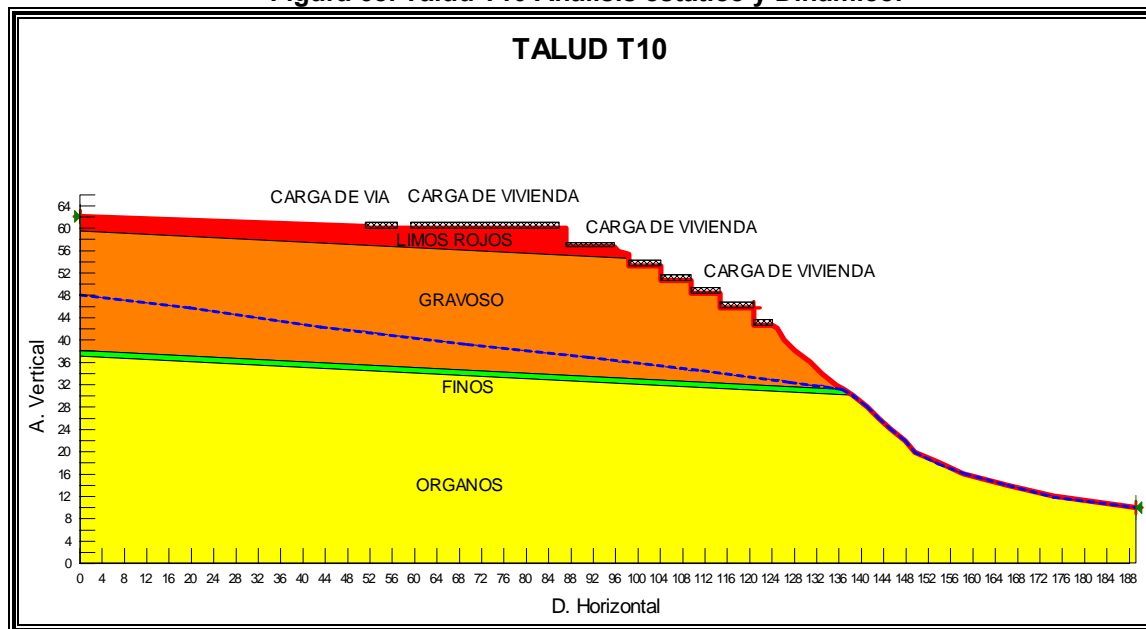


Figura 68. Talud T10 Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 68 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.251	-
Bishop:	1.311	-
Janbu:	-	1.234
Spencer:	1.308	1.306
Slip Surface #:	4851 of 4851	

**DINAMICO**

Figura 68 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.971	-
Bishop:	1.026	-
Janbu:	-	0.951
Spencer:	1.027	1.027
Slip Surface #:	4851 of 4851	

Figura 68 c. Línea de Falla Crítica.

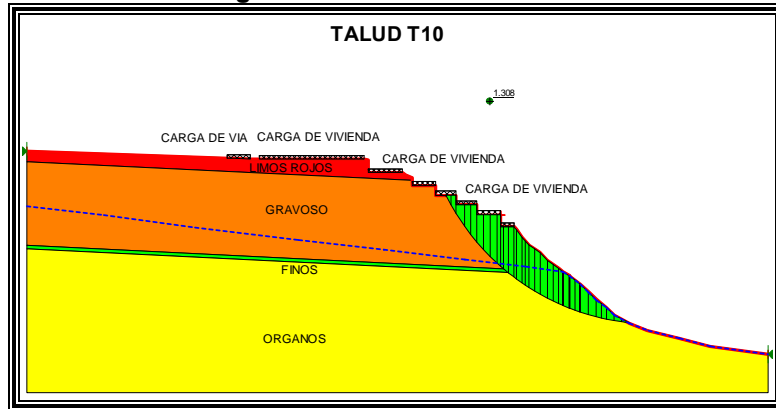


Figura 68 d. Línea de Falla Crítica.

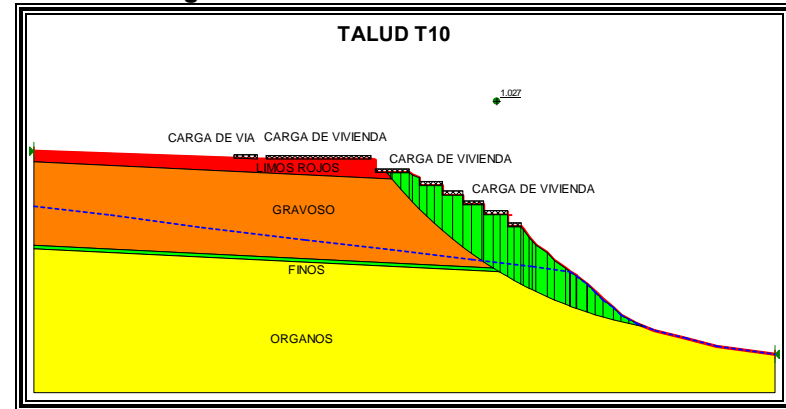


Figura 68 e. Mapa de Seguridad.

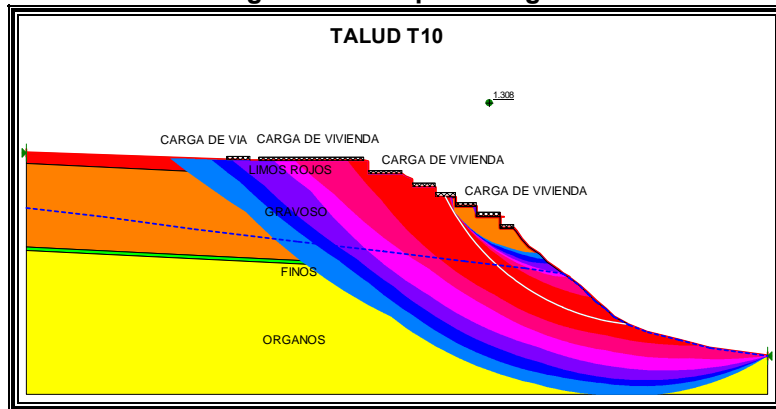


Figura 68 f. Mapa de Seguridad.

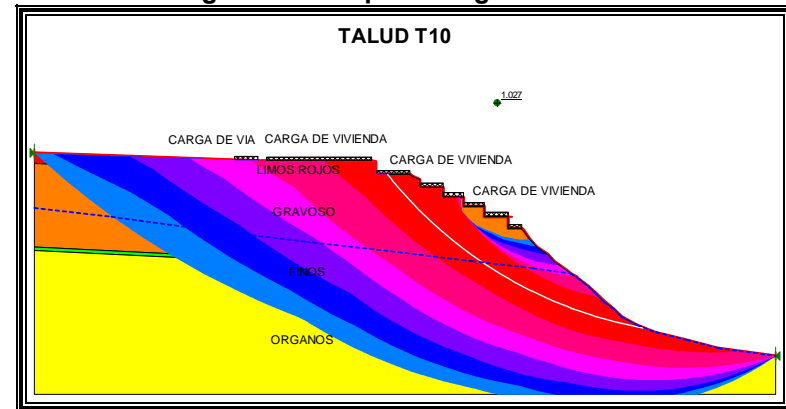
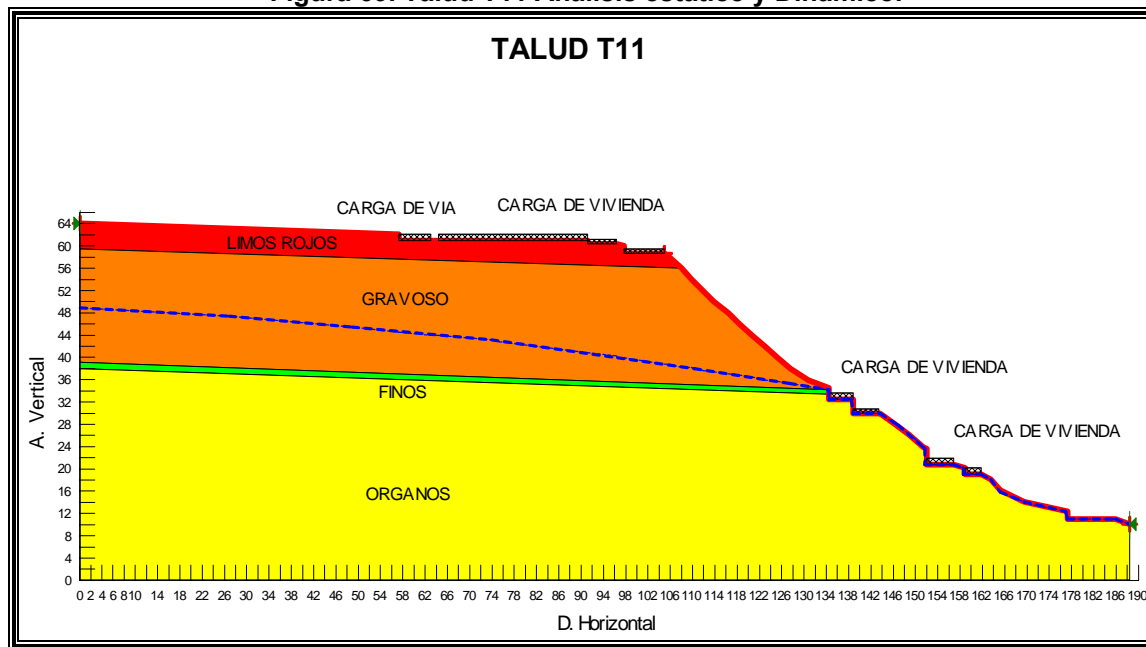


Figura 69. Talud T11 Análisis estático y Dinámico.



ESTATICO

Figura 69 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.208	-
Bishop:	1.292	-
Janbu:	-	1.197
Spencer:	1.286	1.287
Slip Surface #:		20181 of 20181

DINAMICO

Figura 69 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.952	-
Bishop:	1.006	-
Janbu:	-	0.929
Spencer:	1.007	1.004
Slip Surface #:		10571 of 10571

Figura 69 c. Línea de Falla Crítica.

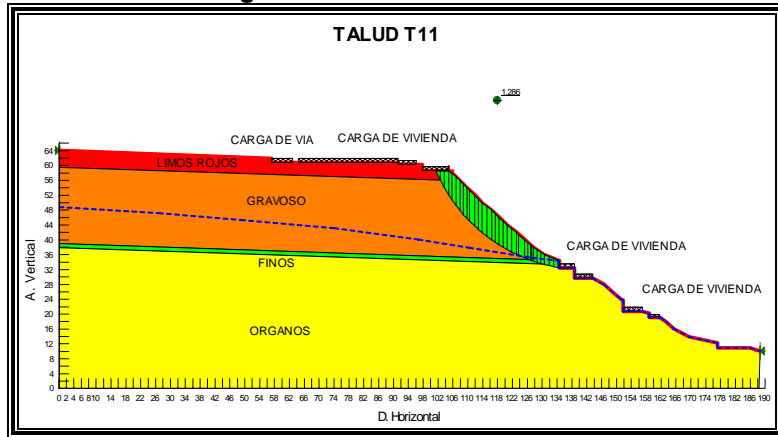


Figura 69 d. Línea de Falla Crítica.

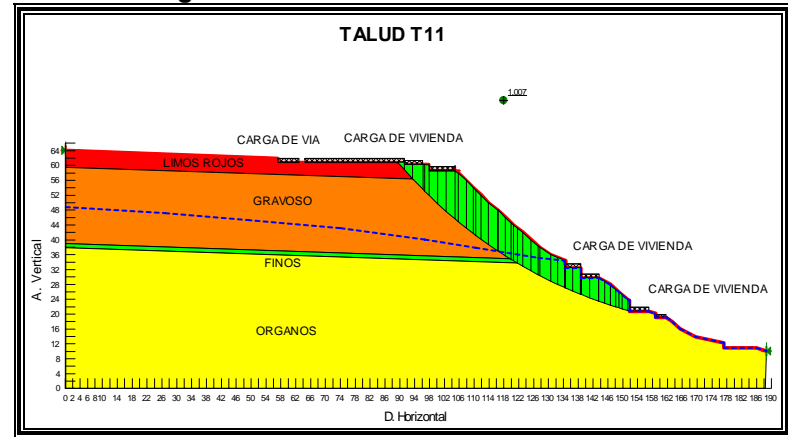


Figura 69 e. Mapa de Seguridad.

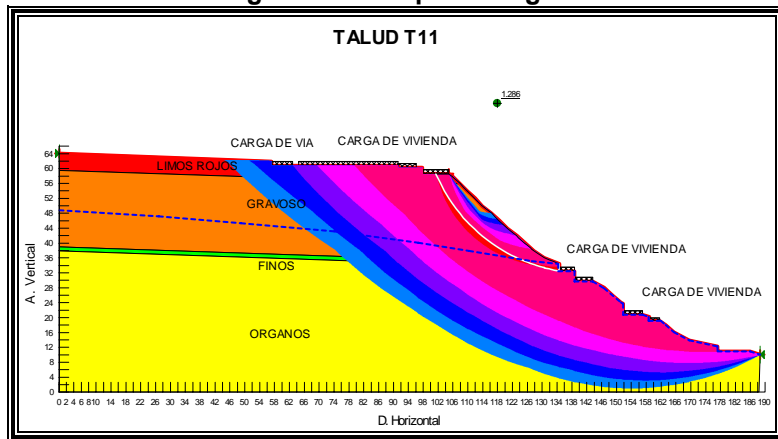


Figura 69 f. Mapa de Seguridad.

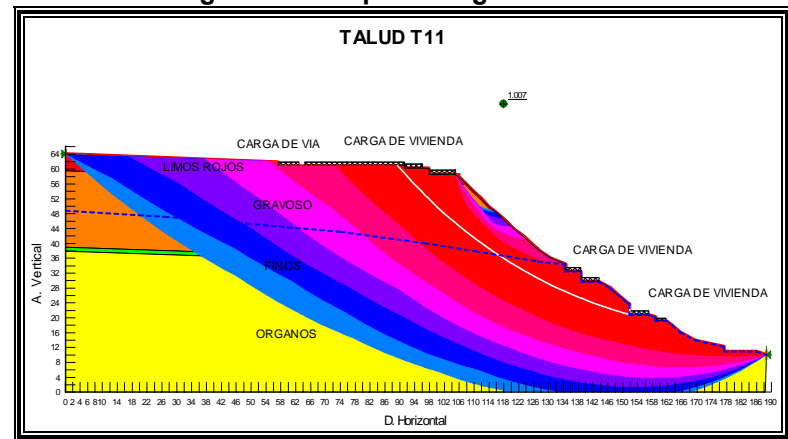
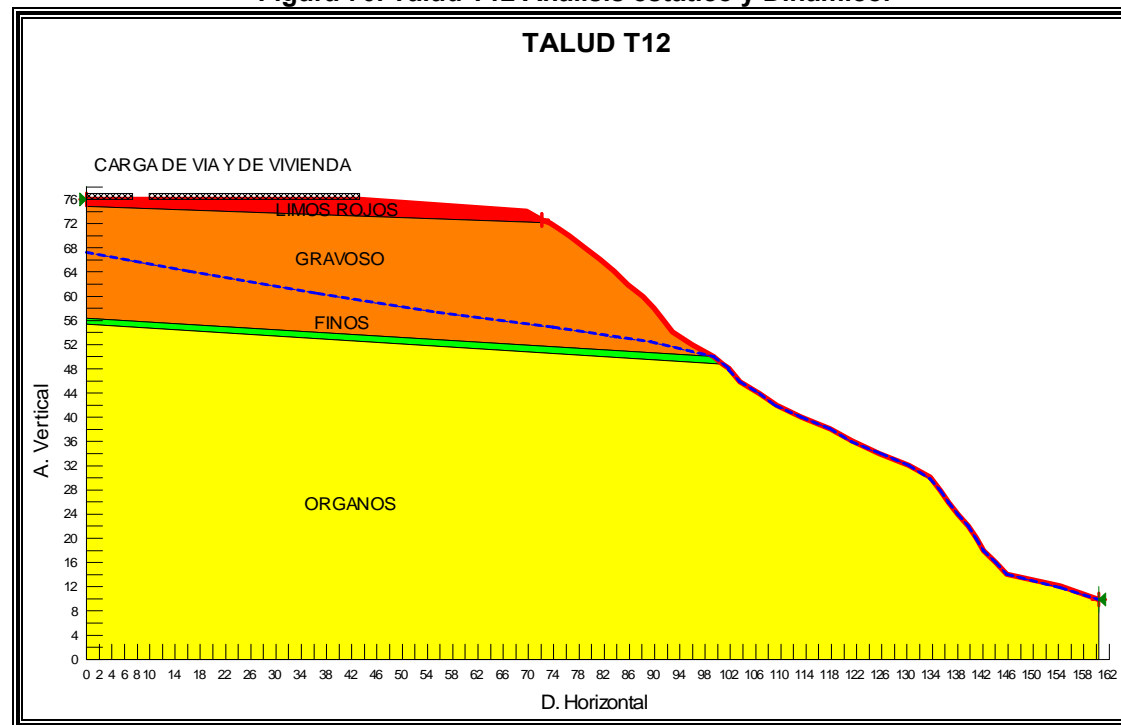


Figura 70. Talud T12 Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 70 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.122	-
Bishop:	1.170	-
Janbu:	-	1.111
Spencer:	<b>1.167</b>	1.163
Slip Surface #:	4851 of 4851	

**DINAMICO**

Figura 70 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.855	-
Bishop:	0.899	-
Janbu:	-	0.844
Spencer:	<b>0.896</b>	0.891
Slip Surface #:	4851 of 4851	

Figura 70 c. Línea de Falla Crítica.

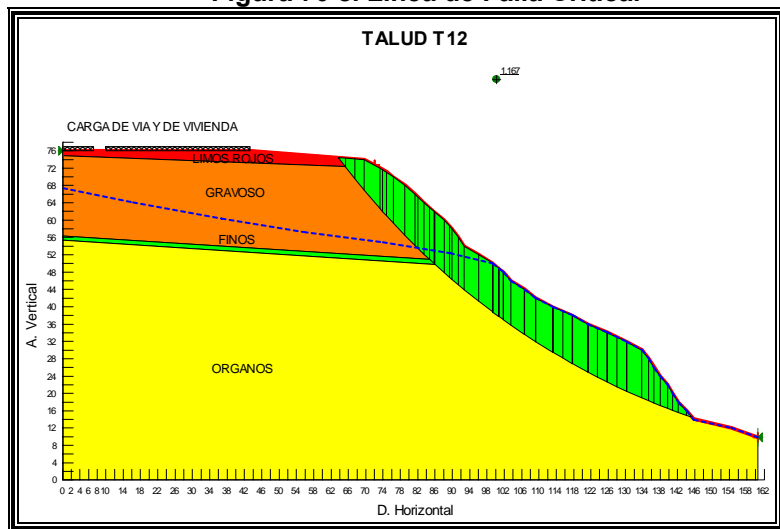


Figura 70 d. Línea de Falla Crítica.

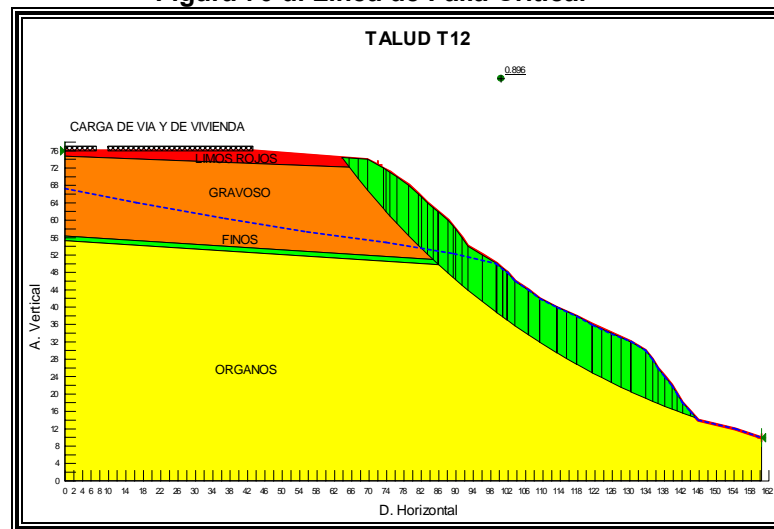


Figura 70 e. Mapa de Seguridad.

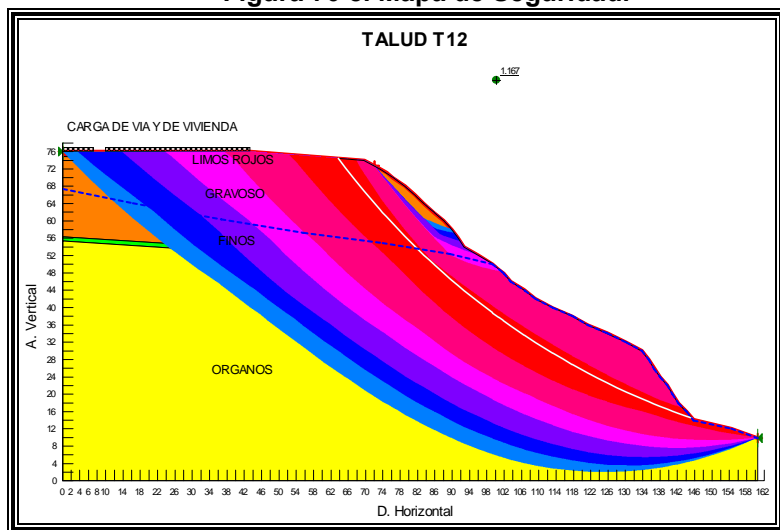


Figura 70 f. Mapa de Seguridad.

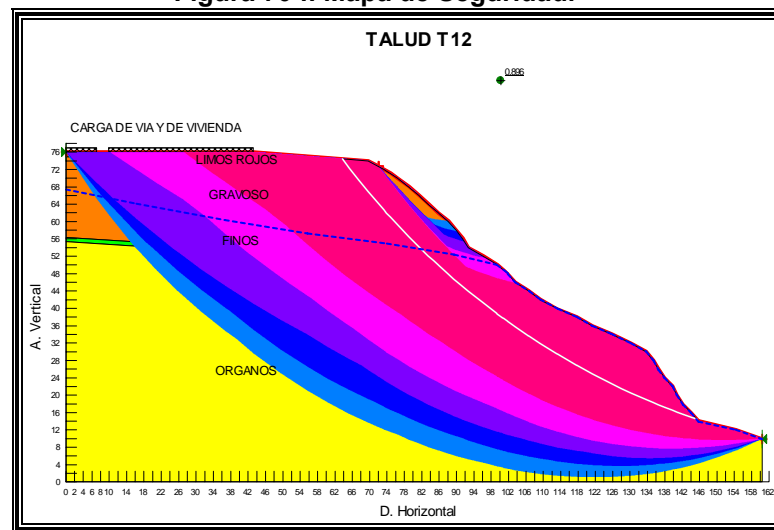
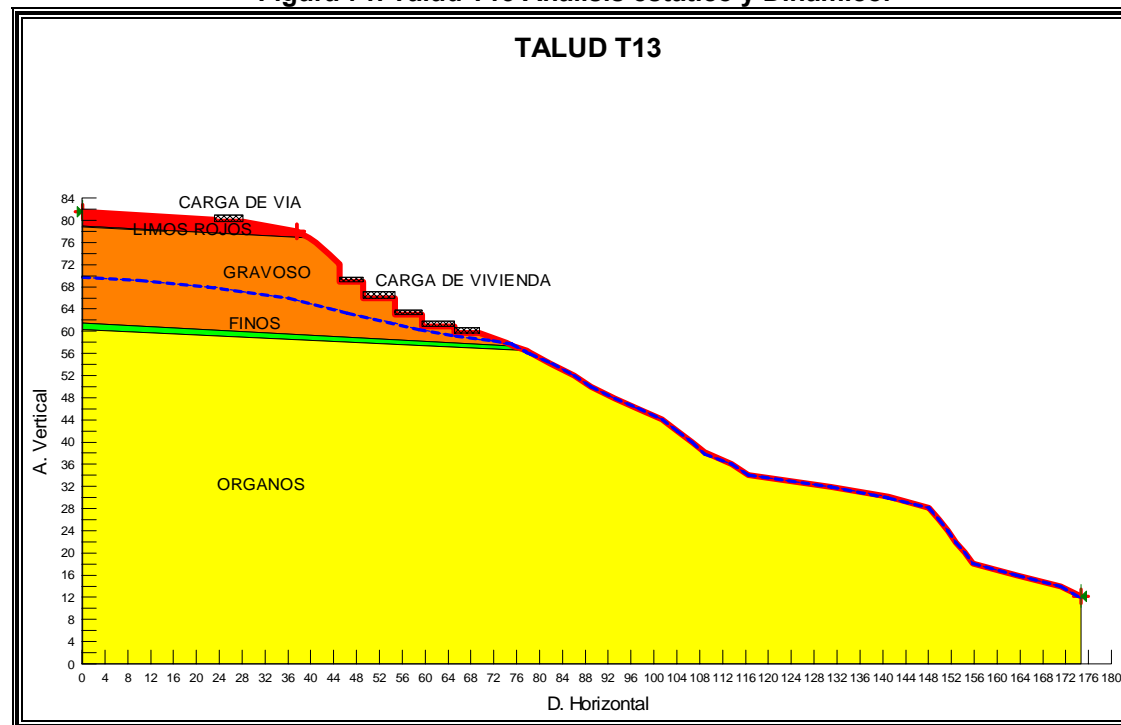


Figura 71. Talud T13 Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 71 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.363	-
Bishop:	1.512	-
Janbu:	-	1.386
Spencer:	1.513	1.518
Slip Surface #:	7161 of 7161	

**DINAMICO**

Figura 71 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.055	-
Bishop:	1.173	-
Janbu:	-	1.055
Spencer:	1.172	1.171
Slip Surface #:	7161 of 7161	

Figura 71 c. Línea de Falla Crítica.

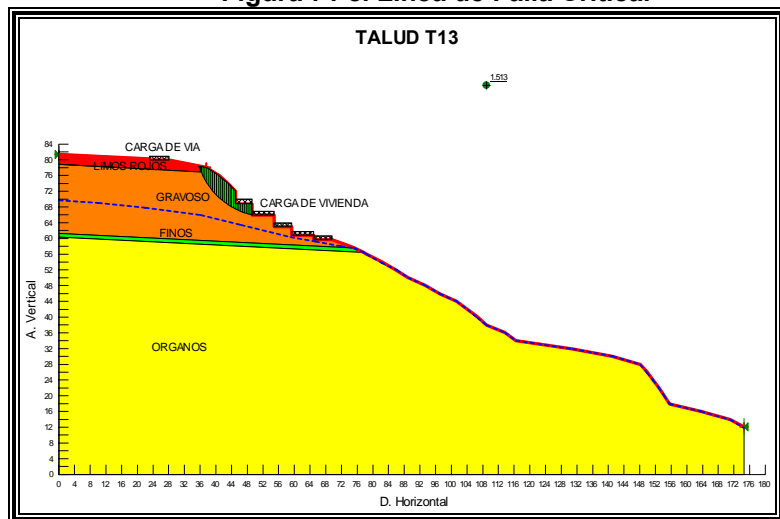


Figura 71 d. Línea de Falla Crítica.

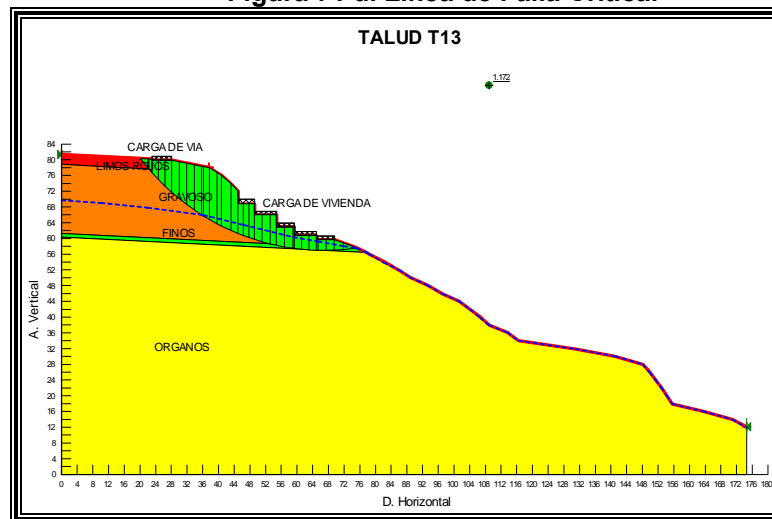


Figura 71 e. Mapa de Seguridad.

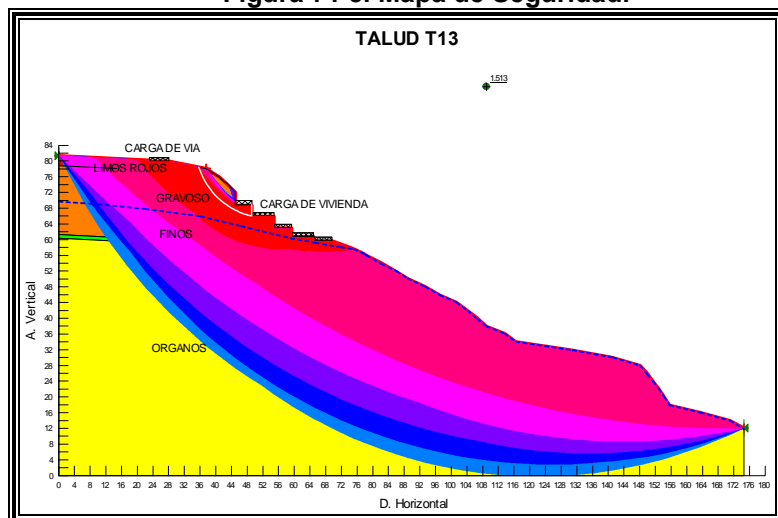
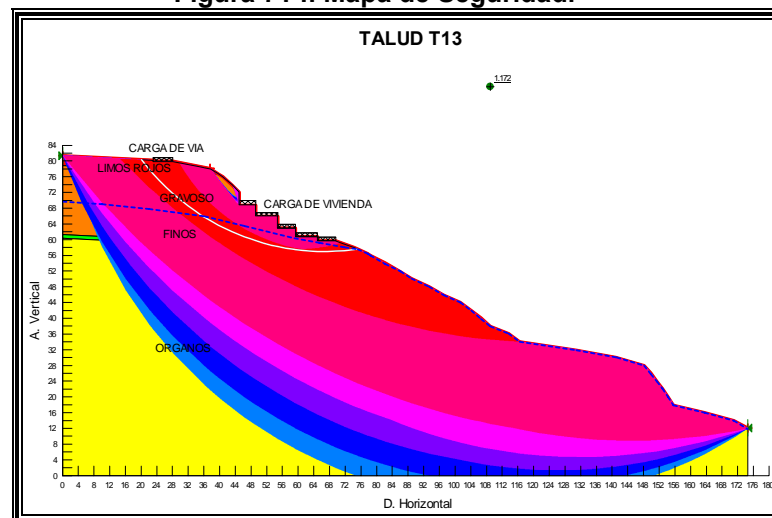


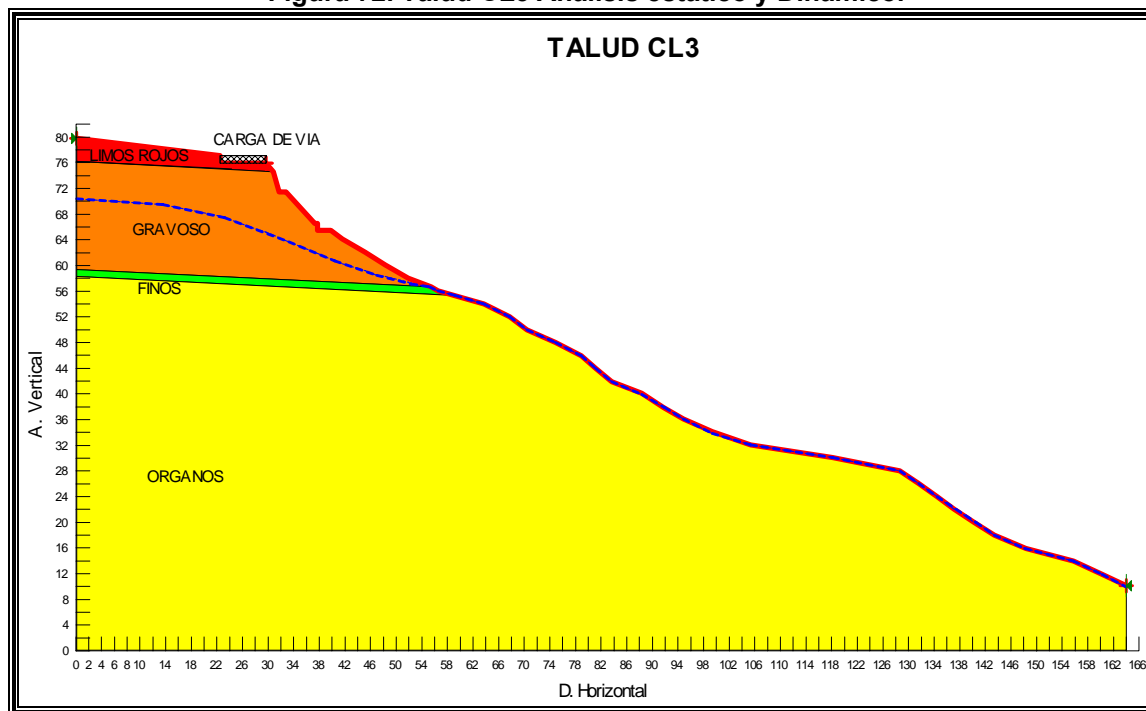
Figura 71 f. Mapa de Seguridad.



# COLOMBIA



Figura 72. Talud CL3 Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 72 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.219	-
Bishop:	1.328	-
Janbu:	-	1.222
Spencer:	1.318	1.326
Slip Surface #:		2541 of 2541

**DINAMICO**

Figura 72 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.942	-
Bishop:	1.037	-
Janbu:	-	0.931
Spencer:	1.036	1.031
Slip Surface #:		2541 of 2541

Figura 72 c. Línea de Falla Crítica.

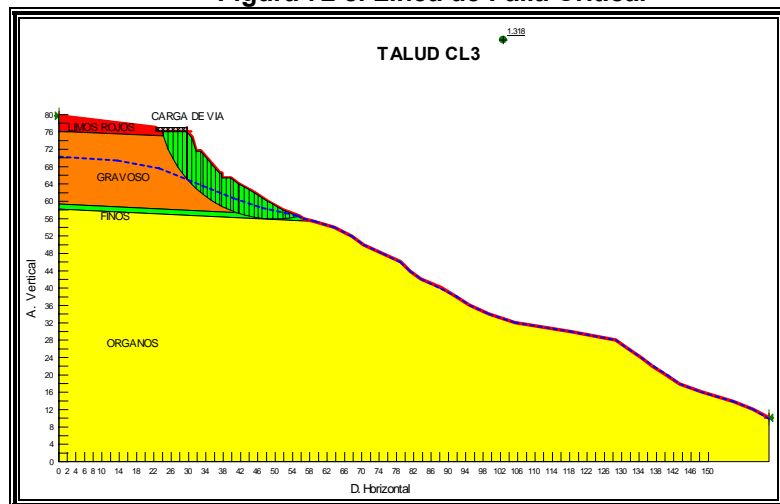


Figura 72 d. Línea de Falla Crítica.

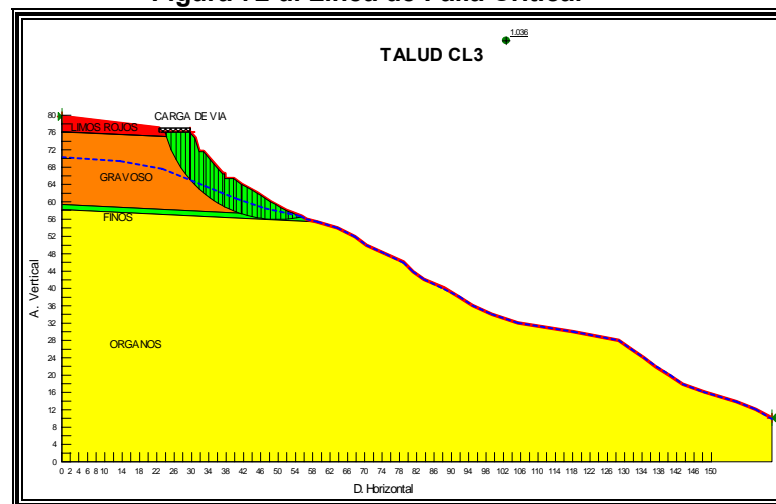


Figura 72 e. Mapa de Seguridad.

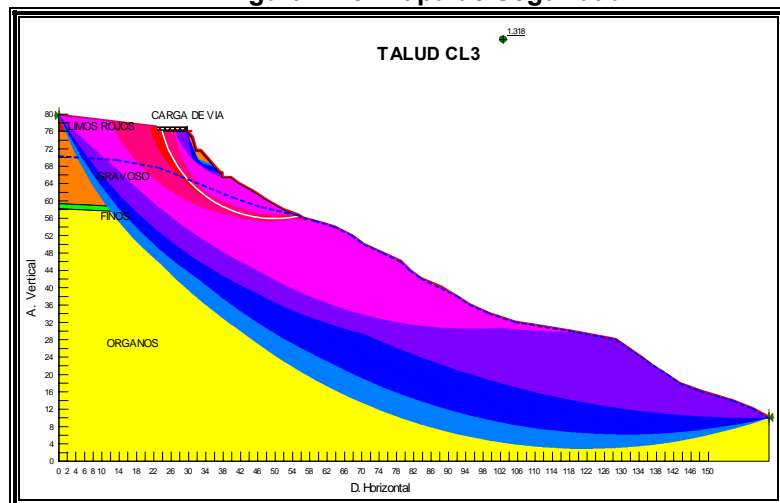


Figura 72 f. Mapa de Seguridad.

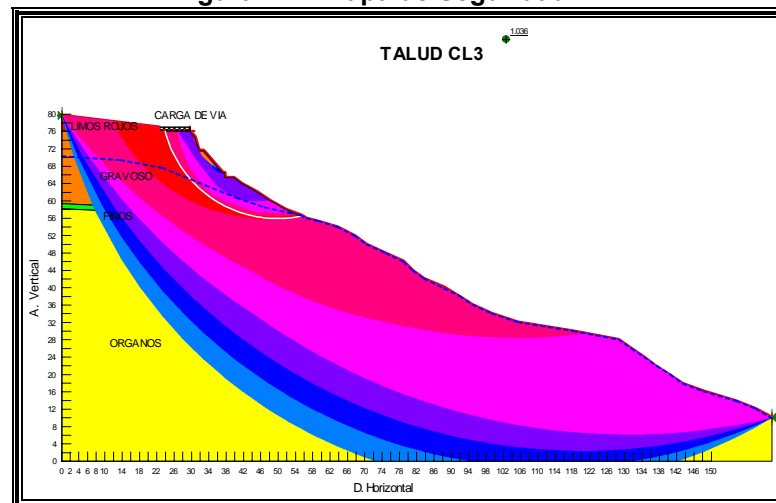
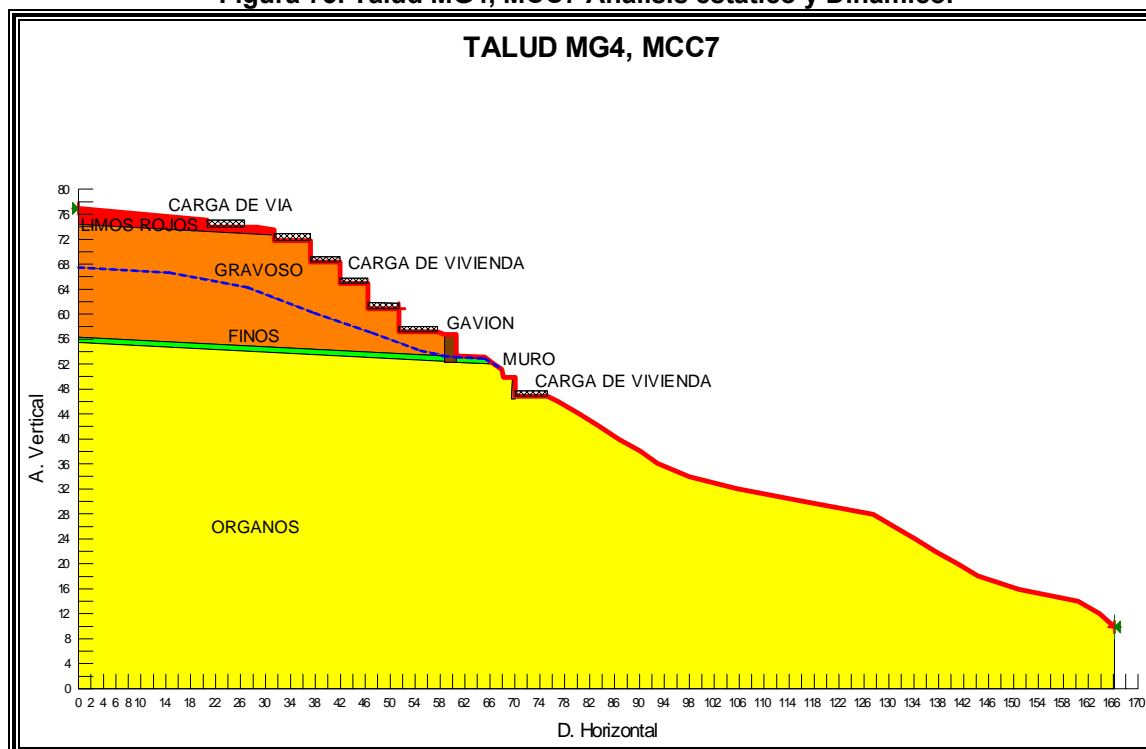


Figura 73. Talud MG4, MCC7 Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 73 a . Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.401	-
Bishop:	1.475	-
Janbu:	-	1.384
Spencer:	1.474	1.473
Slip Surface #:	4851 of 4851	

**DINAMICO**

Figura 73 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.047	-
Bishop:	1.108	-
Janbu:	-	1.034
Spencer:	1.111	1.114
Slip Surface #:	4851 of 4851	

Figura 73 c. Línea de Falla Crítica.

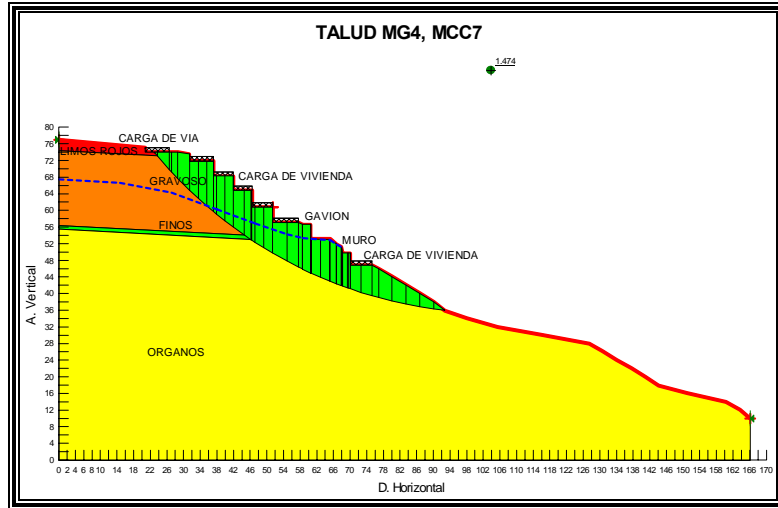


Figura 73 d. Línea de Falla Crítica.

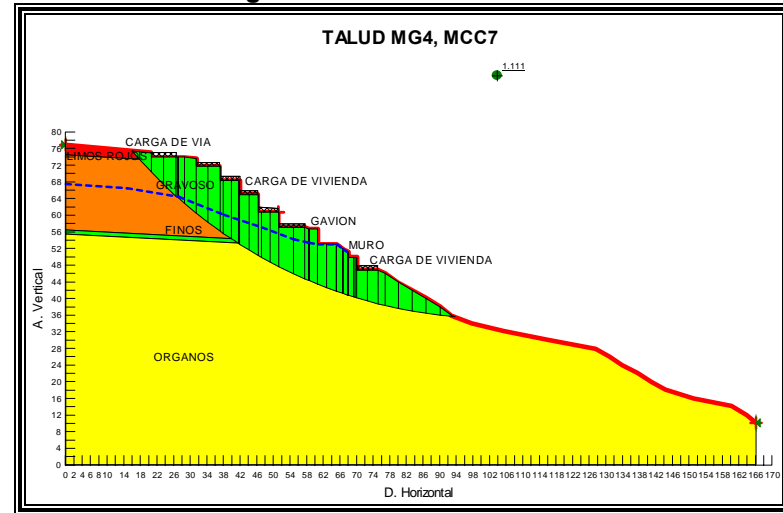


Figura 73 e. Mapa de Seguridad.

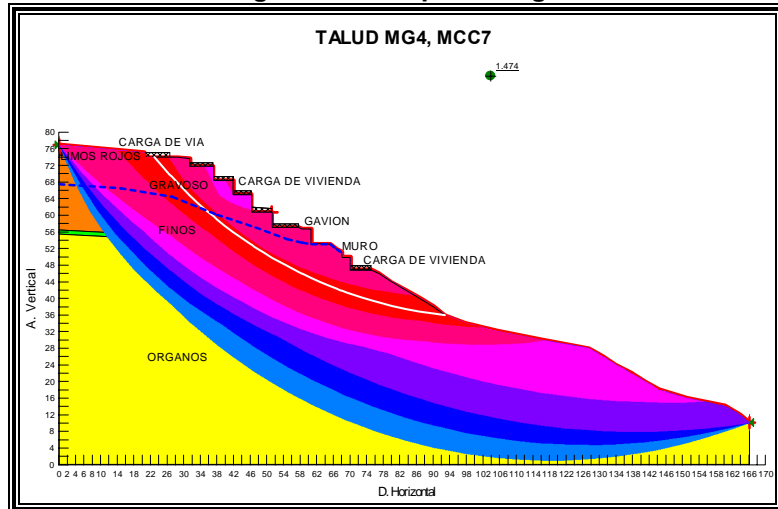


Figura 73 f. Mapa de Seguridad.

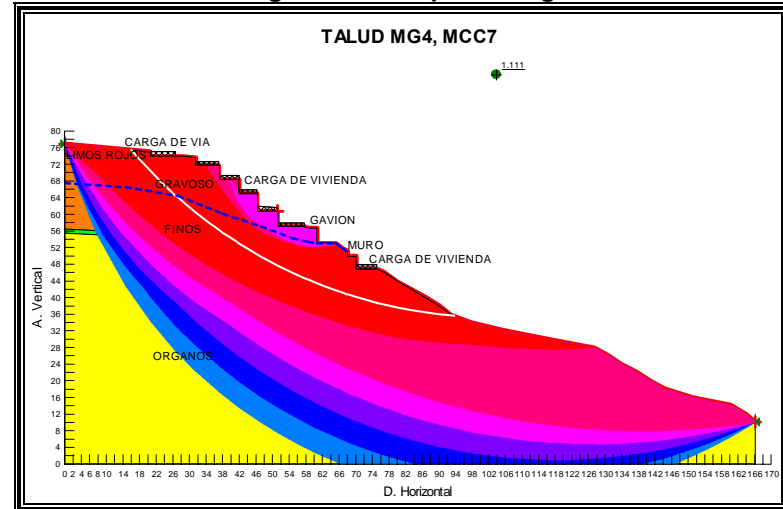
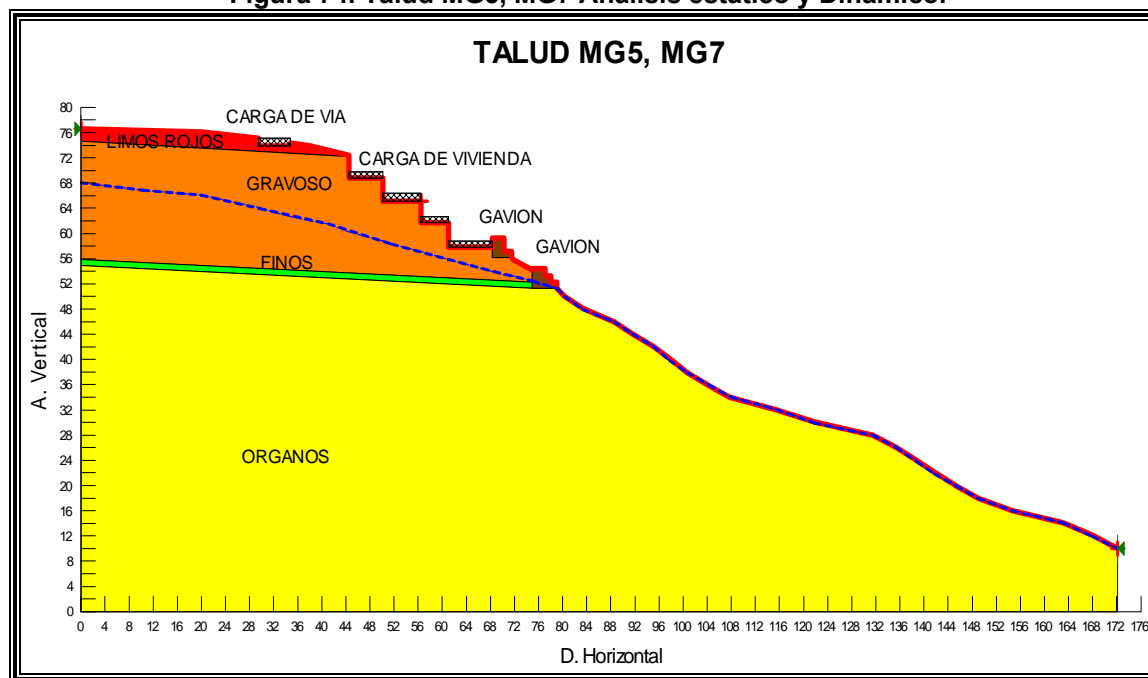


Figura 74. Talud MG5, MG7 Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 74 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.444	-
Bishop:	1.515	-
Janbu:	-	1.427
Spencer:	1.555	1.556
Slip Surface #:	4851 of 4851	

**DINAMICO**

Figura 74 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.072	-
Bishop:	1.134	-
Janbu:	-	1.058
Spencer:	1.179	1.181
Slip Surface #:	4851 of 4851	

Figura 74 c. Línea de Falla Crítica.

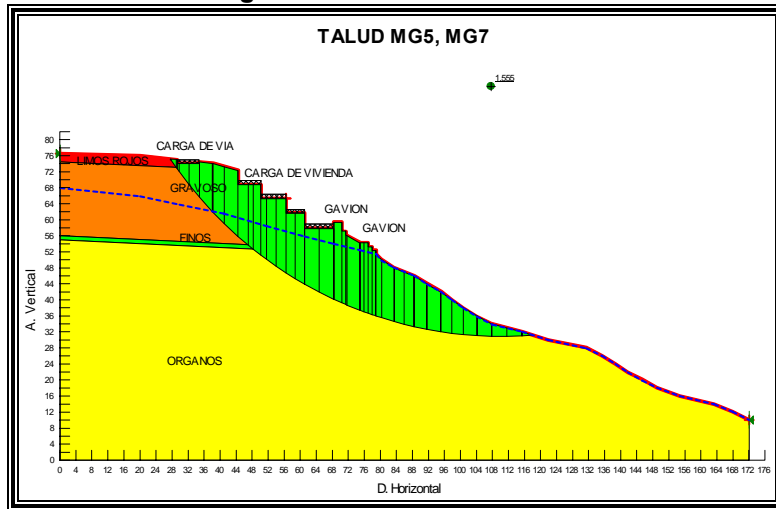


Figura 74 d. Línea de Falla Crítica.

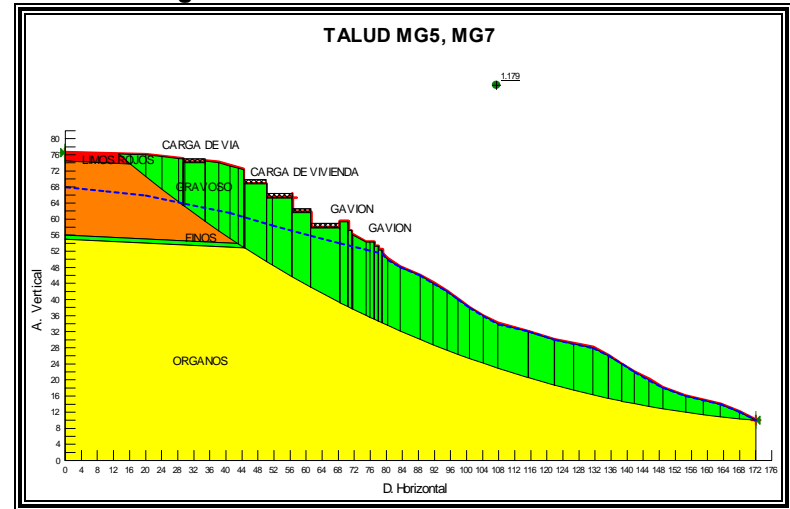


Figura 74 e. Mapa de Seguridad.

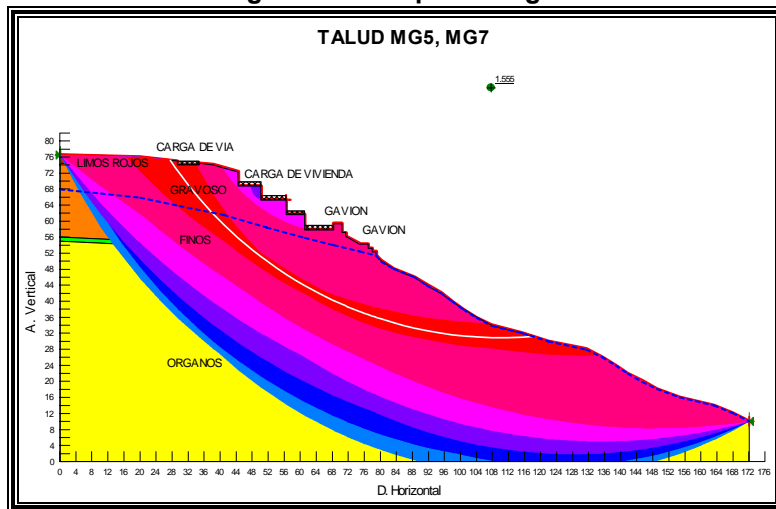


Figura 74 f. Mapa de Seguridad.

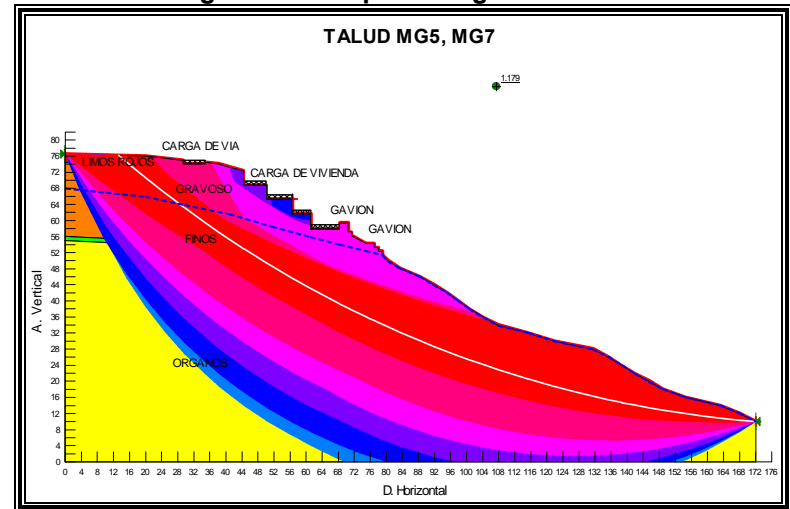
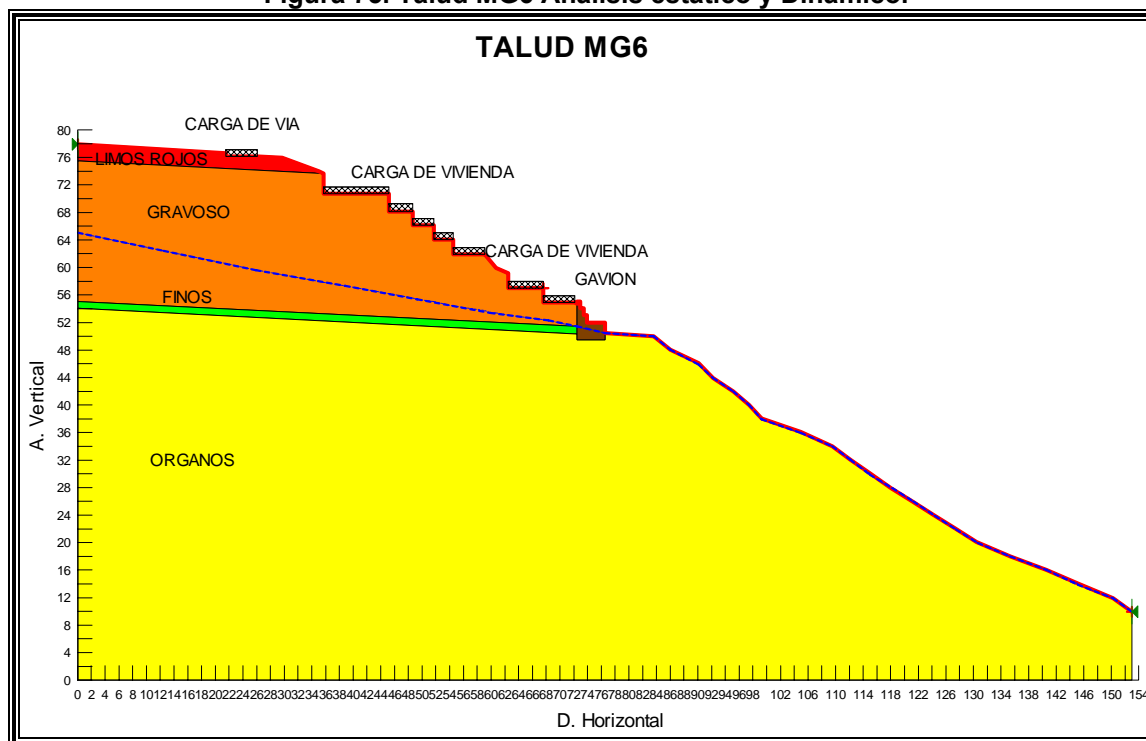


Figura 75. Talud MG6 Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 75 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.411	-
Bishop:	1.467	-
Janbu:	-	1.400
Spencer:	1.465	1.465
Slip Surface #:	4851 of 4851	

**DINAMICO**

Figura 75 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.035	-
Bishop:	1.083	-
Janbu:	-	1.027
Spencer:	1.085	1.085
Slip Surface #:	4851 of 4851	

Figura 75 c. Línea de Falla Crítica.

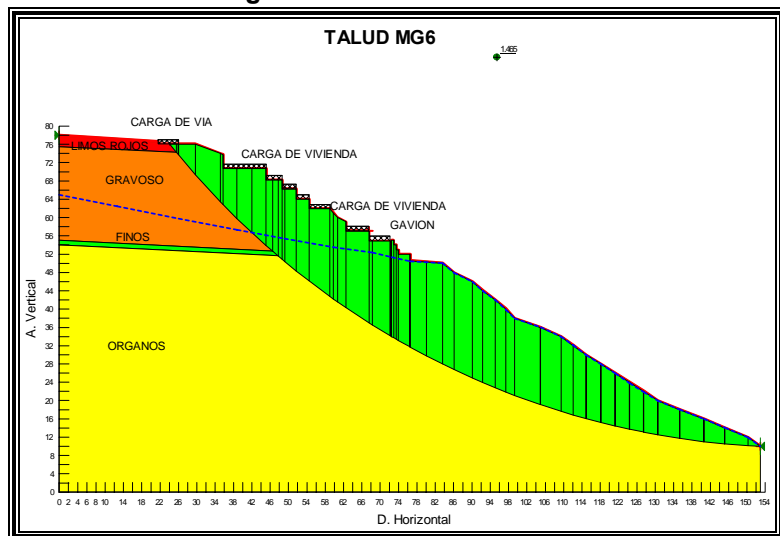


Figura 75 d. Línea de Falla Crítica.

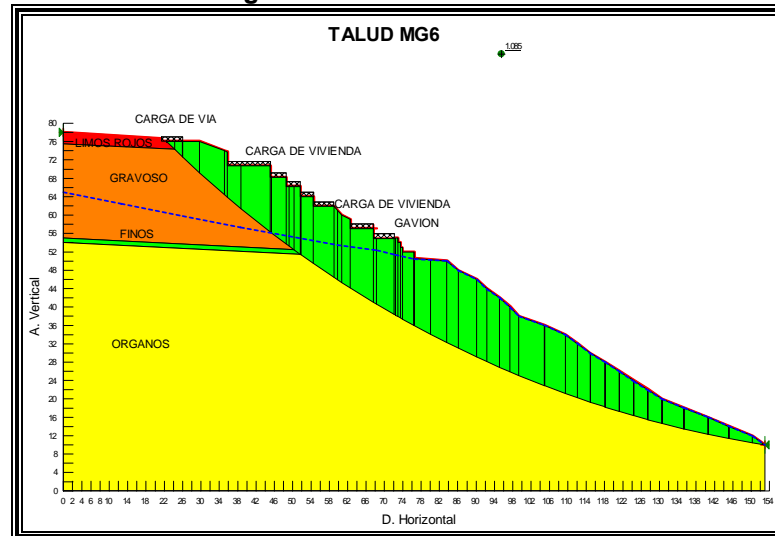


Figura 75 e. Mapa de Seguridad.

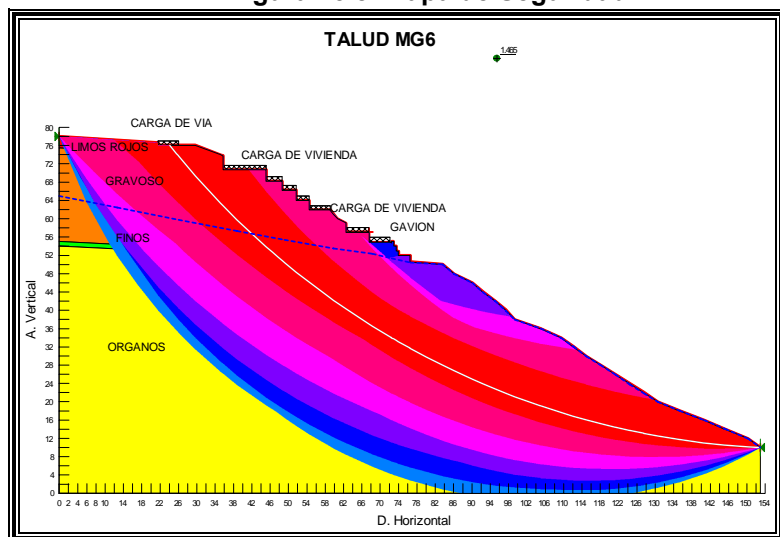


Figura 75 f. Mapa de Seguridad.

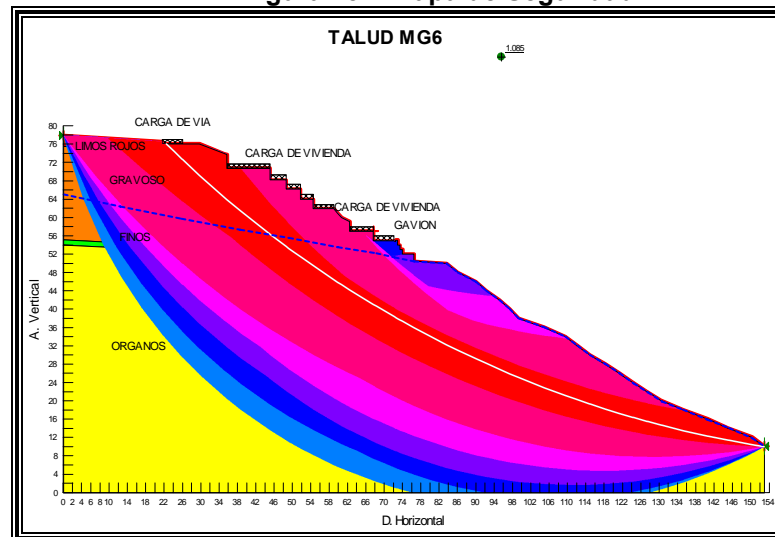
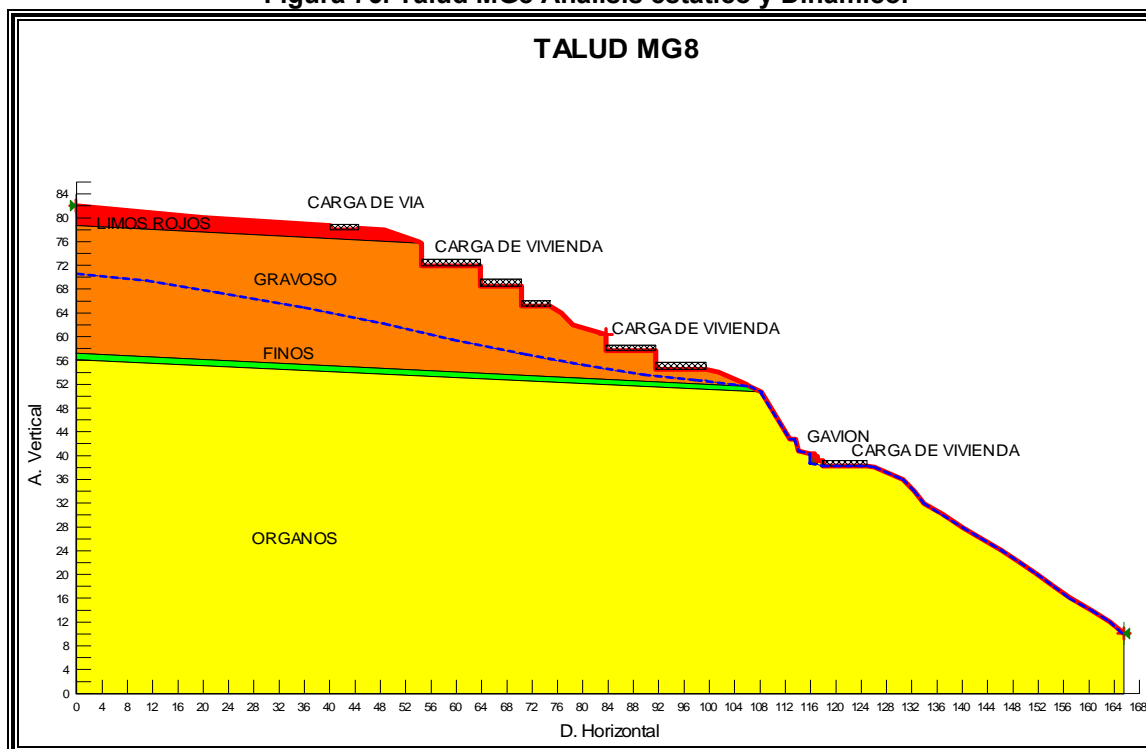


Figura 76. Talud MG8 Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 76 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.331	-
Bishop:	1.379	-
Janbu:	-	1.323
Spencer:	1.377	1.376
Slip Surface #:	4851 of 4851	

**DINAMICO**

Figura 76 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.990	-
Bishop:	1.023	-
Janbu:	-	0.981
Spencer:	1.024	1.022
Slip Surface #:	4851 of 4851	

Figura 76 c. Línea de Falla Crítica.

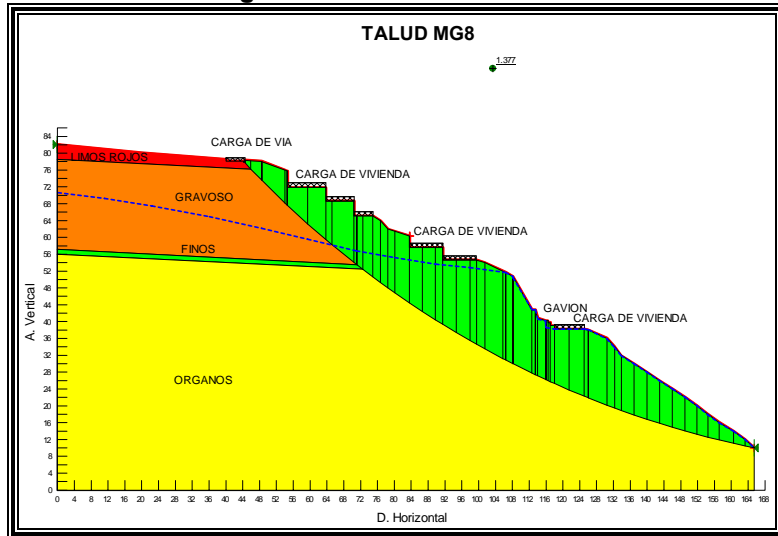


Figura 76 d. Línea de Falla Crítica.

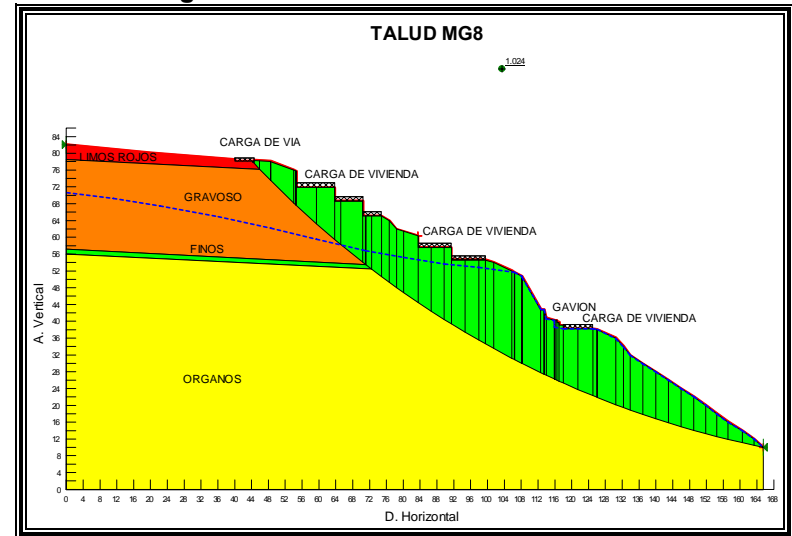


Figura 76 e. Mapa de Seguridad.

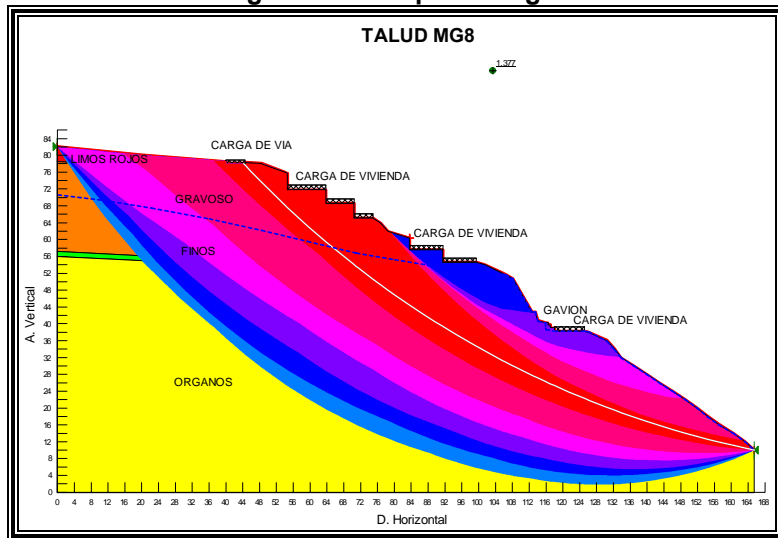


Figura 76 f. Mapa de Seguridad.

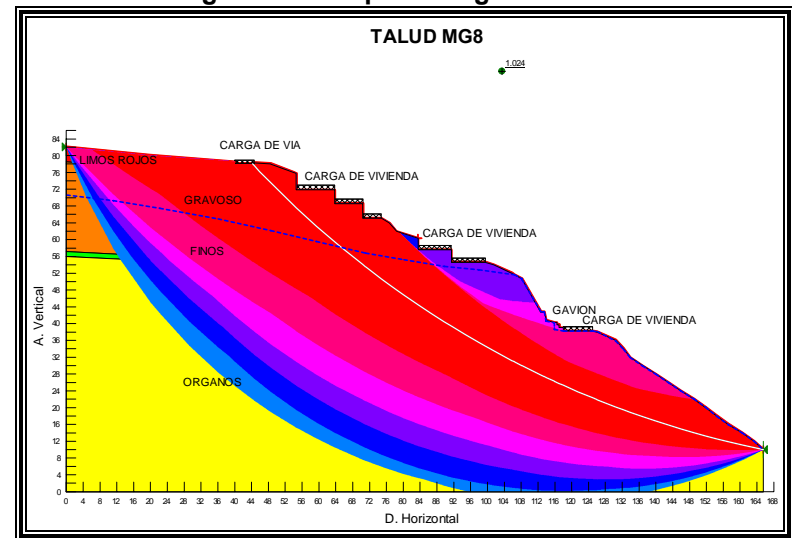
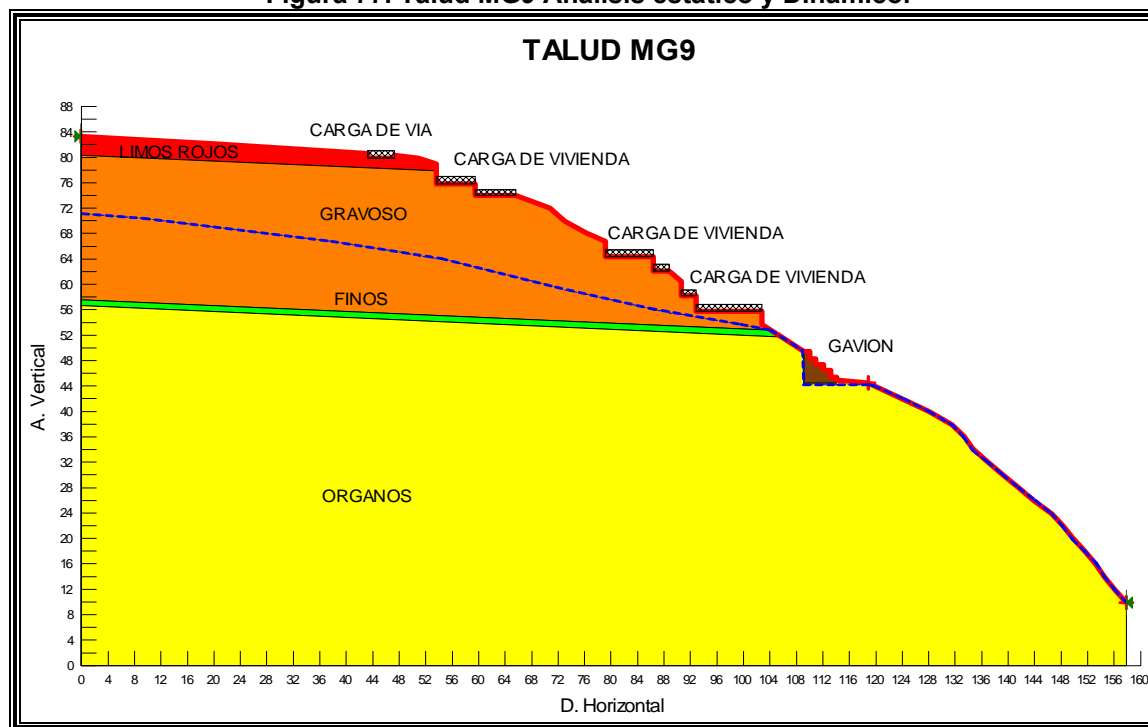


Figura 77. Talud MG9 Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 77 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.084	-
Bishop:	1.125	-
Janbu:	-	1.076
Spencer:	1.119	1.113
Slip Surface #:	4851 of 4851	

**DINAMICO**

Figura 77 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.851	-
Bishop:	0.892	-
Janbu:	-	0.836
Spencer:	0.887	0.879
Slip Surface #:	4851 of 4851	

Figura 77 c. Línea de Falla Crítica.

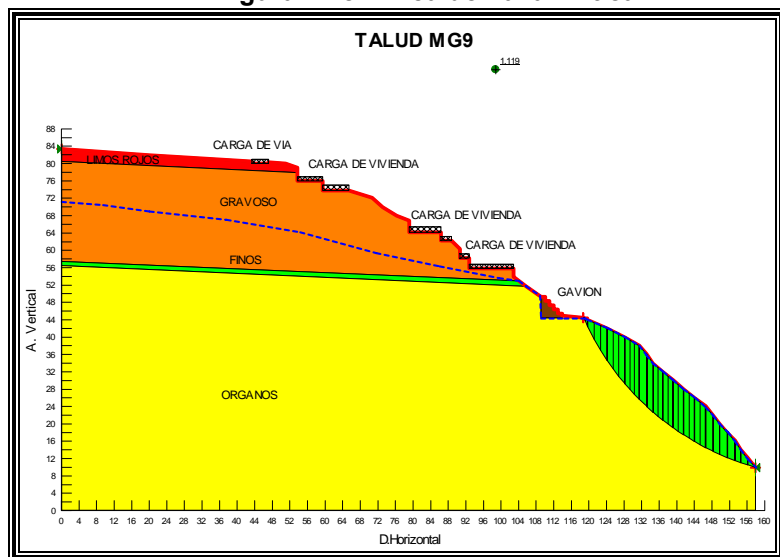


Figura 77 d. Línea de Falla Crítica.

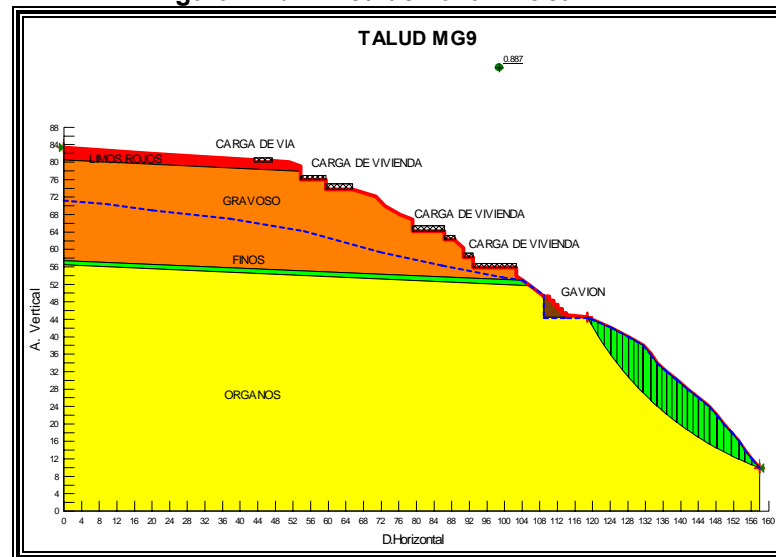


Figura 77 e. Mapa de Seguridad.

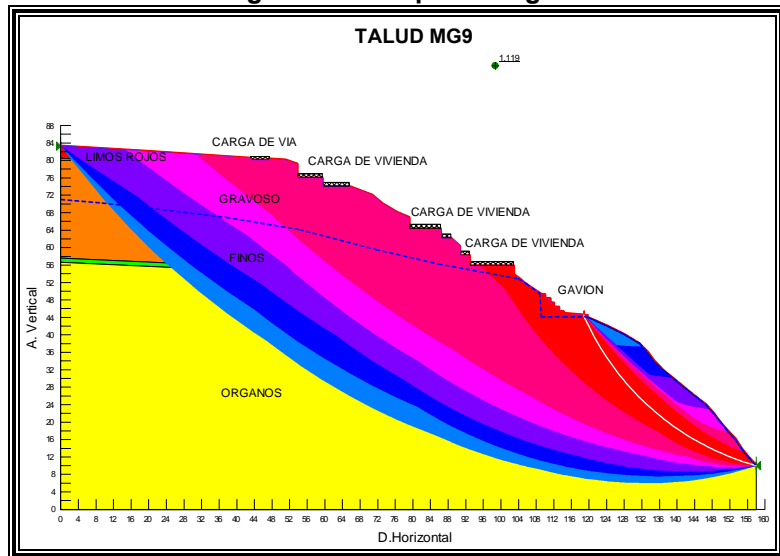


Figura 77 f. Mapa de Seguridad.

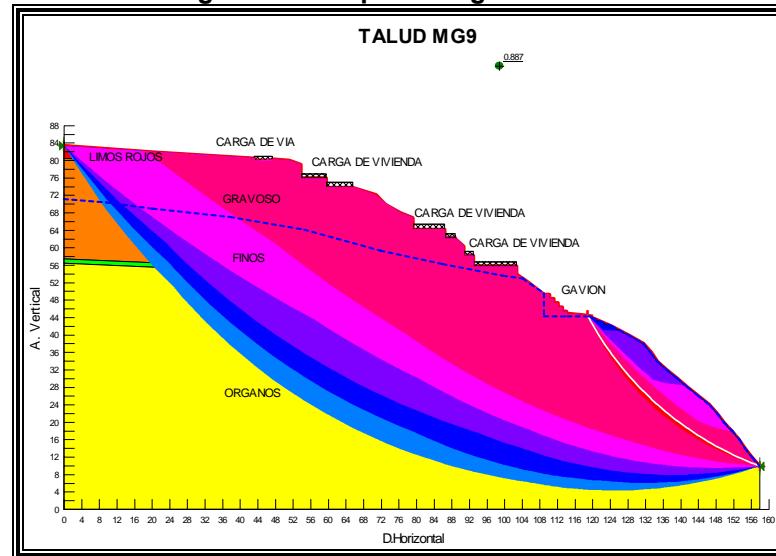
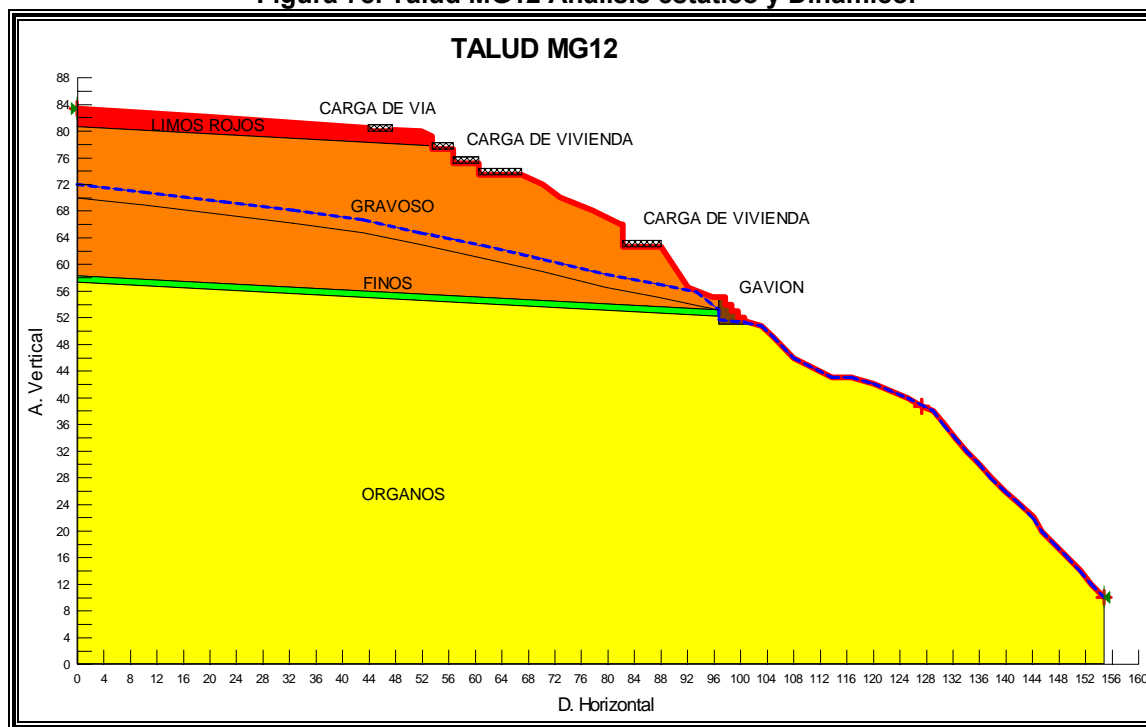


Figura 78. Talud MG12 Análisis estático y Dinámico.



**ESTATICO**

Figura 78 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.499	-
Bishop:	0.254	-
Janbu:	-	0.470
Spencer:	1.106	1.105
Slip Surface #:	4851 of 4851	

**DINAMICO**

Figura 78 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.365	-
Bishop:	0.240	-
Janbu:	-	0.405
Spencer:	0.882	0.876
Slip Surface #:	4851 of 4851	

Figura 78 c. Línea de Falla Crítica.

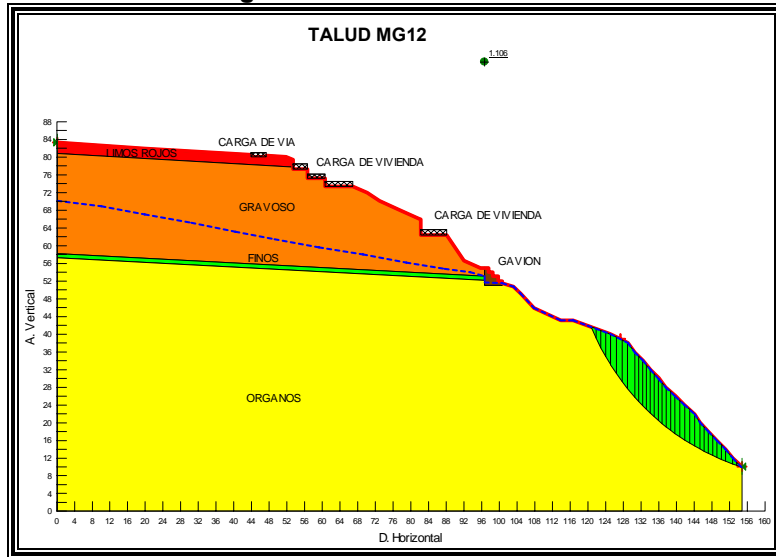


Figura 78 d. Línea de Falla Crítica.

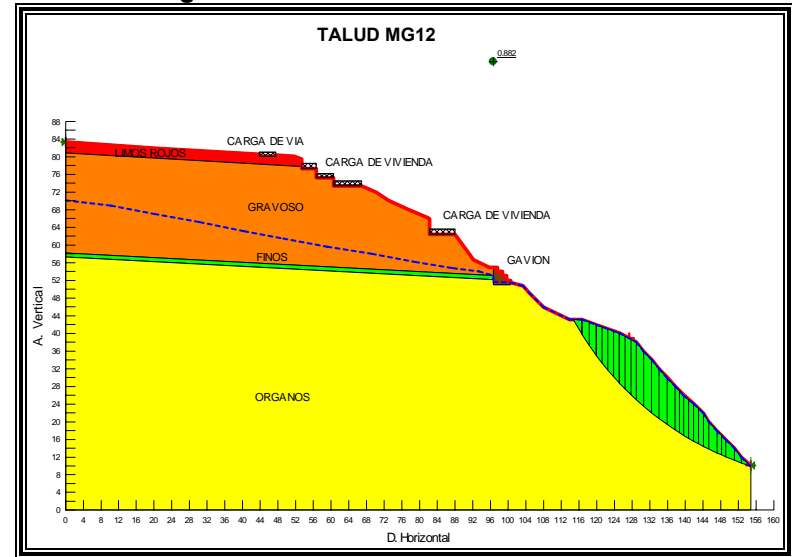


Figura 78 e. Mapa de Seguridad.

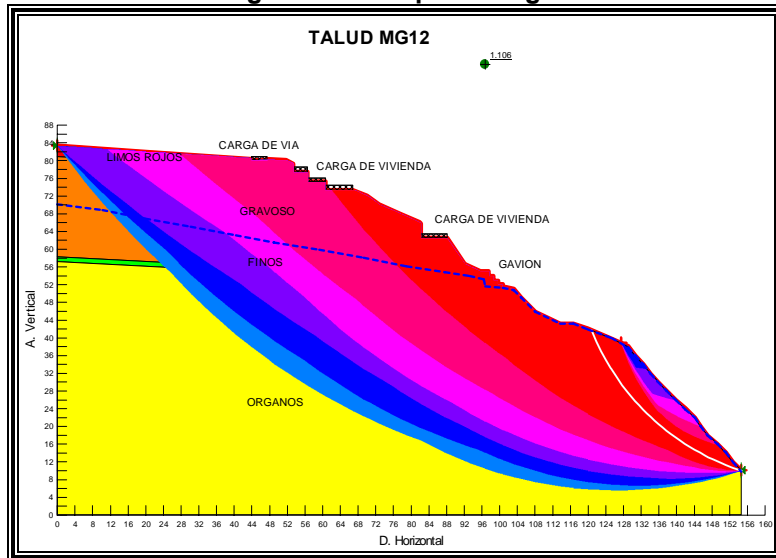


Figura 78 f. Mapa de Seguridad.

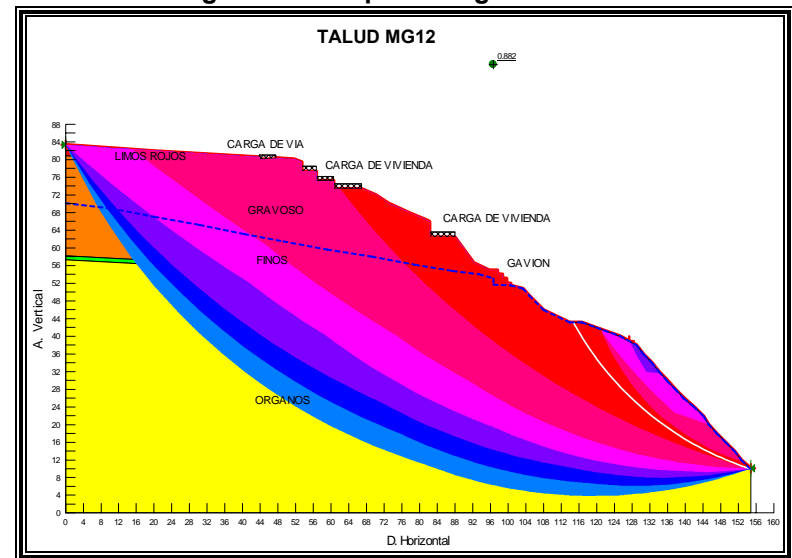
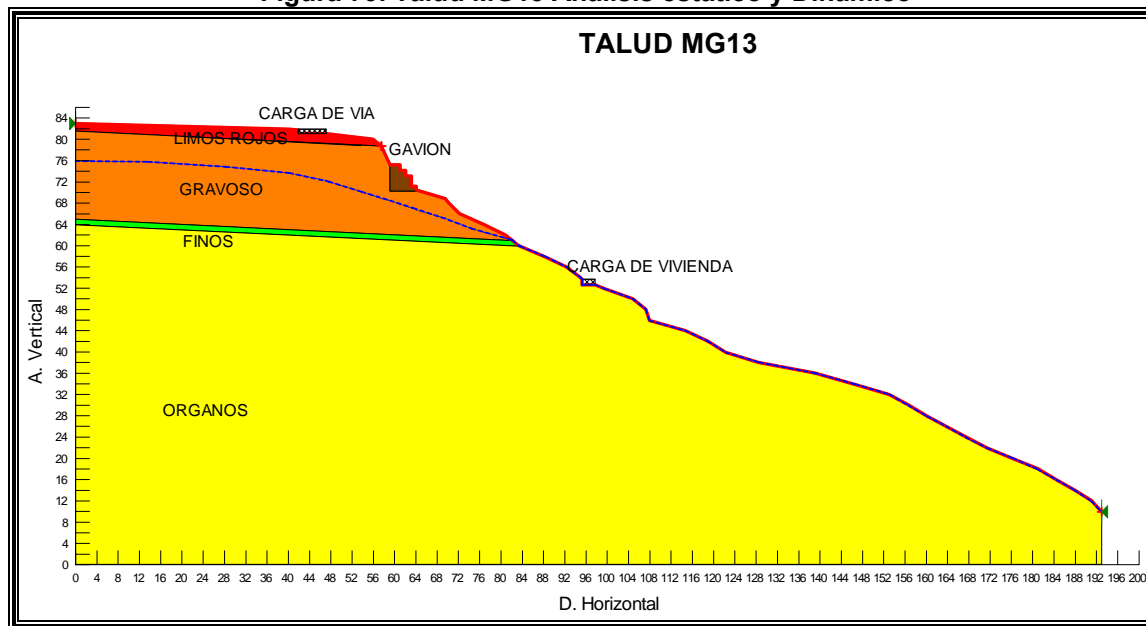


Figura 79. Talud MG13 Análisis estático y Dinámico



**ESTATICO**

Figura 79 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.310	-
Bishop:	1.408	-
Janbu:	-	1.315
Spencer:	1.402	1.404
Slip Surface #:		4961 of 4961

**DINAMICO**

Figura 79 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.986	-
Bishop:	1.071	-
Janbu:	-	0.974
Spencer:	1.074	1.071
Slip Surface #:		4961 of 4961

Figura 79 c. Línea de Falla Crítica.

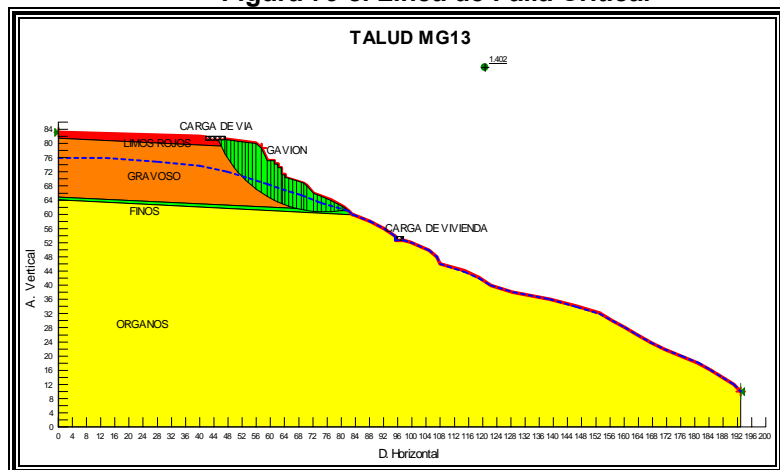


Figura 79 d. Línea de Falla Crítica.

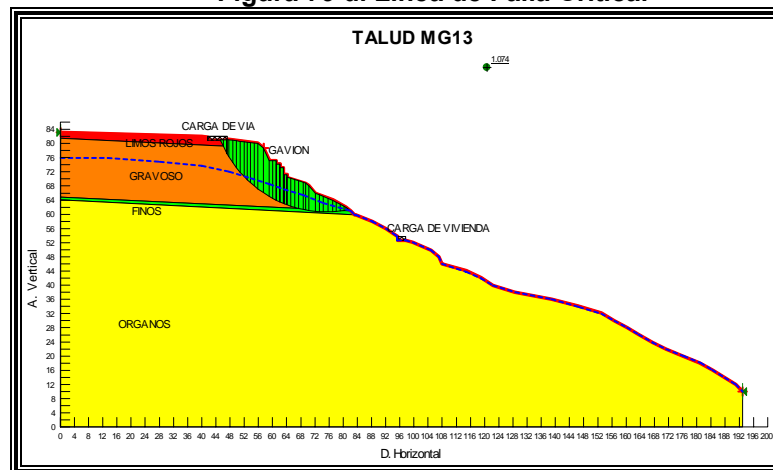


Figura 79 e. Mapa de Seguridad.

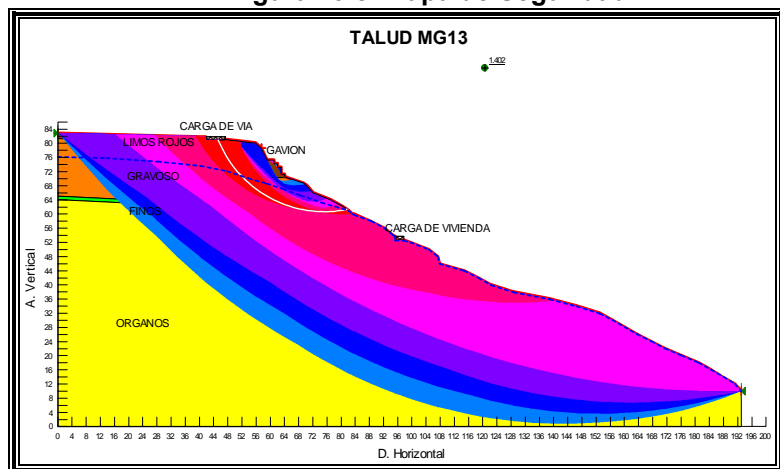
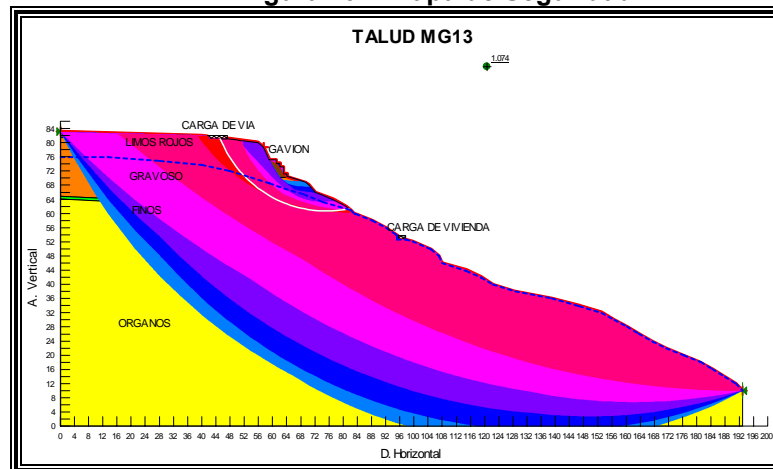


Figura 79 f. Mapa de Seguridad.



## 4.7 RESULTADOS

- ✚ Para analizar la estabilidad de los taludes nos basamos en el siguiente criterio de evaluación:

### **Para el análisis estático:**

Factor de seguridad  $>1.5$  = Estable.

Factor de seguridad entre 1.5 y 1.2 = crítico.

Factor de seguridad  $< 1.2$  = Inestable.

### **Para el análisis dinámico:**

Factor de seguridad  $>1.3$  = Estable.

Factor de seguridad entre 1.3 y 0.95 = crítico.

Factor de seguridad  $< 0.95$  = Inestable.

Es importante mencionar que el criterio anterior se obtuvo analizando la literatura existente y con la ayuda del Ingeniero Civil y especialista en Geotecnia Jaime Suárez Díaz. Por lo tanto no es un juicio de selección objetivo o estandarizado y esta sujeto a discrepancias y posibles cambios, por lo anterior solo se aplica para el presente trabajo.

Como podemos observar en las figuras de los factores de seguridad y mas claramente en la tabla siguiente, la gran mayoría de los taludes analizados estáticamente se encuentra en un estado estable o en estado crítico y una pequeña porción en estado inestable, es decir, no hay un problema aparente en cuanto a la estabilidad de la zona y es por esto que las laderas en este sector se encuentran en pie y sin deslizamientos evidentes, pero lo cierto es que ante el evento de un sismo bajo las condiciones ya explicados anteriormente, las situación de los taludes cambia drásticamente, encontrándose que la mayoría de los ellos se encasillan en un estado critico

con valores muy cercanos a los de la inestabilidad, de acuerdo al criterio explicado anteriormente.

- 🗺️ Es importante revisar no solo la línea de falla crítica, sino también el mapa de seguridad que nos ofrece el software, ya que es allí en donde podemos examinar el grado de vulnerabilidad del talud en estudio, por ejemplo se puede presentar una línea de falla crítica en una zona donde la afectación global es nula (Por ej. MG9), pero si revisamos el mapa, nos podremos dar cuenta que la zona de peligro, es decir, la de color rojo y siguiente afecta en gran medida al talud analizado y a las viviendas que se asientan sobre el mismo.

En todo este proyecto el mapa de seguridad nos ha permitido darnos cuenta que si bien, la mayoría de los taludes no están en un riesgo muy alto de deslizamiento, si presentan un rango bastante amplio en donde se mueven las líneas de falla con valores muy bajos, por lo tanto no podemos sectorizar exactamente la zona de ocurrencia de los deslizamientos, sino que debemos hablar de una zona de posibles fallas.

- 🗺️ Según el mapa de seguridad, la situación de las viviendas asentadas a lo largo y ancho de las laderas en estudio y de la vía ubicada en la corona de las mismas, es bastante crítica y se podría llegar a predecir que ante un evento sísmico fuerte, la mayor parte de estas construcciones se destruirían y lo mas importante es que los barrios de la zona, es decir, Canelos, Cordoncillos, Colombia, Laureles y San Gerardo, se quedarían aislados al perder su única vía de acceso, por lo tanto se hace urgente e indispensable pensar en la reubicación de las personas que habitan la zona y en la restauración de las laderas que bordean la quebrada La Guacamaya para disminuir el nivel de riesgo de los habitantes de los barrios aledaños y el

progresivo avance de la erosión en la escarpa de la meseta de Bucaramanga.

Tabla 5. Clasificación de los diferentes taludes de la zona.

FACTOR DE SEGURIDAD SEGÚN METODO DE SPENCER					
BARRIO	TALUD	COTA PIEZOMETRICA PROMEDIO			
		ESTATICO		DINAMICO	
SAN GERARDO I	MA2, CL1	1,165	INESTABLE	0,989	CRITICO
	MG1	1,435	CRITICO	1,076	CRITICO
	MG2, MG3	1,333	CRITICO	1,135	CRITICO
	T1	1,816	ESTABLE	1,388	ESTABLE
	T2	1,092	INESTABLE	0,926	INESTABLE
	T3	1,242	CRITICO	1,016	CRITICO
	T4	1,512	ESTABLE	1,131	CRITICO
	T5	1,271	CRITICO	1,091	CRITICO
	T6	1,749	ESTABLE	1,222	CRITICO
	T7	1,666	ESTABLE	1,208	CRITICO
	T8	1,259	CRITICO	0,989	CRITICO
T9	1,340	CRITICO	1,018	CRITICO	
LAURELES	CL2, MG	1,676	ESTABLE	1,293	CRITICO
	MCC3	1,646	ESTABLE	1,249	CRITICO
	MCC4, MG, MCC1, MCC2	1,756	ESTABLE	1,263	CRITICO
	MCC5, MCC6	1,728	ESTABLE	1,302	ESTABLE
	T10	1,308	CRITICO	1,027	CRITICO
	T11	1,286	CRITICO	1,007	CRITICO
	T12	1,167	INESTABLE	0,896	INESTABLE
T13	1,513	ESTABLE	1,172	CRITICO	
COLOMBIA	CL3	1,318	CRITICO	1,036	CRITICO
	MG4, MCC7	1,474	CRITICO	1,111	CRITICO
	MG5, MG7	1,555	ESTABLE	1,179	CRITICO
	MG6	1,465	CRITICO	1,085	CRITICO
	MG8	1,377	CRITICO	1,024	CRITICO
	MG9	1,119	INESTABLE	0,887	INESTABLE
	MG12	1,106	INESTABLE	0,882	INESTABLE
	MG13	1,402	CRITICO	1,074	CRITICO

Fuente: Excel. El Autor



## **CAPITULO 5**

**ANALISIS DE LOS TALUDES CON UNA VARIACION EN  
LA ALTURA DEL NIVEL FREATICO PARA UN PERIODO  
DE RETORNO DE 15 AÑOS**

## CAPITULO 5

### ANALISIS DE LOS TALUDES CON UNA VARIACION EN LA ALTURA DEL NIVEL FREATICO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 15 AÑOS

#### 5.1 JUSTIFICACION

Con el propósito de analizar el comportamiento de los taludes cuando la cota del nivel freático ascendía a su altura máxima, se estudiaron los datos de los tres piezómetros más cercanos a la zona en donde se encuentran dichos taludes, debido a la poca cantidad de datos que se tenía, solo se pudo obtener la cota para un Tiempo de Retorno de 15 Años.

“El análisis del comportamiento del agua subterránea en la Meseta de Bucaramanga no ha podido ser realizado adecuadamente debido a la falta de continuidad en la toma de registros en los piezómetros y su posterior procesamiento, además de ciertas inconsistencias presentadas en las lecturas obtenidas en algunos piezómetros. Según estudios anteriores estas inconsistencias pudieron presentarse por factores como el registro erróneo de la profundidad de algunos piezómetros, la falta de cabeza hidráulica para registrar presiones en algunos piezómetros neumáticos, la ubicación de piezómetros dentro o bajo un estrato arcilloso que impedía el flujo de agua, además del deterioro y mal funcionamiento de algunos equipos”<sup>33</sup>.

El piezómetro es un sistema utilizado para determinar la efectividad de un esquema de drenaje, evaluar la estabilidad del suelo, determinar los factores de seguridad de un relleno o excavación, monitorear las variaciones del nivel freático, o monitorear la presión de poros, entre otros. El tipo de piezómetro a seleccionar

---

<sup>33</sup> Trabajo de grado: Diagnóstico del estado actual de la red piezométrica de la corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga (CDMB).

para cada estudio específico depende de las características de funcionamiento del piezómetro y de su precisión.

Para el presente estudio, fueron utilizados los registros obtenidos de piezómetros neumáticos. “Este piezómetro consiste en una punta porosa unida a una válvula o diafragma muy sensitiva que es accionada por gases o fluidos y se requiere una unidad de lectura exterior, la cual produce una presión dentro del sistema interno del piezómetro hasta igualar la presión en la cavidad del piezómetro. La precisión depende del equipo de medición”<sup>34</sup>

En una instalación normal, el piezómetro es sellado en un sondeo, embebido en relleno o suspendido de un tubo. Dos tubos iguales van desde el piezómetro hasta un terminal en la superficie. Las lecturas se toman con un indicador neumático. El piezómetro contiene un diafragma flexible. En un lado del diafragma actúa la presión del agua y presión de gas en el otro lado. Cuando se necesita tomar una lectura se conecta un lector neumático al terminal o directamente al tubo.

El lector neumático inyecta nitrógeno comprimido a través del tubo de entrada para aumentar la presión de gas sobre el diafragma. Cuando la presión del gas excede la presión del agua el diafragma es separado del tubo de desahogo permitiendo que el exceso de gas salga por este. Cuando el gas de retorno es detectado en superficie, se corta la inyección. La presión de gas en el piezómetro disminuye hasta que la presión del agua fuerza al diafragma a su posición original, cerrando el escape de gas a través del tubo de desahogo.

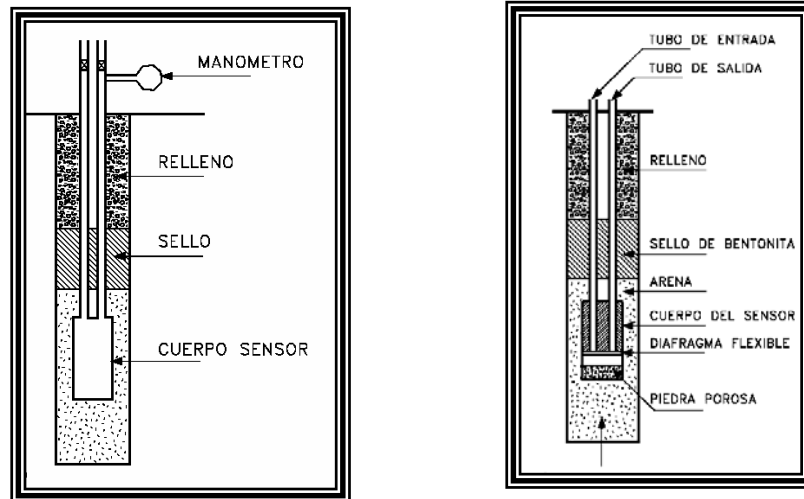
En este momento, la presión de gas se iguala con la presión de agua y puede tomarse una lectura en el manómetro de presión del lector neumático.

---

<sup>34</sup> SUAREZ DIAZ J. Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales. 1998.

En la figura siguiente se pueden observar las diferentes partes del piezómetro neumático. En la figura 80 se observa el esquema general del piezómetro neumático y los detalles internos del piezómetro.

**Figura 80. Esquema general y detalles internos del Piezómetro neumático.**



Fuente: Libro Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Jaime Suárez.

## 5.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE.

La información acerca de los registros de niveles piezométricos y la descripción de los piezómetros neumáticos fue suministrada por la Corporación Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). Los piezómetros escogidos fueron según la nomenclatura de la CDMB, los siguientes:

**Tabla 6. Nomenclatura y características de los piezómetros estudiados**

PIEZÓMETRO	TIPO	UBICACIÓN	COTA DEL TERRENO	ESTADO ACTUAL
SG-1	Neumático	Calle 64F-Cra 8	915.77	Fuera de Servicio
SG-2	Neumático	Plaza Mayor. Ciudadela R.M.	922.95	Fuera de Servicio
SG-4	Neumático	Calle 61- Cra 15	930.05	Fuera de Servicio

La ubicación de estos piezómetros se puede ver en el plano de las izopiezas del Anexo 8.

Los registros de los piezómetros SG 1 y SG 4 serán utilizados para predecir el promedio del cambio en el tiempo de la cota piezométrica, y los datos del piezómetro SG 2 será utilizado para analizar el cambio en el espacio del nivel de agua subterránea.

Aunque los piezómetros escogidos se encuentran actualmente fuera de servicio, se analizaron los datos provenientes de ellos por tres razones básicamente, la primera porque eran los mas cercanos a la zona de estudio, la segunda por que no existe en este momento algún piezómetro en funcionamiento en por lo menos 3 Km. a la redonda y tercero porque según estudios y la literatura, las cotas piezométricas no cambian drásticamente en cortos periodos de tiempo, es decir, que desde 1991, cuando fueron tomados los últimos datos en estos piezómetros neumáticos, hasta la fecha, año 2007, no se debe haber presentado un cambio considerable en los niveles del agua subterránea.

Otros inconvenientes que se presentaron con los datos recopilados se debieron a las limitaciones que tienen los piezómetros de tipo neumático, que si bien para la

época eran los mejores, no eran tan exactos, dentro de las desventajas que tiene están las siguientes:

- ✚ Su durabilidad es incierta y su precisión va disminuyendo con el tiempo de uso.
- ✚ Su proceso de lectura crea la necesidad de un entrenamiento de personal considerable.
- ✚ Ensayos efectuados en piezómetros neumáticos indican que se deben calibrar antes de instalarse adheridos a las mangueras con su longitud a utilizar para determinar su desviación desde cero.
- ✚ “En la experiencia del Autor con este tipo de piezómetros, se ha encontrado la poca exactitud cuando las presiones son bajas y el nivel de precisión de las unidades de lectura no es muy exacto.” Jaime Suárez

Los registros estudiados en los tres piezómetros van desde el año de 1984 hasta 1991, es decir, se analizaran 8 años consecutivos, debido a la poca cantidad de datos solo es posible intentar obtener una cota piezométrica máxima para un Periodo de Retorno de 15 Años.

Aunque existían tres años más con información de alturas piezométricas, estos se obviaron, debido a que se encontró el dato para un solo mes en todo el año, además, este único dato no mostraba indicios de ser un máximo al ser comparado con los registros de los demás años, por otro lado, éstos no eran años consecutivos y de haberse tenido en cuenta habría ocasionado un posible error en la obtención de los resultados para el Tiempo de Retorno de 15 Años.

Existía la posibilidad de aplicar métodos como el de ARMA, por medio del cual se extrapolan los datos y se pueden obtener una mayor cantidad de registros con los cuales se habría realizado un análisis más amplio en cuanto a la cota freática de los N años, con un valor de N igual a 25 o 35 años, pero no se hizo, debido a que se estarían encontrando datos no reales a partir de otros que si lo son pero cuyo

origen es poco confiable, en razón a los problemas ya mencionados anteriormente con este tipo de piezómetros.

## 5.2.1 Piezómetro neumático SG1.

### 5.2.1.1 Selección de Datos.

Tabla 7. Registro Piezómetro neumático SG-1

AÑO	MES	COTA PIEZOMETRO SG-1	NIVEL FREATICO (m)	COTA NIVEL FREATICO	MAXIMOS ANUALES
1984	ENERO	-	-	-	902.11
	FEBRERO	-	-	-	
	MARZO	-	-	-	
	ABRIL	915.77	13.66	902.11	
	MAYO	915.77	14.38	901.39	
	JUNIO	915.77	13.66	902.11	
	JULIO	915.77	14.38	901.39	
	AGOSTO	915.77	14.38	901.39	
	SEPTIEMBRE	915.77	14.38	901.39	
	OCTUBRE	915.77	14.38	901.39	
	NOVIEMBRE	915.77	14.38	901.39	
DICIEMBRE	915.77	14.38	901.39		
1985	ENERO	-	-	-	904.13
	FEBRERO	915.77	14.38	901.39	
	MARZO	915.77	13.66	902.11	
	ABRIL	915.77	13.66	902.11	
	MAYO	915.77	13.73	902.04	
	JUNIO	915.77	13.66	902.11	
	JULIO	915.77	13.66	902.11	
	AGOSTO	915.77	14.02	901.75	
	SEPTIEMBRE	-	-	-	
	OCTUBRE	915.77	13.66	902.11	
NOVIEMBRE	915.77	11.64	904.13		
DICIEMBRE	915.77	11.86	903.91		
1986	ENERO	-	-	-	903.48
	FEBRERO	915.77	13.66	902.11	
	MARZO	915.77	13.73	902.04	
	ABRIL	915.77	13.51	902.26	
	MAYO	915.77	13.66	902.11	

	JUNIO	-	-	-	
	JULIO	915.77	13.66	902.11	
	AGOSTO	-	-	-	
	SEPTIEMBRE	915.77	13.66	902.11	
	OCTUBRE	-	-	-	
	NOVIEMBRE	915.77	12.29	903.48	
	DICIEMBRE	915.77	13.51	902.26	
1987	ENERO	915.77	13.01	902.76	902.98
	FEBRERO	-	-	-	
	MARZO	915.77	13.51	902.26	
	ABRIL	915.77	13.66	902.11	
	MAYO	915.77	13.66	902.11	
	JUNIO	915.77	13.51	902.26	
	JULIO	915.77	12.94	902.83	
	AGOSTO	915.77	12.94	902.83	
	SEPTIEMBRE	915.77	13.3	902.47	
	OCTUBRE	-	-	-	
	NOVIEMBRE	915.77	12.79	902.98	
	DICIEMBRE	915.77	13.15	902.62	
1988	ENERO	915.77	13.3	902.47	903.19
	FEBRERO	915.77	12.94	902.83	
	MARZO	915.77	13.66	902.11	
	ABRIL	-	-	-	
	MAYO	-	-	-	
	JUNIO	-	-	-	
	JULIO	-	-	-	
	AGOSTO	-	-	-	
	SEPTIEMBRE	915.77	12.58	903.19	
	OCTUBRE	915.77	12.94	902.83	
	NOVIEMBRE	-	-	-	
	DICIEMBRE	-	-	-	
1989	ENERO	915.77	12.94	902.83	902.83
	FEBRERO	915.77	12.94	902.83	
	MARZO	-	-	-	
	ABRIL	915.77	12.94	902.83	
	MAYO	-	-	-	
	JUNIO	915.77	12.94	902.83	
	JULIO	915.77	13.66	902.11	
	AGOSTO	915.77	13.66	902.11	
	SEPTIEMBRE	-	-	-	
	OCTUBRE	-	-	-	
	NOVIEMBRE	915.77	12.94	902.83	
	DICIEMBRE	-	-	-	
1990	ENERO	-	-	-	902.83
	FEBRERO	915.77	12.94	902.83	

	MARZO	-	-	-	
	ABRIL	915.77	21.58	894.19	
	MAYO	-	-	-	
	JUNIO	-	-	-	
	JULIO	-	-	-	
	AGOSTO	-	-	-	
	SEPTIEMBRE	-	-	-	
	OCTUBRE	-	-	-	
	NOVIEMBRE	-	-	-	
	DICIEMBRE	-	-	-	
1991	ENERO	-	-	-	902.83
	FEBRERO	915.77	17.62	898.15	
	MARZO	915.77	13.51	902.26	
	ABRIL	915.77	13.66	902.11	
	MAYO	915.77	13.3	902.47	
	JUNIO	915.77	13.3	902.47	
	JULIO	-	-	-	
	AGOSTO	-	-	-	
	SEPTIEMBRE	915.77	13.01	902.76	
	OCTUBRE	915.77	12.94	902.83	
	NOVIEMBRE	-	-	-	
	DICIEMBRE	915.77	12.94	902.83	

Fuente: Excel. El Autor

De la información obtenida para cada año se tomó el valor de máxima cota piezométrica para realizar los respectivos análisis de dichos datos.

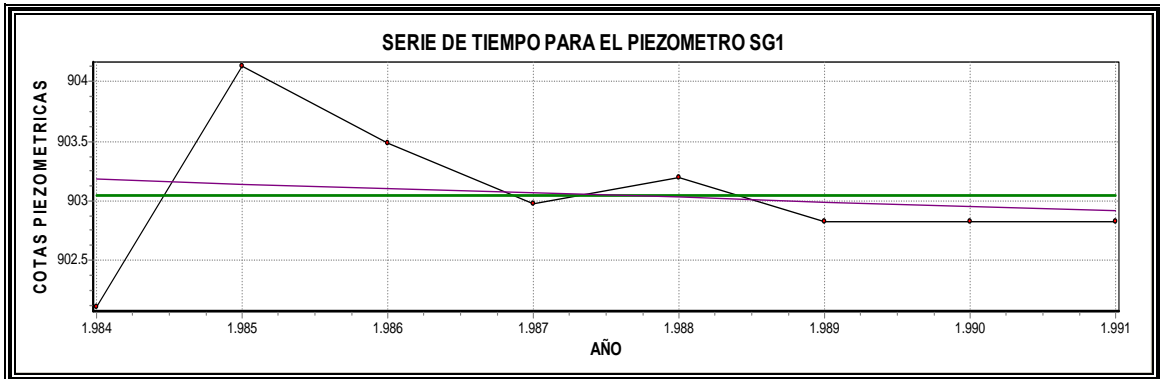
**Tabla 8. Cotas Piezométricas Máximas registradas por el Piezómetro neumático SG-1.**

AÑO	COTAS MAXIMAS ANUALES (m)
1984	902.11
1985	904.13
1986	903.48
1987	902.98
1988	903.19
1989	902.83
1990	902.83
1991	902.83

### 5.2.1.2 Análisis de datos por medio del programa SPELL- STAT V.1.7

#### 5.2.1.2.1 Serie de tiempo.

**Figura 81. Serie de datos para las máximas cotas piezométricas registradas por el Piezómetro neumático SG-1**



Fuente: Spell-Autor V.1.7. El Autor

La gráfica representa las máximas cotas piezométricas registradas en cada uno de los años. La línea verde representa la media aritmética de los datos y la línea morada representa la ecuación lineal de ajuste para esta serie de datos.

#### Número de Datos: 8

- \* Media Aritmética: 903.0475
- \* Varianza: 0.3435
- \* Desviación Estándar: 0.5861
- \* Cota Máxima: 904.13
- \* Cota Mínima: 902.11
- \* Ecuación lineal de Ajuste:  
 $Y = -0.0381X + 903.181$

**Figura 82. Presentación resultados SPELL – Stat V.1.7 para la serie de datos planteada.**

Stat descriptors	
Number of DATA	8
Aritmetic mean	903.0475
Variance (Sample)	0.3435
St.Dev. (Sample)	0.5861
Skewness	0.4703
Kurtosis	1.4568
Max. Value	904.13
Min. Value	902.11
Linear Trend	903.181 : -0.0381

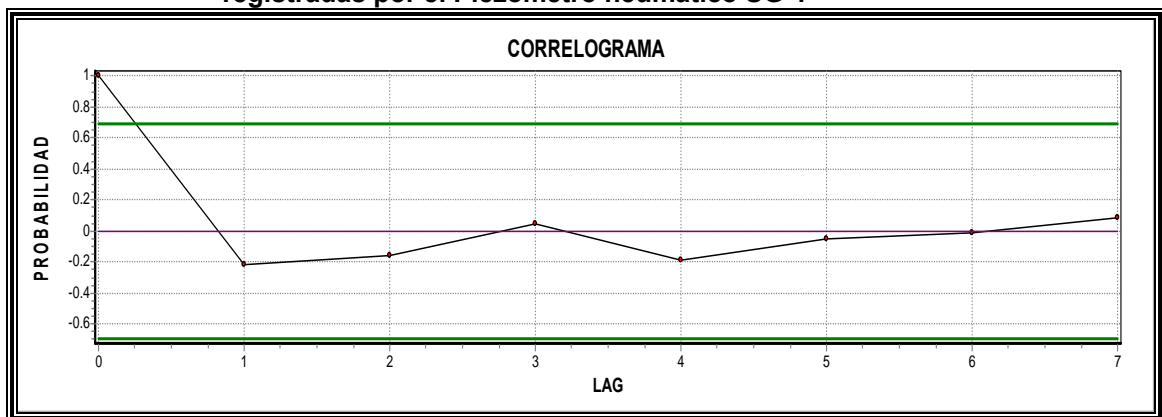
### 5.2.1.2.2 Análisis de resultados.

Para realizar los respectivos análisis con los datos máximos que se tienen es indispensable que los registros cumplan con tres condiciones.

1. Los datos no deben mostrar una relación significativa entre si.
2. La tendencia en los datos no debe ser significativa.
3. Los datos se deben ajustar a una función normalizada, cualquiera que esta sea.

#### 1. *Análisis de Correlación de Datos:*

**Figura 83. Correlograma para la serie de datos para las máximas cotas piezométricas registradas por el Piezómetro neumático SG-1**



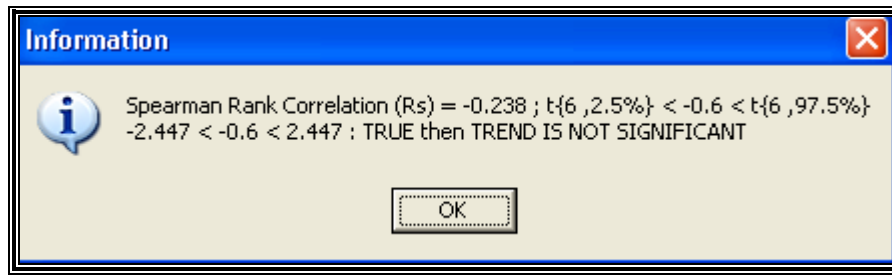
**Fuente: Spell-Autor V.1.7. El Autor**

En la gráfica se muestra el correlograma de los datos, las dos líneas horizontales de color verde demarcan los intervalos de confianza, es decir, que si el punto se encuentra dentro de estas líneas, entonces, los datos no tienen una correlación significativa y viceversa. El punto que se debe observar, es el que pertenece a la ordenada LAG. Los intervalos de confianza dependen de la cantidad de registros, para este caso se encuentran ubicados en las abscisas 0.7 y -0.7. El valor para el LAG 1 es -0.21 lo que muestra una relación insignificante entre los datos.

## 2. Análisis de la Tendencia de los datos:

Para revisar la tendencia de los datos se deben aplicar test como el de SPEARMAN, que teniendo en cuenta el valor de correlación (-0.238) que ofrece el método y otras características propias de la serie, da como resultado un intervalo de confianza y un valor puntual, si este último se encuentra dentro del intervalo entonces la tendencia de los datos no es significativa.

Figura 84. Análisis de la tendencia de los datos por medio del test de Spearman.



Fuente: Spell-Autor V.1.7. El Autor

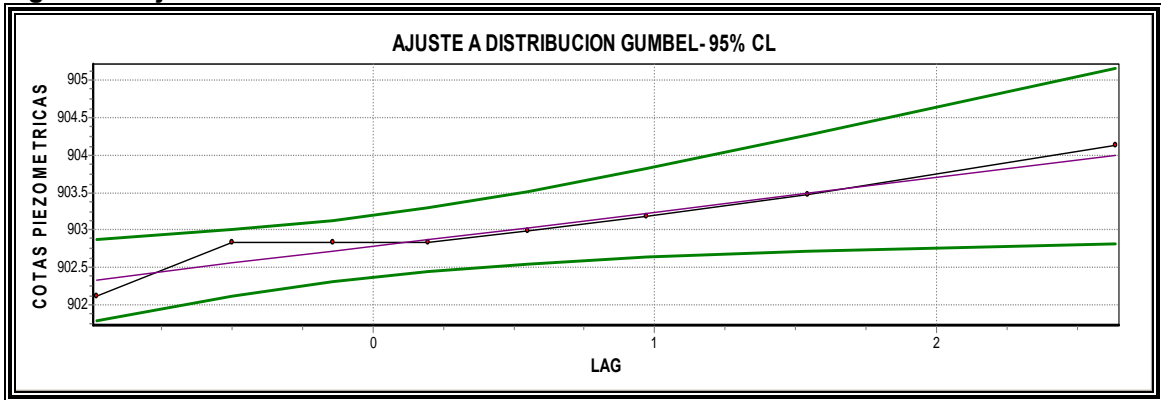
Según los resultados obtenidos se puede ver que los datos no presentan una tendencia significativa.

Los dos resultados anteriores muestran que los datos son independientes, aleatorios y sin tendencia alguna, por lo tanto es posible realizar las predicciones para el Periodo de Retorno que se planteó anteriormente y ajustar los datos a una función tipo Gumbel o Normal.

## 3. Ajuste de datos a la función Gumbel (EV-1):

Los datos se ajustaron mejor a la función de distribución tipo Gumbel, entonces:

**Figura 85. Ajuste de los datos a la función Gumbel**

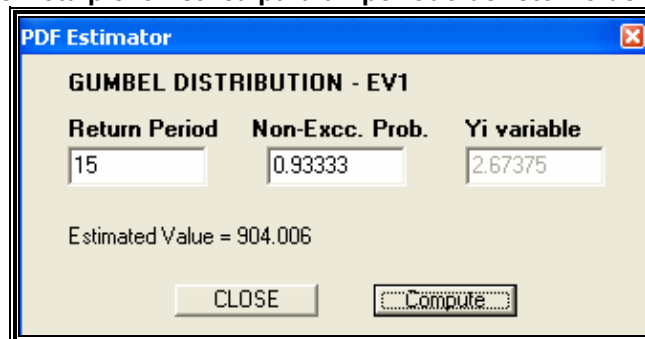


**Fuente: Spell-Autor V.1.7. El autor**

En la gráfica anterior podemos observar que todos los puntos de la serie se encuentran dentro de la región que describe las líneas de color verde, lo cual indica que los datos se ajustan con una confiabilidad del 95 % a la función Gumbel (EV-1).

Con base en la función de distribución tipo Gumbel y con la ayuda del programa SPELL obtenemos la cota piezométrica para el Periodo de Retorno T=15 Años.

**Figura 86. Cálculo de Cota piezométrica para un periodo de retorno de 15 años.**



**Fuente: Spell-Autor V.1.7. El autor**

La cota para el SG1 obtenida de las isopiezas (Ver Plano. Anexo 8) es 902.11metros, por lo tanto:

$$\text{Diferencia de cotas piezométricas} = 904.006 - 902.11 = 1.896$$

## 5.2.2 Piezómetro neumático SG4.

### 5.2.2.1 Selección de Datos.

Tabla 9. Registro Piezómetro neumático SG-4

AÑO	MES	COTA PIEZOMETRO SG-4	NIVEL FREATICO (m)	COTA NIVEL FREATICO	MAXIMOS ANUALES
1984	ENERO	930.05	6.67	923.38	<b>923.38</b>
	FEBRERO	930.05	7.03	923.02	
	MARZO	930.05	7.03	923.02	
	ABRIL	930.05	6.67	923.38	
	MAYO	930.05	6.67	923.38	
	JUNIO	930.05	6.67	923.38	
	JULIO	930.05	6.67	923.38	
	AGOSTO	930.05	6.67	923.38	
	SEPTIEMBRE	930.05	6.67	923.38	
	OCTUBRE	930.05	6.67	923.38	
	NOVIEMBRE	930.05	6.67	923.38	
	DICIEMBRE	930.05	6.67	923.38	
1985	ENERO	930.05	6.67	923.38	<b>924.24</b>
	FEBRERO	930.05	7.39	922.66	
	MARZO	930.05	7.39	922.66	
	ABRIL	930.05	7.39	922.66	
	MAYO	930.05	7.75	922.30	
	JUNIO	930.05	7.47	922.58	
	JULIO	930.05	7.32	922.73	
	AGOSTO	930.05	7.75	922.30	
	SEPTIEMBRE	930.05	7.75	922.30	
	OCTUBRE	930.05	7.75	922.30	
	NOVIEMBRE	930.05	6.1	923.95	
	DICIEMBRE	930.05	5.81	924.24	
1986	ENERO	930.05	5.81	924.24	<b>924.24</b>
	FEBRERO	930.05	7.9	922.15	
	MARZO	930.05	8.11	921.94	
	ABRIL	930.05	7.97	922.08	
	MAYO	930.05	7.97	922.08	

	JUNIO	930.05	7.97	922.08	
	JULIO	930.05	8.83	921.22	
	AGOSTO	930.05	8.83	921.22	
	SEPTIEMBRE	930.05	7.75	922.30	
	OCTUBRE	930.05	7.75	922.30	
	NOVIEMBRE	930.05	7.61	922.44	
	DICIEMBRE	930.05	7.75	922.30	
1987	ENERO	930.05	7.75	922.30	922.51
	FEBRERO	930.05	7.75	922.30	
	MARZO	930.05	7.75	922.30	
	ABRIL	930.05	7.54	922.51	
	MAYO	930.05	8.47	921.58	
	JUNIO	930.05	8.83	921.22	
	JULIO	930.05	8.11	921.94	
	AGOSTO	930.05	8.11	921.94	
	SEPTIEMBRE	930.05	8.11	921.94	
	OCTUBRE	930.05	8.11	921.94	
	NOVIEMBRE	930.05	7.97	922.08	
	DICIEMBRE	930.05	8.11	921.94	
1988	ENERO	930.05	8.11	921.94	921.94
	FEBRERO	930.05	8.11	921.94	
	MARZO	930.05	8.11	921.94	
	ABRIL	-	-	-	
	MAYO	-	-	-	
	JUNIO	-	-	-	
	JULIO	-	-	-	
	AGOSTO	-	-	-	
	SEPTIEMBRE	930.05	8.26	921.79	
	OCTUBRE	930.05	15.32	914.73	
	NOVIEMBRE	-	-	-	
	DICIEMBRE	-	-	-	
1989	ENERO	930.05	15.32	914.73	921.79
	FEBRERO	930.05	15.32	914.73	
	MARZO	-	-	-	
	ABRIL	930.05	8.47	921.58	
	MAYO	-	-	-	
	JUNIO	930.05	8.26	921.79	
	JULIO	930.05	9.19	920.86	
	AGOSTO	930.05	8.83	921.22	
	SEPTIEMBRE	-	-	-	
	OCTUBRE	-	-	-	
	NOVIEMBRE	930.05	8.69	921.36	
	DICIEMBRE	-	-	-	

1990	ENERO	-	-	-	921.36
	FEBRERO	930.05	8.69	921.36	
	MARZO	-	-	-	
	ABRIL	930.05	10.13	919.92	
	MAYO	-	-	-	
	JUNIO	-	-	-	
	JULIO	-	-	-	
	AGOSTO	-	-	-	
	SEPTIEMBRE	-	-	-	
	OCTUBRE	-	-	-	
	NOVIEMBRE	-	-	-	
	DICIEMBRE	-	-	-	
1991	ENERO	-	-	-	921.86
	FEBRERO	930.05	8.83	921.22	
	MARZO	930.05	8.83	921.22	
	ABRIL	930.05	8.83	921.22	
	MAYO	930.05	8.83	921.22	
	JUNIO	930.05	8.47	921.58	
	JULIO	-	-	-	
	AGOSTO	-	-	-	
	SEPTIEMBRE	930.05	8.47	921.58	
	OCTUBRE	930.05	8.4	921.65	
	NOVIEMBRE	-	-	-	
	DICIEMBRE	930.05	8.19	921.86	

Fuente: Excel. El Autor

De la información obtenida para cada año se tomó el valor de máxima cota piezométrica para realizar los respectivos análisis de dichos datos.

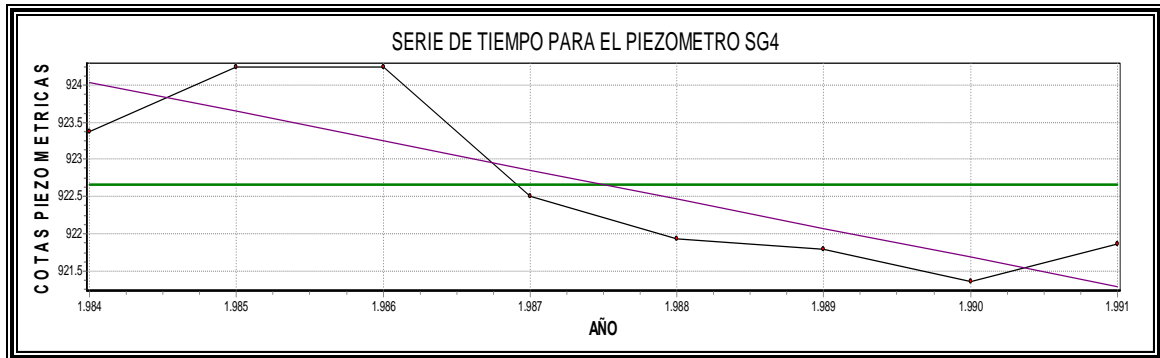
**Tabla 10. Cotas Piezométricas Máximas registradas por el Piezómetro neumático SG-4.**

AÑO	COTAS MAXIMAS ANUALES (m)
1984	923.38
1985	924.24
1986	924.24
1987	922.51
1988	921.94
1989	921.79
1990	921.36
1991	921.86

### 5.2.2.2 Análisis de datos por medio del programa SPELL- STAT V.1.7

#### 5.2.2.2.1 Serie de tiempo:

**Figura 87. Serie de datos para las máximas cotas piezométricas registradas por el Piezómetro neumático SG-4**



Fuente: Spell-Autor V.1.7. El Autor

La gráfica representa las máximos cotas piezométricas registradas en cada uno de los años. La línea verde representa la media aritmética de los datos y la línea morada representa la ecuación lineal de ajuste para esta serie de datos.

#### Número de Datos: 8

- \* Media Aritmética: 922.665
- \* Varianza: 1.3055
- \* Desviación Estándar: 1.1425
- \* Cota Máxima: 924.24
- \* Cota Mínima: 921.36
- \* Ecuación lineal de Ajuste:  
 $Y = -0.0392X + 924.038$

**Figura 88. Presentación resultados SPELL – Stat V.1.7 para la serie de datos planteada.**

Stat descriptors	
Number of DATA	8
Aritmetic mean	922.665
Variance (Sample)	1.3055
St.Dev. (Sample)	1.1426
Skewness	0.5594
Kurtosis	-1.5303
Max. Value	924.24
Min. Value	921.36
Linear Trend	924.038 : -0.39238

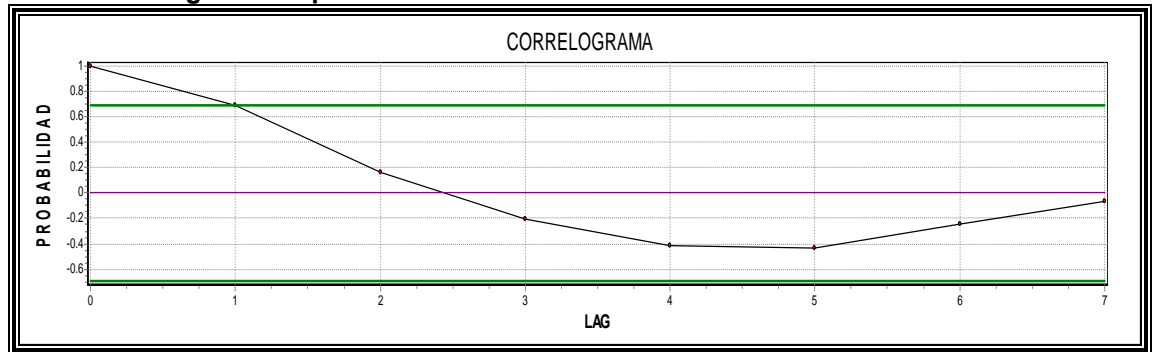
### 5.2.2.2.2 Análisis de resultados.

Para realizar los respectivos análisis con los datos máximos que se tienen es indispensable que los registros cumplan con tres condiciones.

1. Los datos no deben mostrar una relación significativa entre si.
2. La tendencia en los datos no debe ser significativa.
3. Los datos se deben ajustar a una función normalizada, cualquiera que esta sea.

#### 1. Análisis de Correlación de Datos:

**Figura 89. Correlograma para la serie de datos para las máximas cotas piezométricas registradas por el Piezómetro neumático SG-4**

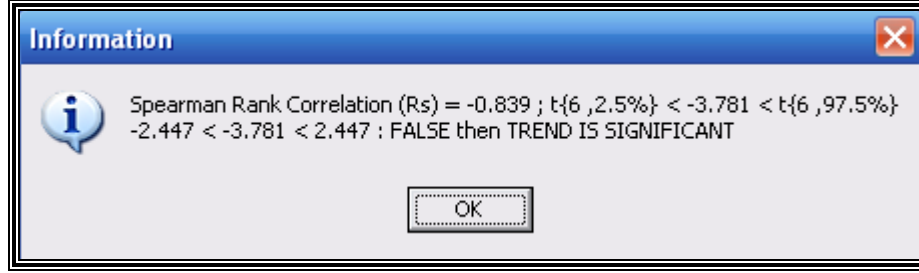


**Fuente: Spell-Autor V.1.7. El Autor**

El valor de Probabilidad para el LAG 1 es 0.7, este valor se encuentra justo en el límite de confianza, lo que genera ciertas dudas en cuanto a la existencia o no de una relación entre los datos.

## 2. Análisis de la Tendencia de los datos:

Figura 90. Análisis de la tendencia de de los datos por medio del text de Spearman.



Fuente: Spell-Autor V.1.7. El Autor

Según los datos obtenidos se confirma que los datos no son completamente independientes ni aleatorios y que si tienen una tendencia significativa.

En razón a lo expuesto anteriormente, los registros que se tienen de este piezómetro no pueden ser utilizados para realizar ninguna clase de predicción, por lo tanto se consideraran obsoletos y no se tendrán en cuenta en el presente estudio.

### 5.2.3 Piezómetro neumático SG2.

#### 5.2.3.1 Selección de Datos.

Tabla 11. Registro Piezómetro neumático SG-2

AÑO	MES	COTA PIEZOMETRO SG-2	NIVEL FREATICO (m)	COTA NIVEL FREATICO	MAXIMOS ANUALES
1984	ENERO	922.95	9.55	913.40	913.40
	FEBRERO	922.95	10.27	912.68	
	MARZO	922.95	10.27	912.68	
	ABRIL	922.95	10.27	912.68	
	MAYO	922.95	10.27	912.68	
	JUNIO	922.95	10.27	912.68	
	JULIO	922.95	10.27	912.68	
	AGOSTO	922.95	10.27	912.68	
	SEPTIEMBRE	922.95	9.55	913.40	
	OCTUBRE	922.95	9.55	913.40	
	NOVIEMBRE	922.95	9.55	913.40	
	DICIEMBRE	922.95	9.55	913.40	
1985	ENERO	922.95	9.55	913.40	916.13
	FEBRERO	922.95	9.55	913.40	
	MARZO	922.95	9.55	913.40	
	ABRIL	922.95	8.83	914.12	
	MAYO	922.95	8.83	914.12	
	JUNIO	922.95	8.83	914.12	
	JULIO	922.95	8.47	914.48	
	AGOSTO	922.95	8.83	914.12	
	SEPTIEMBRE	922.95	8.83	914.12	
	OCTUBRE	922.95	8.83	914.12	
	NOVIEMBRE	922.95	6.82	916.13	
	DICIEMBRE	922.95	6.82	916.13	
1986	ENERO	922.95	7.39	915.56	917.36
	FEBRERO	922.95	8.83	914.12	
	MARZO	922.95	11.64	911.31	
	ABRIL	922.95	11.72	911.23	
	MAYO	922.95	8.83	914.12	
	JUNIO	922.95	8.83	914.12	
	JULIO	922.95	8.98	913.97	
	AGOSTO	922.95	8.98	913.97	
SEPTIEMBRE	922.95	8.69	914.26		

	OCTUBRE	922.95	8.83	914.12	
	NOVIEMBRE	922.95	8.83	914.12	
	DICIEMBRE	922.95	5.59	917.36	
1987	ENERO	922.95	9.19	913.76	914.12
	FEBRERO	922.95	9.41	913.54	
	MARZO	922.95	9.41	913.54	
	ABRIL	922.95	9.55	913.40	
	MAYO	922.95	9.7	913.25	
	JUNIO	922.95	9.55	913.40	
	JULIO	922.95	8.83	914.12	
	AGOSTO	922.95	8.91	914.04	
	SEPTIEMBRE	922.95	9.41	913.54	
	OCTUBRE	922.95	9.41	913.54	
	NOVIEMBRE	922.95	8.98	913.97	
	DICIEMBRE	922.95	9.48	913.47	
1988	ENERO	922.95	9.55	913.40	914.12
	FEBRERO	922.95	9.19	913.76	
	MARZO	922.95	9.55	913.40	
	ABRIL	-	-	-	
	MAYO	-	-	-	
	JUNIO	-	-	-	
	JULIO	-	-	-	
	AGOSTO	-	-	-	
	SEPTIEMBRE	922.95	8.83	914.12	
	OCTUBRE	922.95	9.34	913.61	
	NOVIEMBRE	-	-	-	
	DICIEMBRE	-	-	-	
1989	ENERO	-	-	-	914.12
	FEBRERO	922.95	9.55	913.40	
	MARZO	-	-	-	
	ABRIL	922.95	9.19	913.76	
	MAYO	-	-	-	
	JUNIO	922.95	9.19	913.76	
	JULIO	922.95	9.19	913.76	
	AGOSTO	922.95	8.83	914.12	
	SEPTIEMBRE	-	-	-	
	OCTUBRE	-	-	-	
	NOVIEMBRE	-	-	-	
	DICIEMBRE	-	-	-	
1990	ENERO	-	-	-	913.25
	FEBRERO	922.95	9.7	913.25	
	MARZO	-	-	-	
	ABRIL	922.95	9.7	913.25	

	MAYO	-	-	-	
	JUNIO	-	-	-	
	JULIO	-	-	-	
	AGOSTO	-	-	-	
	SEPTIEMBRE	-	-	-	
	OCTUBRE	-	-	-	
	NOVIEMBRE	-	-	-	
	DICIEMBRE	-	-	-	
1991	ENERO	-	-	-	913.76
	FEBRERO	922.95	9.19	913.76	
	MARZO	922.95	9.7	913.25	
	ABRIL	922.95	9.91	913.04	
	MAYO	922.95	9.7	913.25	
	JUNIO	922.95	9.55	913.40	
	JULIO	-	-	-	
	AGOSTO	-	-	-	
	SEPTIEMBRE	922.95	9.55	913.40	
	OCTUBRE	922.95	9.91	913.04	
	NOVIEMBRE	922.95	9.41	913.54	
	DICIEMBRE	-	-	-	

Fuente: Excel. El Autor

De la información obtenida para cada año se tomó el valor de máxima cota piezométrica para realizar los respectivos análisis de dichos datos.

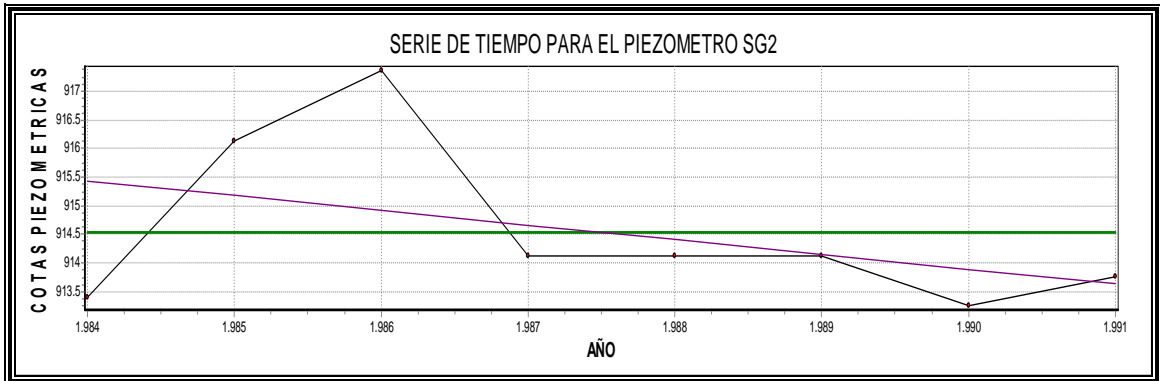
**Tabla 12. Cotas Piezométricas Máximas registradas Por el Piezómetro neumático SG-2.**

AÑO	COTAS MAXIMAS ANUALES (m)
1984	913.4
1985	916.13
1986	917.36
1987	914.12
1988	914.12
1989	914.12
1990	913.25
1991	913.76

### 5.2.3.2 Análisis de datos por medio del programa SPELL- STAT V.1.7

#### 5.2.3.2.1 Serie de tiempo.

**Figura 91. Serie de datos para las máximas cotas piezométricas registradas por el Piezómetro neumático SG-2**



Fuente: Spell-Autor V.1.7. El Autor

La gráfica representa las máximos cotas piezométricas registradas en cada uno de los años. La línea verde representa la media aritmética de los datos y la línea morada representa la ecuación lineal de ajuste para esta serie de datos.

#### Número de Datos: 8

- \* Media Aritmética: 914.53
- \* Varianza: 2.08
- \* Desviación Estándar: 1.44
- \* Cota Máxima: 917.36
- \* Cota Mínima: 913.25
- \* Ecuación lineal de Ajuste:  
 $Y = -0.257X + 915.43$

**Figura 92. Presentación resultados SPELL – Stat V.1.7 para la serie de datos planteada.**

Stat descriptors	
Number of DATA	8
Aritmetic mean	914.5325
Variance (Sample)	2.0831
St.Dev. (Sample)	1.4433
Skewness	1.4223
Kurtosis	1.0437
Max. Value	917.36
Min. Value	913.25
Linear Trend	915.432 : -0.25714

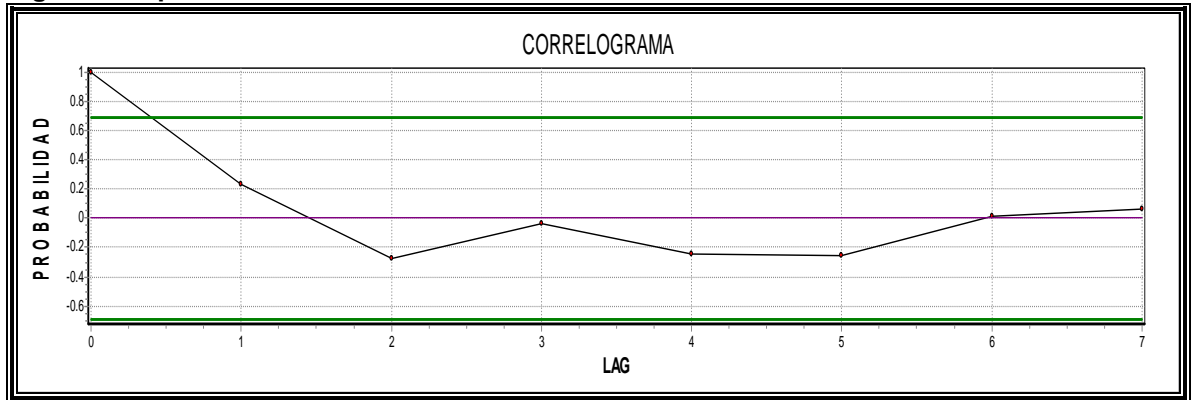
### 5.2.3.2.2 Análisis de resultados

Para realizar los respectivos análisis con los datos máximos que se tienen es indispensable que los registros cumplan con tres condiciones.

1. Los datos no deben mostrar una relación significativa entre si.
2. La tendencia en los datos no debe ser significativa.
3. Los datos se deben ajustar a una función normalizada, cualquiera que esta sea

#### 1. *Análisis de Correlación de Datos:*

**Figura 93. Correlograma para la serie de datos para las máximas cotas piezométricas registradas por el Piezómetro neumático SG-2**

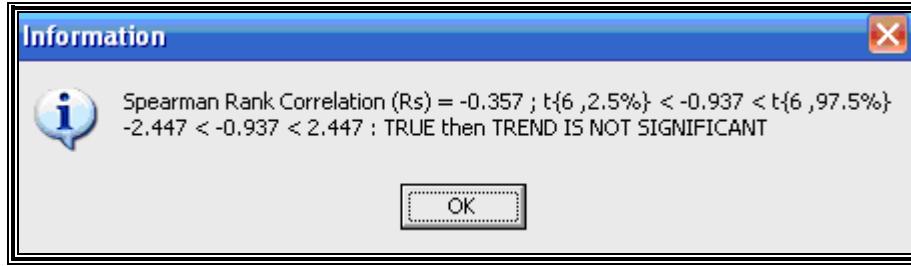


**Fuente: Spell-Autor V.1.7. El Autor**

El valor para el LAG 1 es 0.25 lo que muestra una relación insignificante entre los datos.

2. Análisis de la Tendencia de los datos:

Figura 94. Análisis de la tendencia de de los datos por medio del test de Spearman.



Fuente: Spell-Autor V.1.7. El Autor

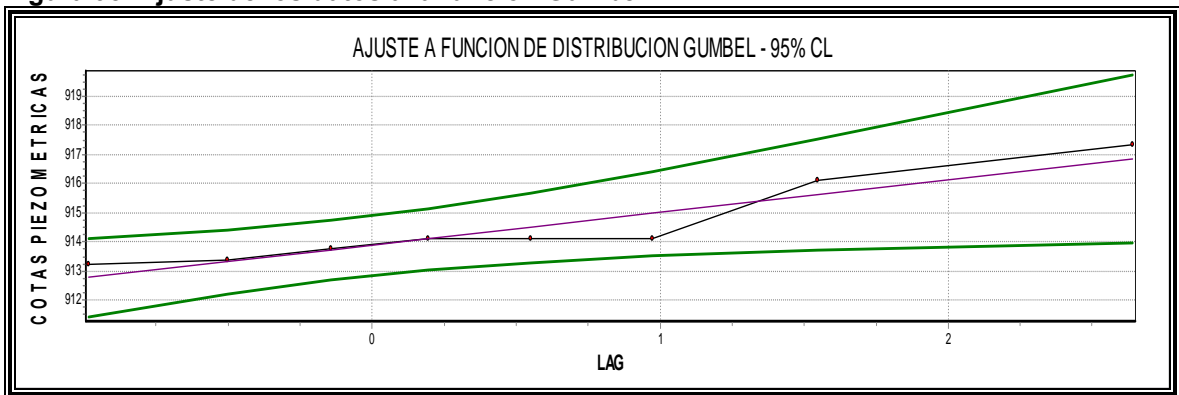
Según los resultados los datos no presentan una tendencia significativa.

Los dos resultados anteriores muestran que los datos son independientes, aleatorios y sin tendencia alguna, por lo tanto es posible realizar las predicciones para el Periodo de Retorno que se planteo anteriormente y ajustar los datos a una función tipo Gumbel o Normal.

3. Ajuste de datos a la función Gumbel (EV-1):

Los datos se ajustaron mejor a la función de distribución tipo Gumbel, entonces:

Figura 95. Ajuste de los datos a la función Gumbel

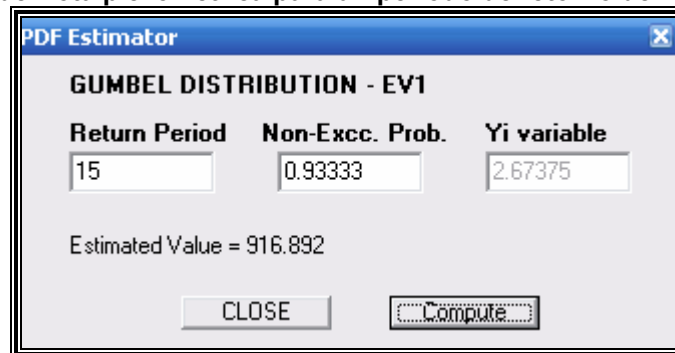


Fuente: Spell-Autor V.1.7. El autor

En la gráfica anterior podemos observar que todos los puntos de la serie se encuentran dentro de la región que describe las líneas de color verde, lo cual indica que los datos se ajustan con una confiabilidad del 95 % a la función Gumbel (EV-1).

Con base en la función de distribución tipo Gumbel y con la ayuda del programa SPELL obtenemos la cota piezométrica para el Periodo de Retorno T=15 Años.

Figura 96. Cálculo de Cota piezométrica para un periodo de retorno de 15 años.



Fuente: Spell-Autor V.1.7. El autor

La cota para el SG2 obtenida de las isopiezas (Ver Anexo 1. plano Isopiezas) es 913.7 metros, por lo tanto:

$$\text{Diferencia de cotas piezométricas} = 916.89 - 913.7 = 3.19$$

### 5.2.4 Resultados finales

Debido a que fue imposible tener en cuenta los datos del piezómetro SG 4 por las razones antes mencionadas y explicadas, se tomó como único resultado de la cota

piezométrica, para un Periodo de Retorno T de 15 años, el obtenido de los registros del SG 1, es decir, 1.9 metros.

Por otro lado, podemos observar que el cambio en el espacio, del nivel de la línea piezométrica es también importante, ya que en el resultado obtenido para el SG 2, distanciado unos 450 metros aguas arriba del SG 1, la elevación del agua fue del orden de 3.2 metros, es decir, existe una diferencia de 1.3 metros; Este resultado confirma nuestra teoría, que el cambio en la altura de la cota piezométrica es mas importante en cuanto mas cerca se esta de la recarga del acuífero (aguas arriba). Basado en lo anterior, el esquema de los niveles del agua subterránea para los taludes en estudio se realizó de la siguiente manera: En la parte más alta del talud se aumentó la cota piezométrica en 1.9 metros y luego a medida que nos dirigíamos hacia aguas abajo se fue disminuyendo dicha elevación hasta llegar a punto de afloramiento.

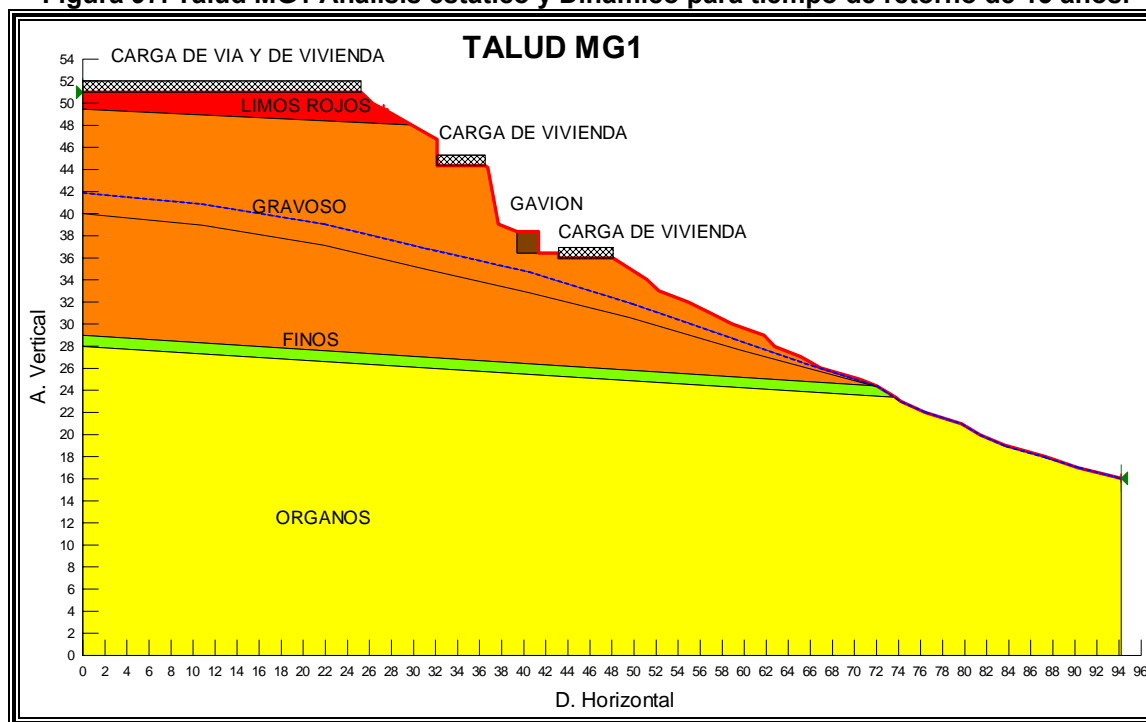
### **5.3 EVALUACION DE LOS TALUDES**

Utilizando el programa SLOPE W se analizó la estabilidad de los taludes para las nuevas condiciones del nivel freático.

En las figuras se observan dos líneas, una de color negro que representa la cota piezométrica promedio y la otra de color azul que representa la cota piezométrica para el periodo de retorno T de 15 años.

A continuación se muestran las figuras de los resultados para los taludes con mayor afectación en la reducción del factor de seguridad, y la tabla con los resultados para dicho factor según SPENCER para todos los taludes de la zona.

Figura 97. Talud MG1 Análisis estático y Dinámico para tiempo de retorno de 15 años.



**ESTATICO**

Figura 97 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.256	-
Bishop:	1.340	-
Janbu:	-	1.265
Spencer:	1.336	1.338
Slip Surface #:	1331 of 1331	

**DINAMICO**

Figura 97 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.924	-
Bishop:	0.992	-
Janbu:	-	0.922
Spencer:	0.996	0.995
Slip Surface #:	1331 of 1331	

Figura 97 c. Línea de Falla Crítica.

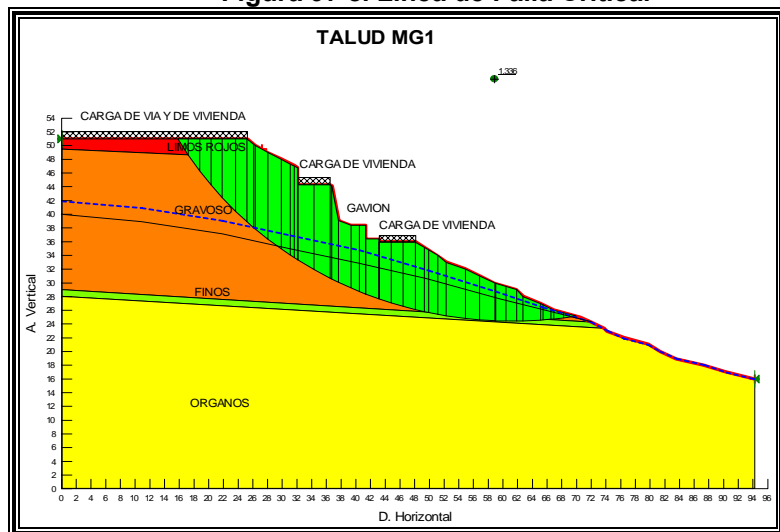


Figura 97 d. Línea de Falla Crítica.

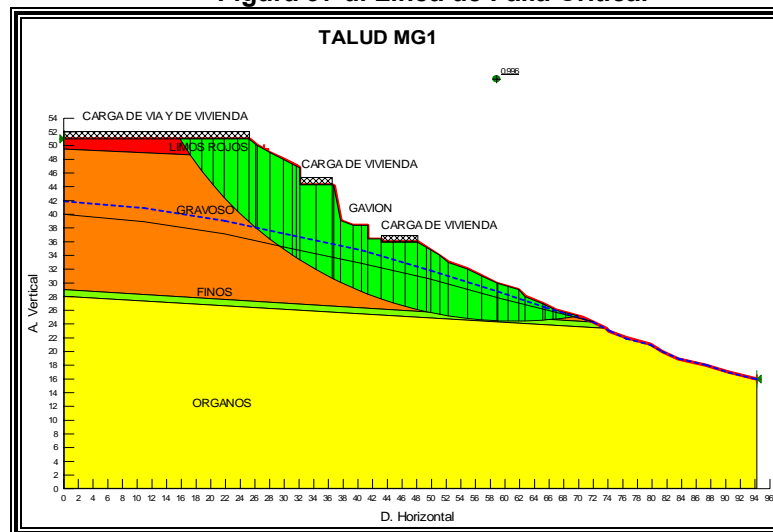


Figura 97 e. Mapa de Seguridad.

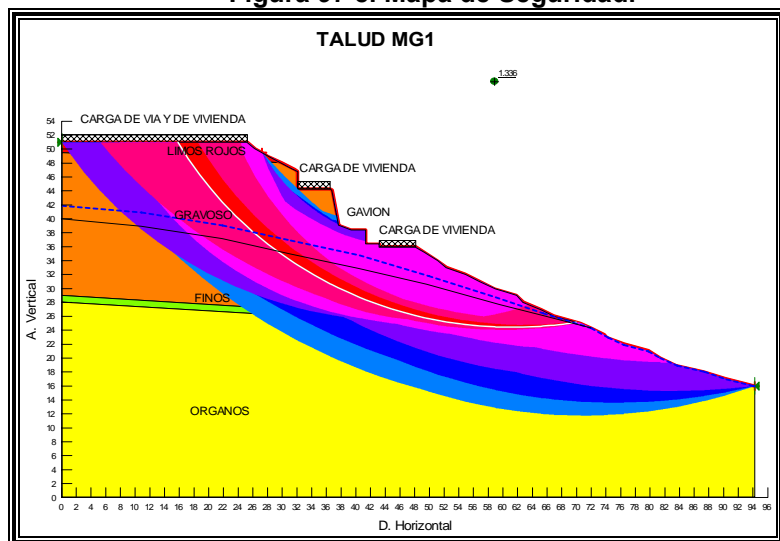


Figura 97 f. Mapa de Seguridad.

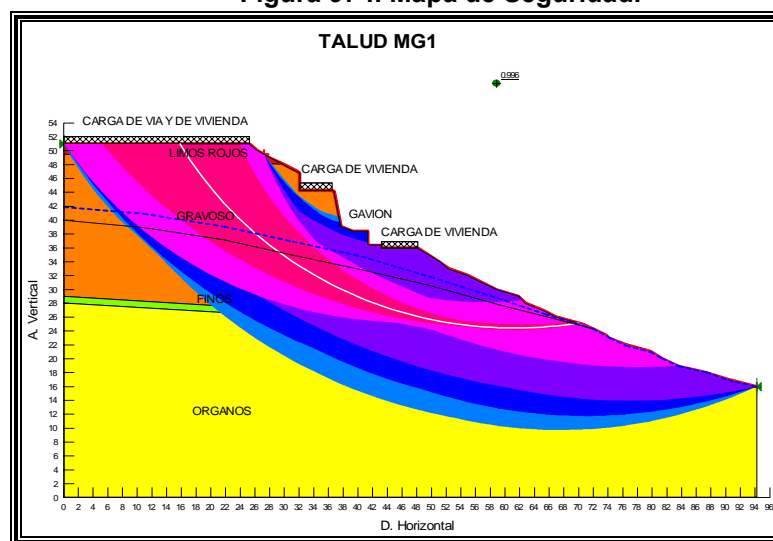
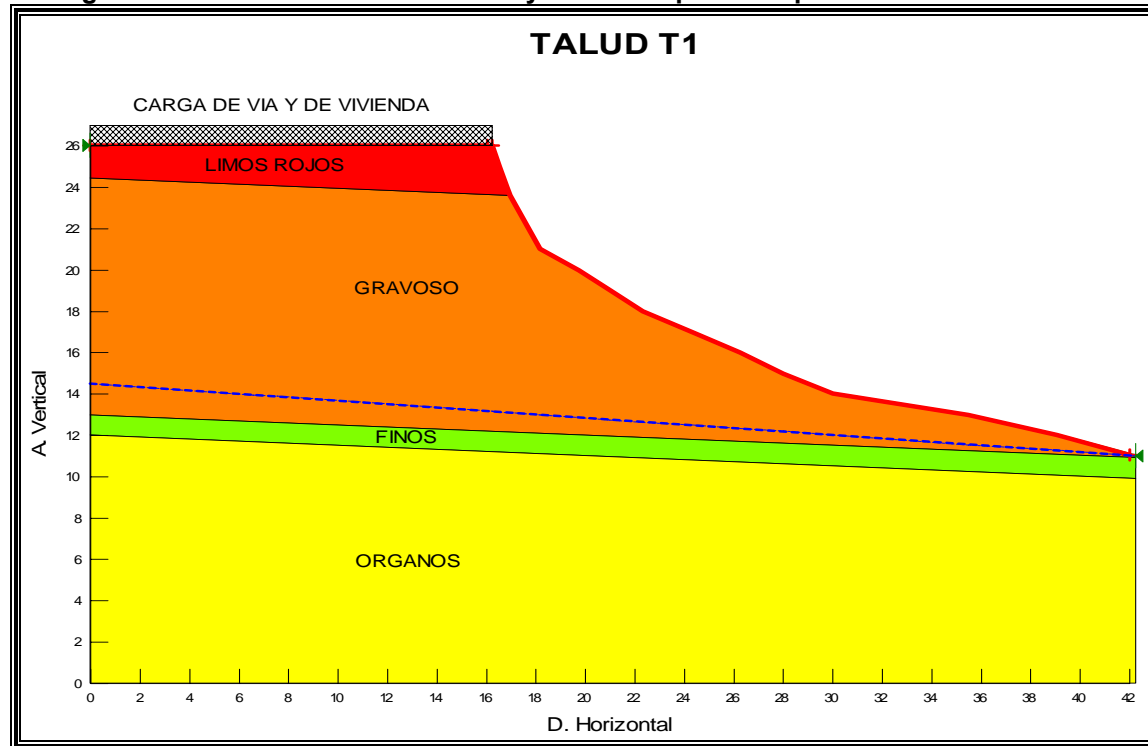


Figura 98. Talud T1 Análisis estático y Dinámico para tiempo de retorno de 15 años.



**ESTATICO**

Figura 98 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.553	-
Bishop:	1.749	-
Janbu:	-	1.000
Spencer:	1.742	1.745
Slip Surface #:		1331 of 1331

**DINAMICO**

Figura 98 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.206	-
Bishop:	1.319	-
Janbu:	-	1.204
Spencer:	1.317	1.316
Slip Surface #:		1331 of 1331

Figura 98 c. Línea de Falla Crítica.

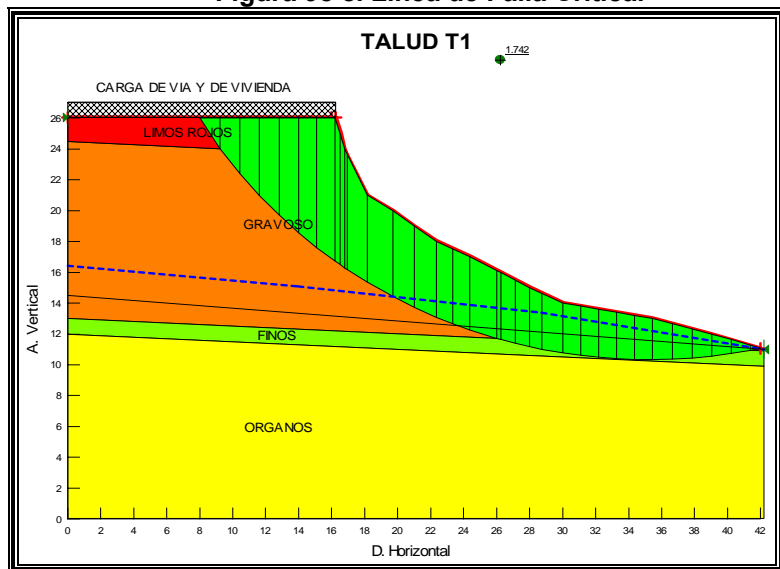


Figura 98 d. Línea de Falla Crítica.

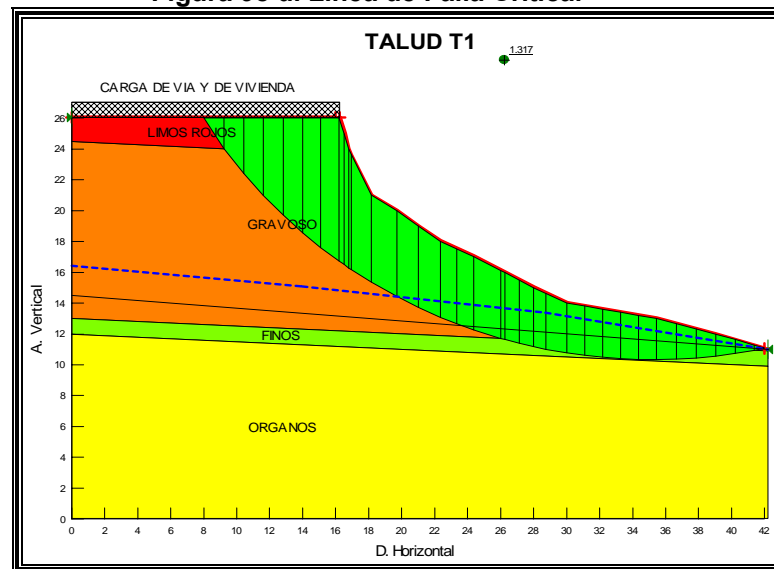


Figura 98 e. Mapa de Seguridad.

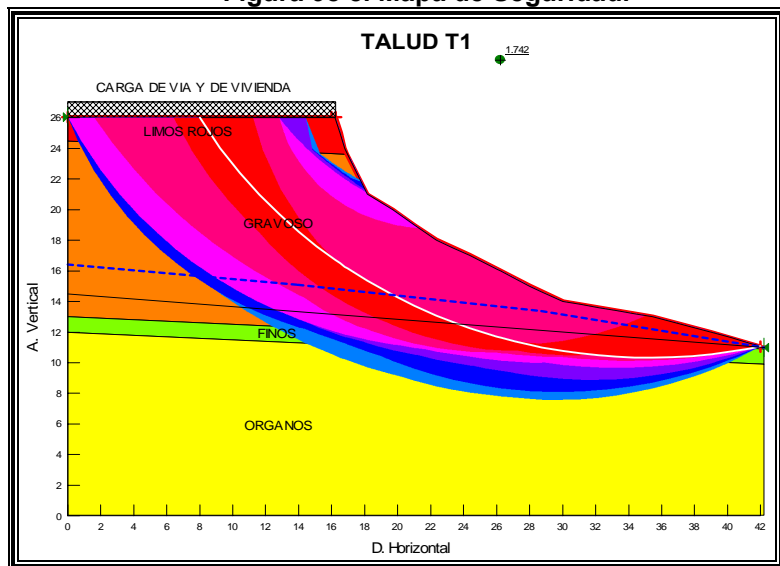


Figura 98 f. Mapa de Seguridad.

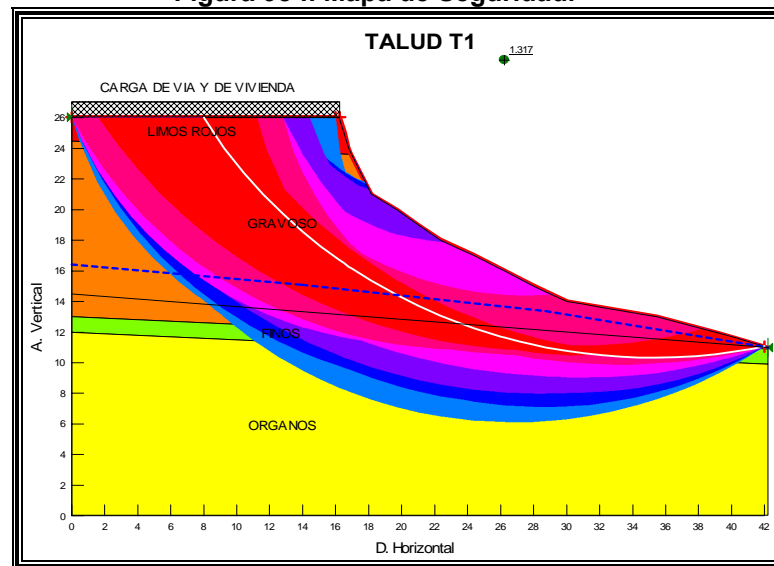
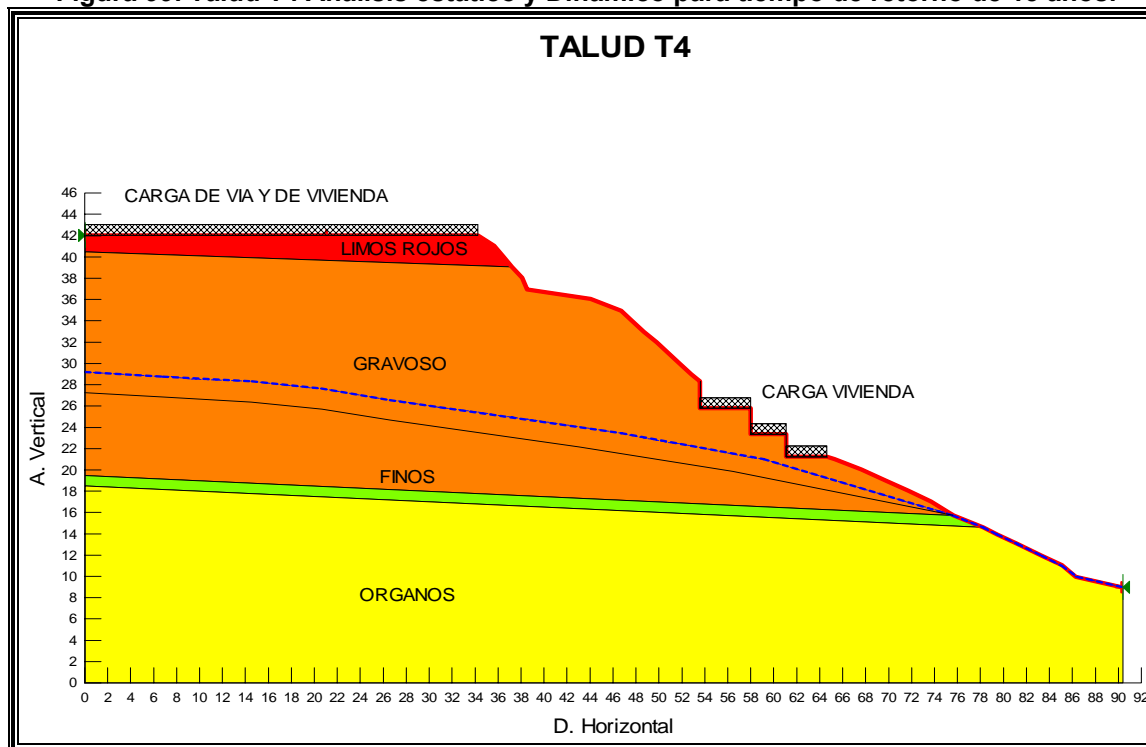


Figura 99. Talud T4 Análisis estático y Dinámico para tiempo de retorno de 15 años.



**ESTATICO**

Figura 99 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.394	-
Bishop:	1.447	-
Janbu:	-	1.392
Spencer:	1.443	1.443
Slip Surface #:	1331 of 1331	

**DINAMICO**

Figura 99 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.032	-
Bishop:	1.078	-
Janbu:	-	1.017
Spencer:	1.076	1.085
Slip Surface #:	1331 of 1331	

Figura 99 c. Línea de Falla Crítica.

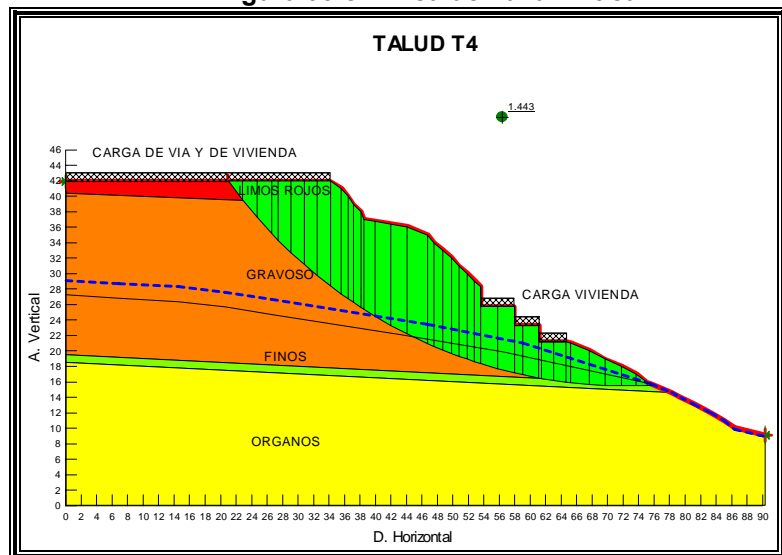


Figura 99 d. Línea de Falla Crítica.

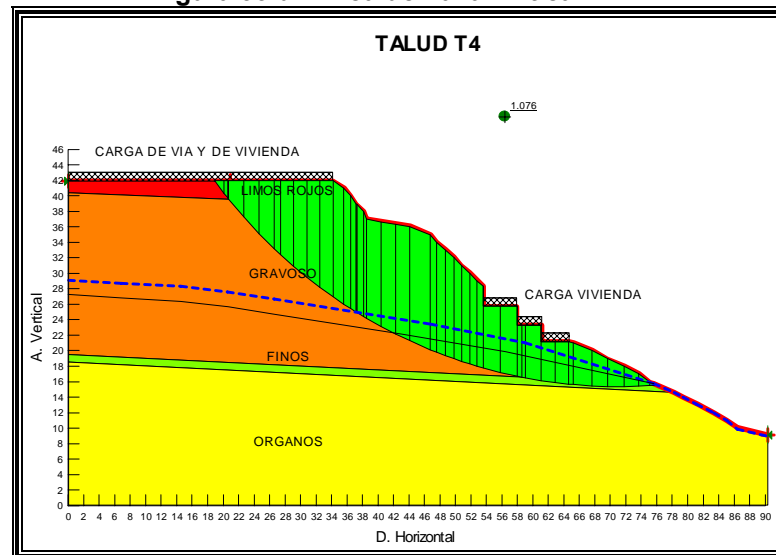


Figura 99 e. Mapa de Seguridad.

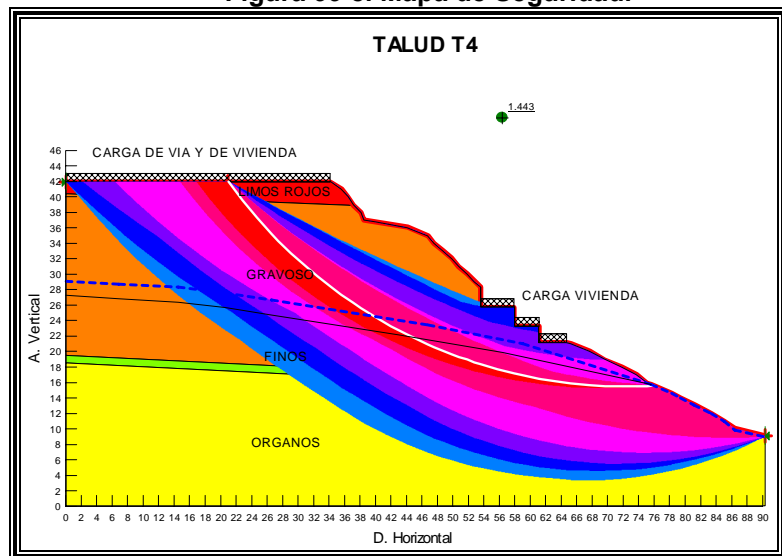


Figura 99 f. Mapa de Seguridad.

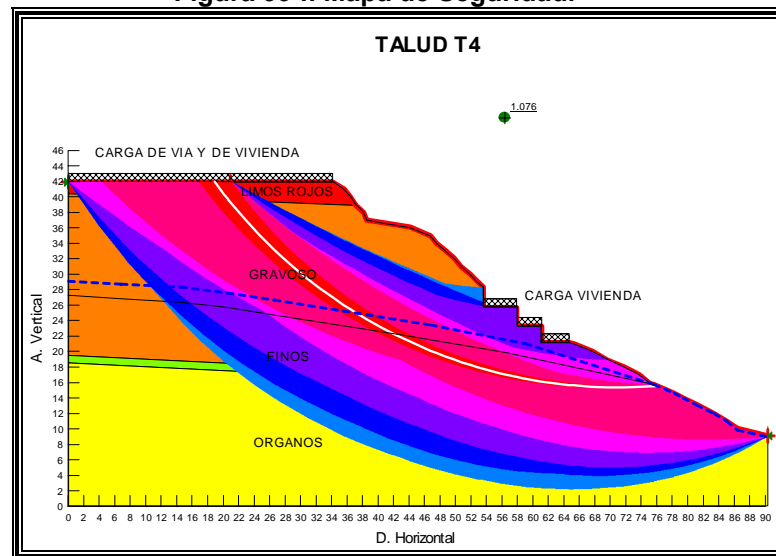
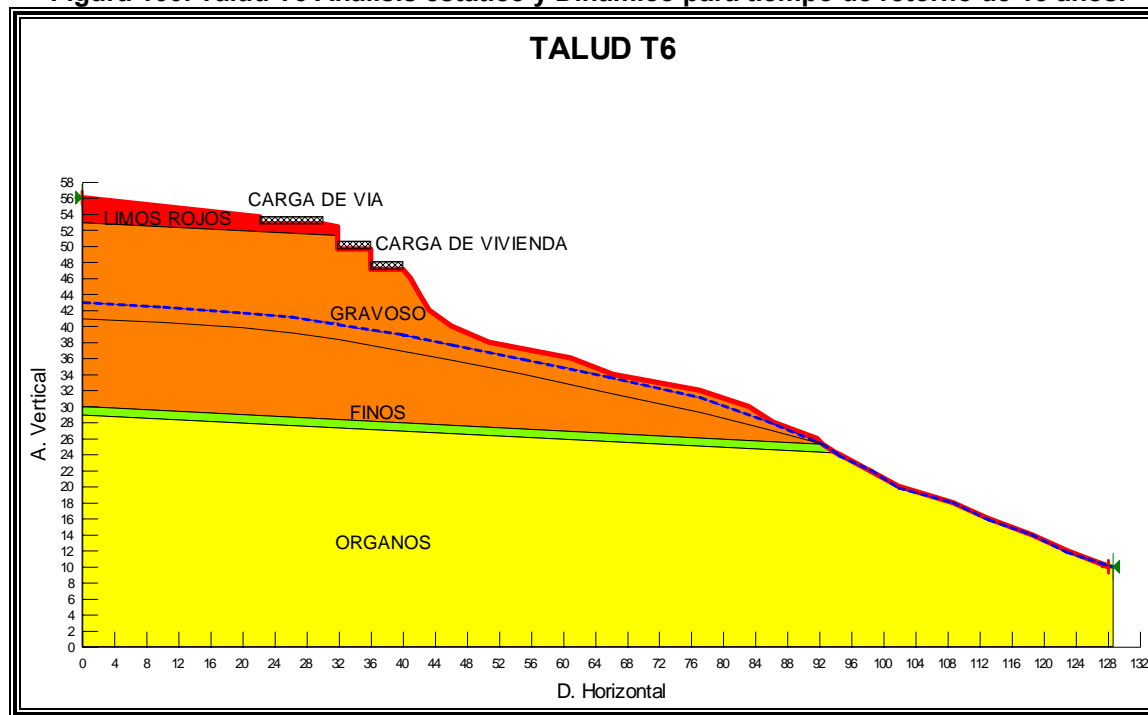


Figura 100. Talud T6 Análisis estático y Dinámico para tiempo de retorno de 15 años.



**ESTATICO**

Figura 100 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.406	-
Bishop:	1.604	-
Janbu:	-	1.487
Spencer:	1.603	1.604
Slip Surface #:	2541 of 2541	

**DINAMICO**

Figura 100 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.001	-
Bishop:	1.107	-
Janbu:	-	1.045
Spencer:	1.111	1.114
Slip Surface #:	2541 of 2541	

Figura 100 c. Línea de Falla Crítica.

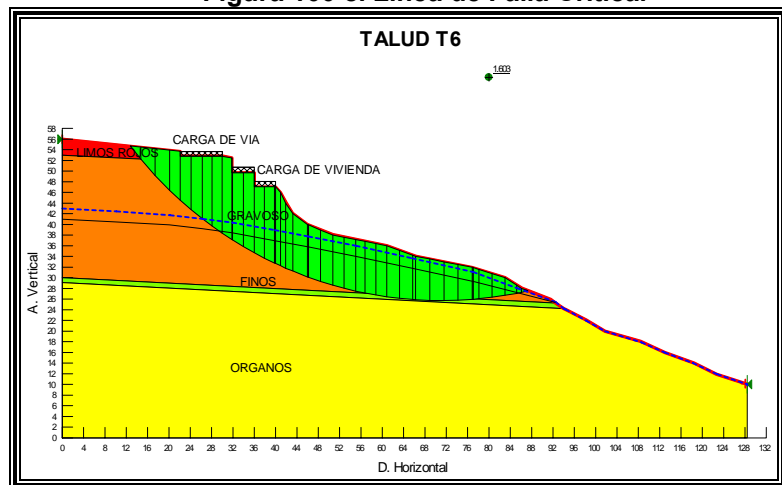


Figura 100 d. Línea de Falla Crítica.

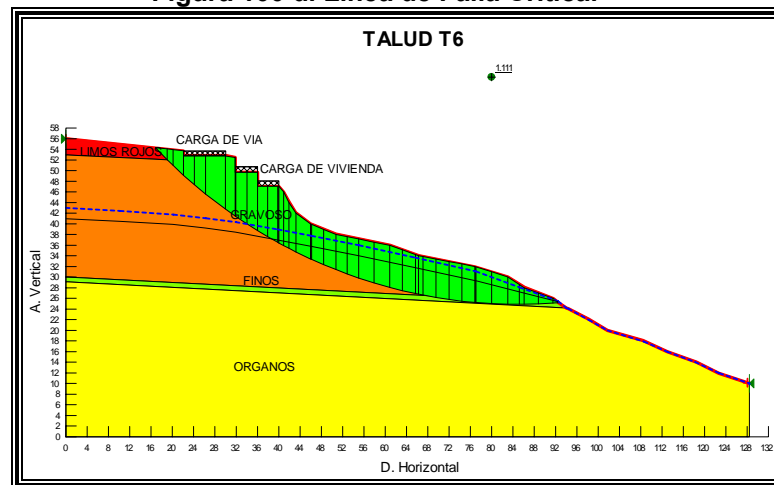


Figura 100 e. Mapa de Seguridad.

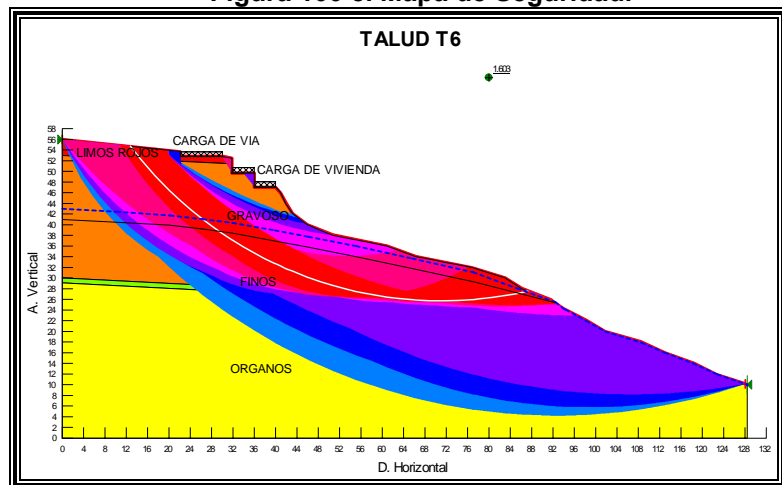


Figura 100 f. Mapa de Seguridad.

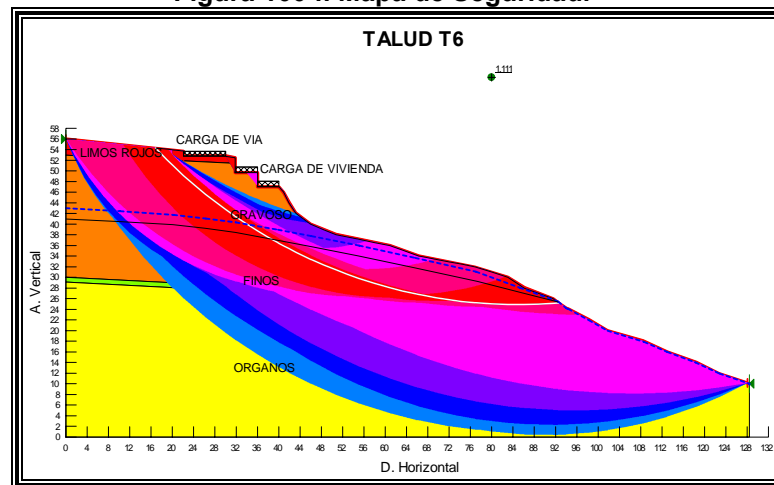
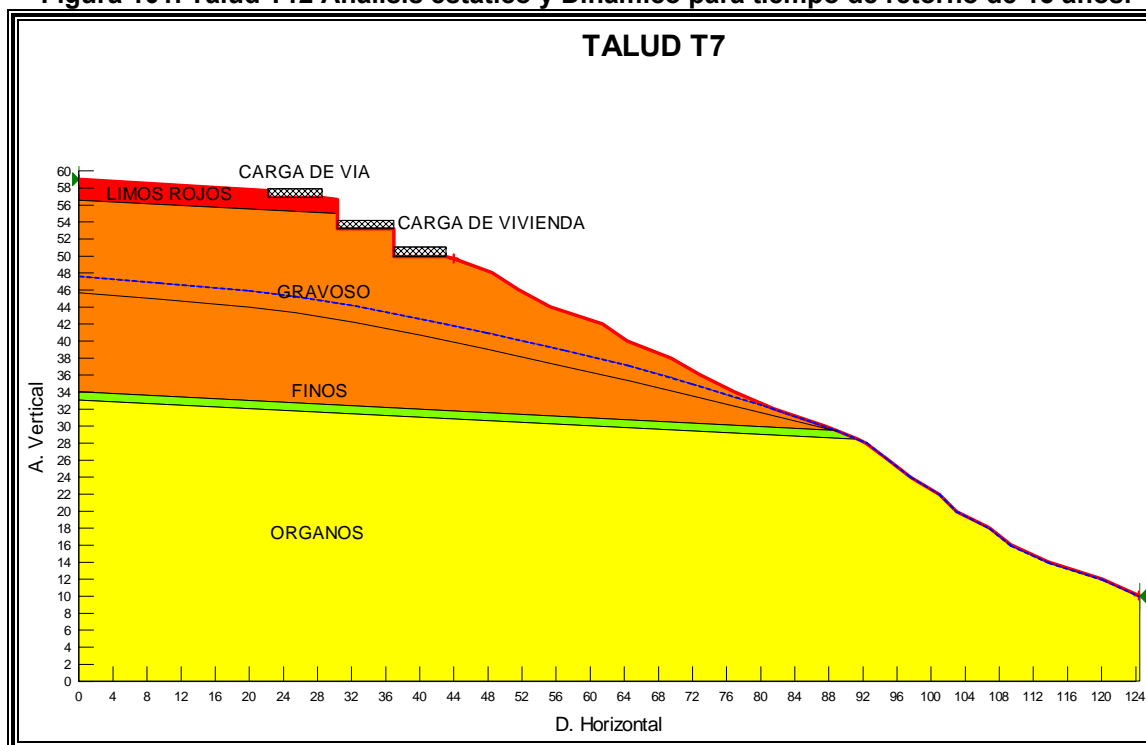


Figura 101. Talud T12 Análisis estático y Dinámico para tiempo de retorno de 15 años.



**ESTATICO**

Figura 101 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.471	-
Bishop:	1.573	-
Janbu:	-	1.496
Spencer:	1.570	1.571
Slip Surface #:	2541 of 2541	

**DINAMICO**

Figura 101 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.048	-
Bishop:	1.116	-
Janbu:	-	1.051
Spencer:	1.119	1.118
Slip Surface #:	2541 of 2541	

Figura 101 c. Línea de Falla Crítica.

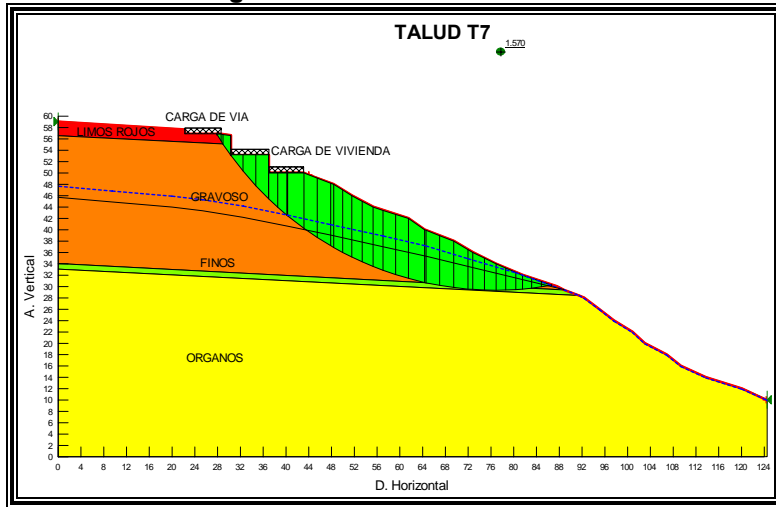


Figura 101 d. Línea de Falla Crítica.

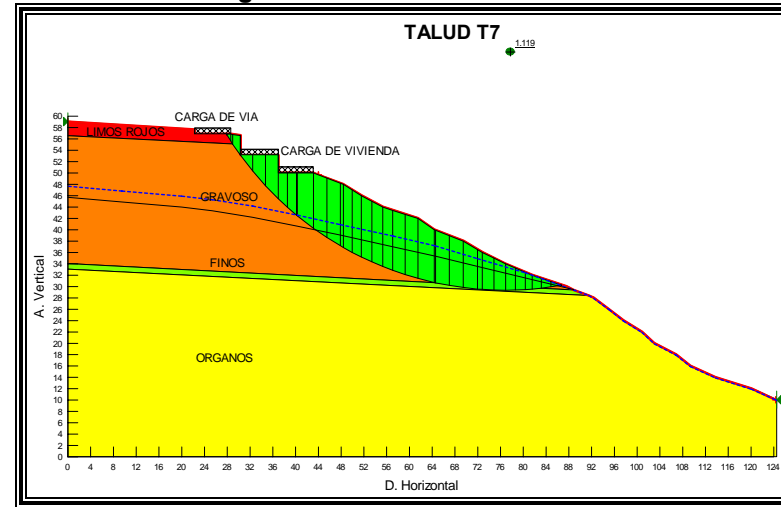


Figura 101 e. Mapa de Seguridad.

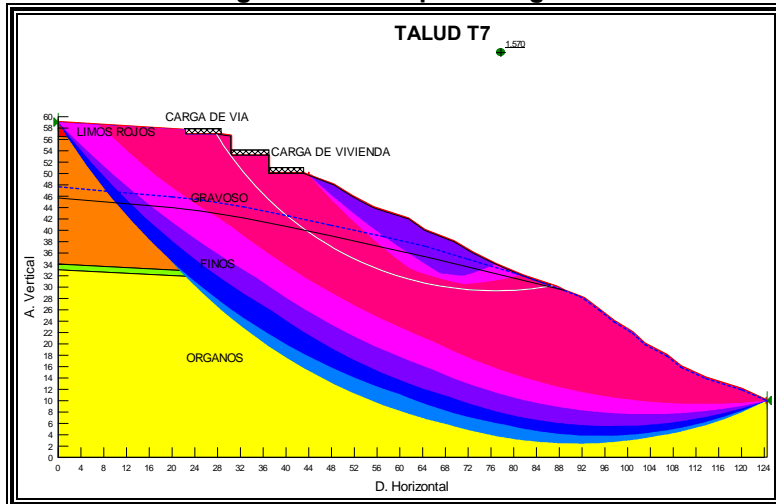


Figura 101 f. Mapa de Seguridad.

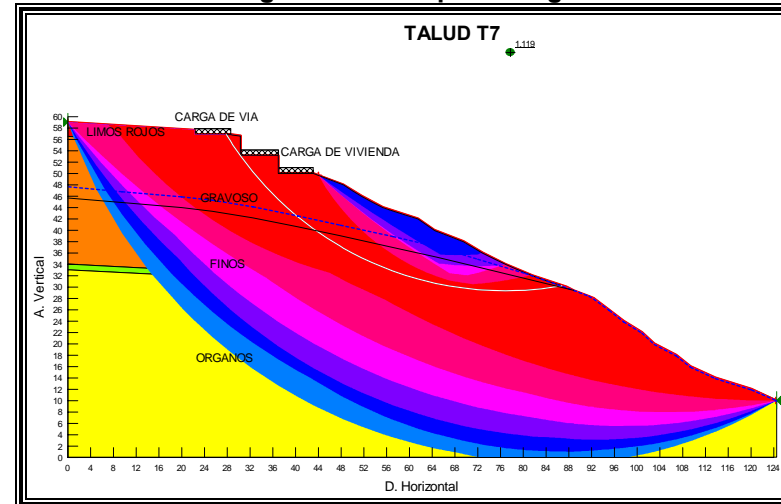
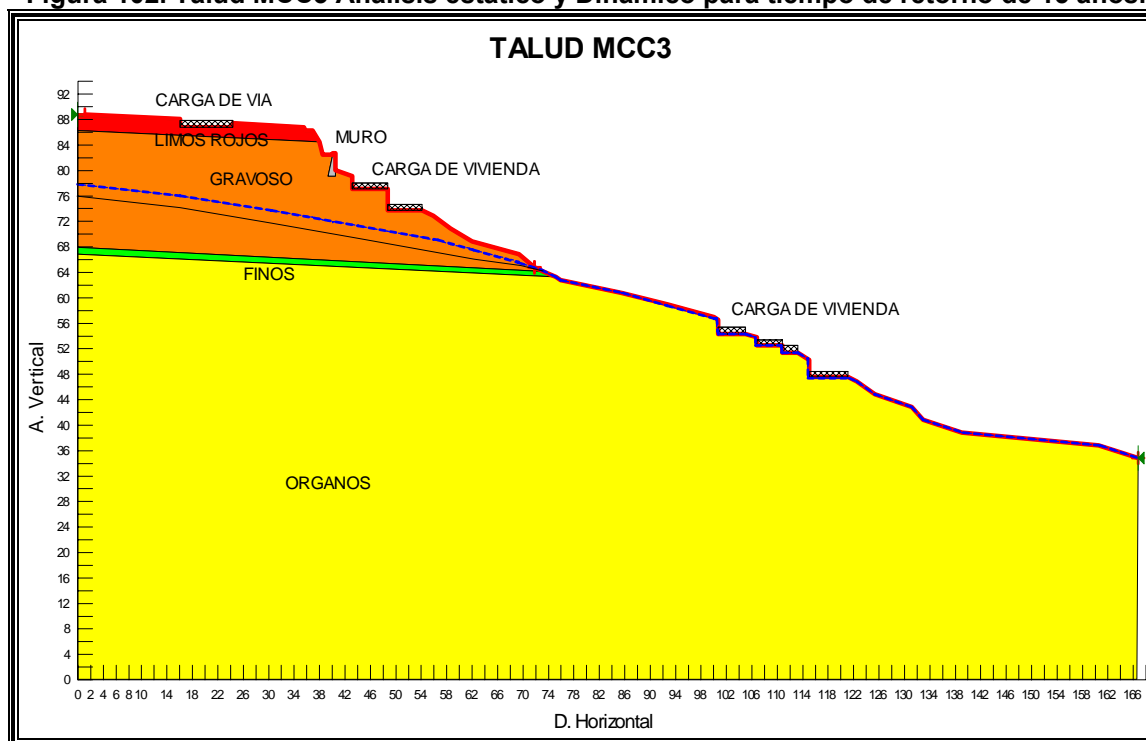


Figura 102. Talud MCC3 Análisis estático y Dinámico para tiempo de retorno de 15 años.



**ESTATICO**

Figura 102 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.407	-
Bishop:	1.536	-
Janbu:	-	1.406
Spencer:	1.528	1.535
Slip Surface #:	1331 of 1331	

**DINAMICO**

Figura 102 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.051	-
Bishop:	1.153	-
Janbu:	-	1.042
Spencer:	1.156	1.153
Slip Surface #:	1331 of 1331	

Figura 102 c. Línea de Falla Crítica.

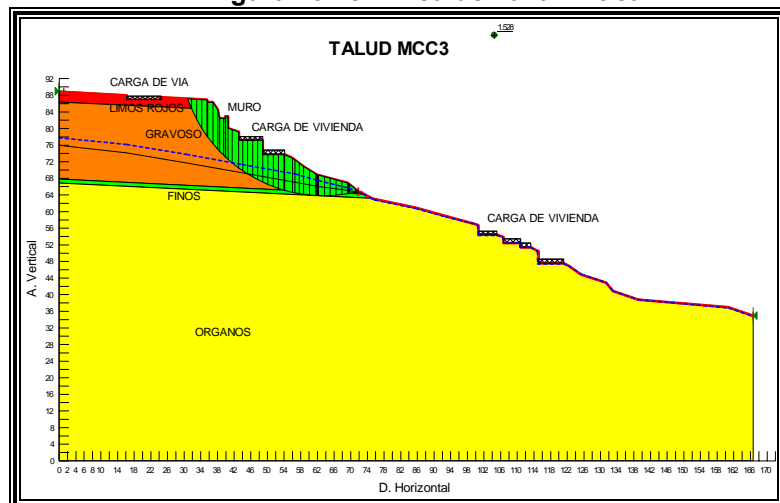


Figura 102 d. Línea de Falla Crítica.

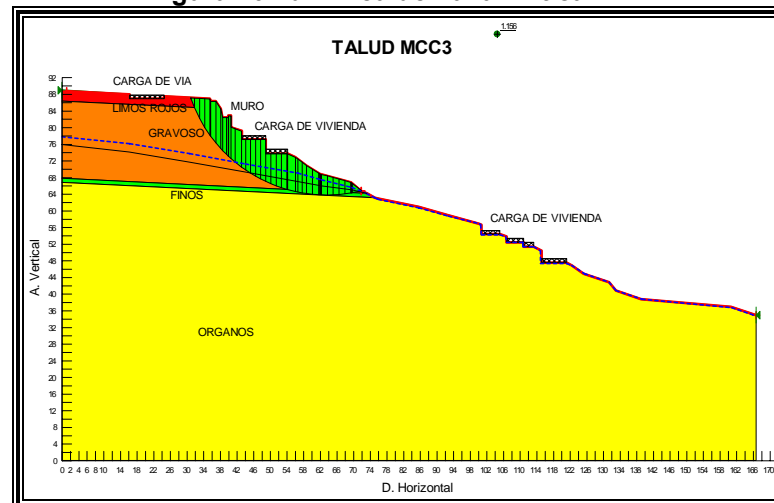


Figura 102 e. Mapa de Seguridad.

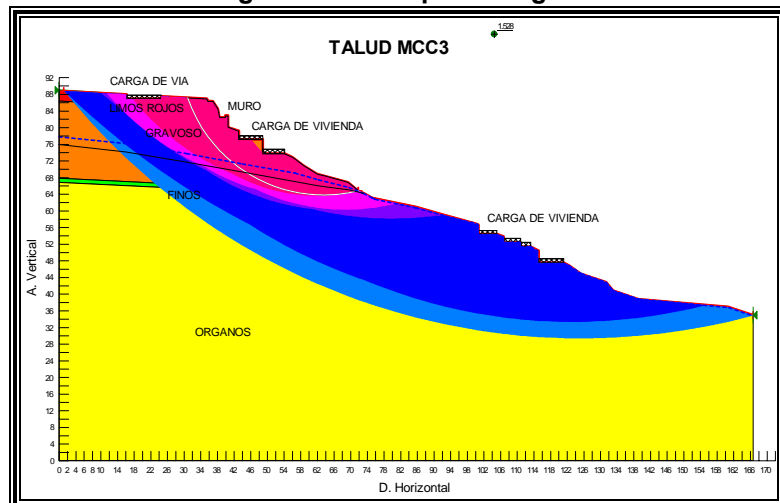


Figura 102 f. Mapa de Seguridad.

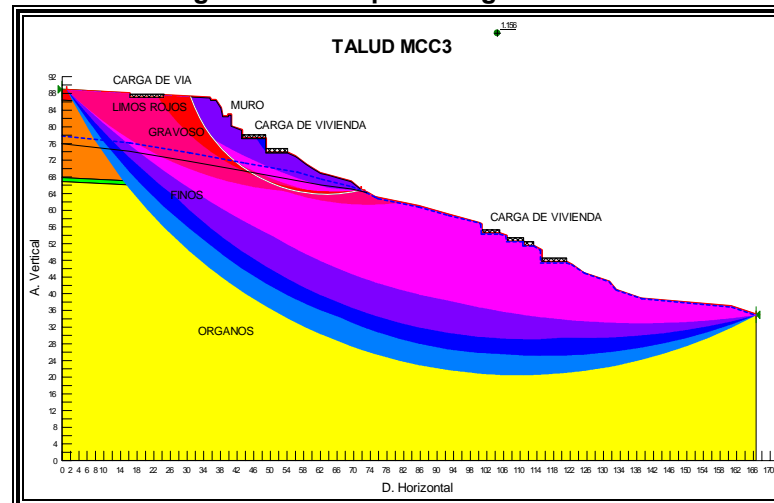
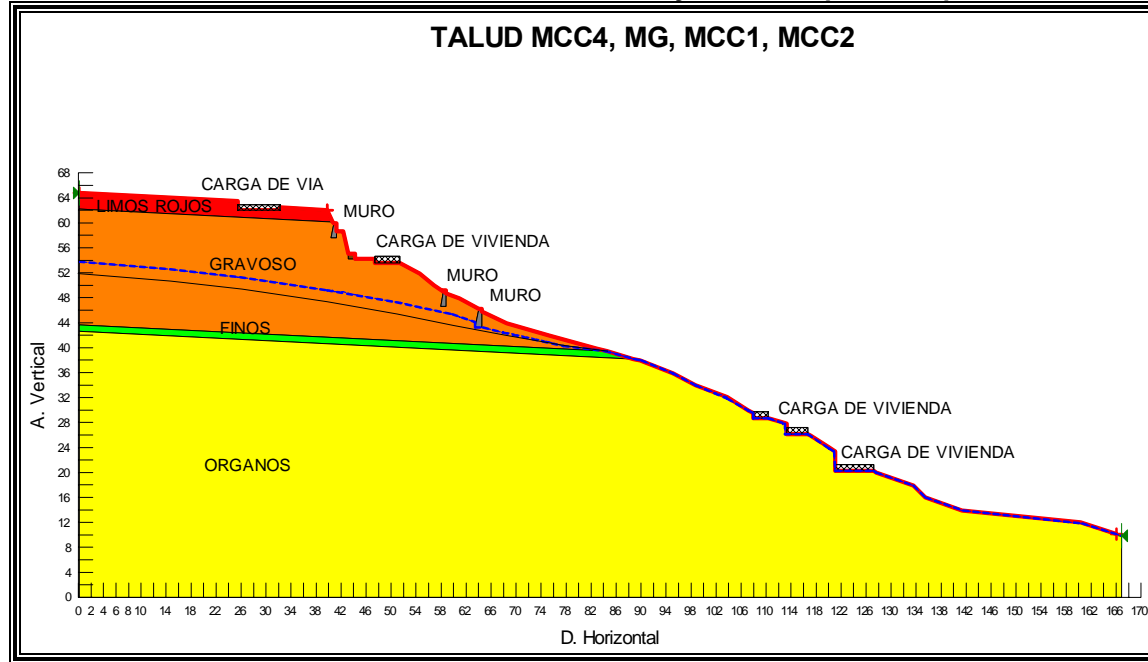


Figura 103. Talud MCC4, MG, MCC1, MCC2 Análisis estático y Dinámico para tiempo de retorno de 15 años.



**ESTATICO**

Figura 103 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.523	-
Bishop:	1.671	-
Janbu:	-	1.537
Spencer:	1.667	1.667
Slip Surface #:	2541 of 2541	

**DINAMICO**

Figura 103 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.124	-
Bishop:	1.196	-
Janbu:	-	1.120
Spencer:	1.196	1.204
Slip Surface #:	2541 of 2541	

Figura 103 c. Línea de Falla Crítica.

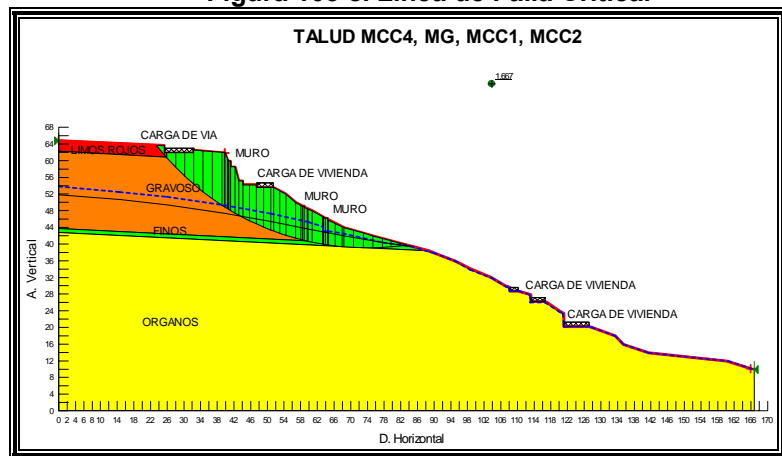


Figura 103 d. Línea de Falla Crítica.

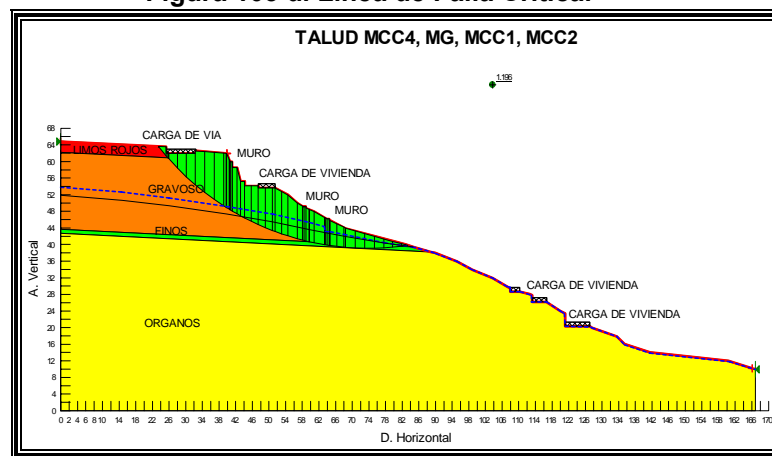


Figura 103 e. Mapa de Seguridad.

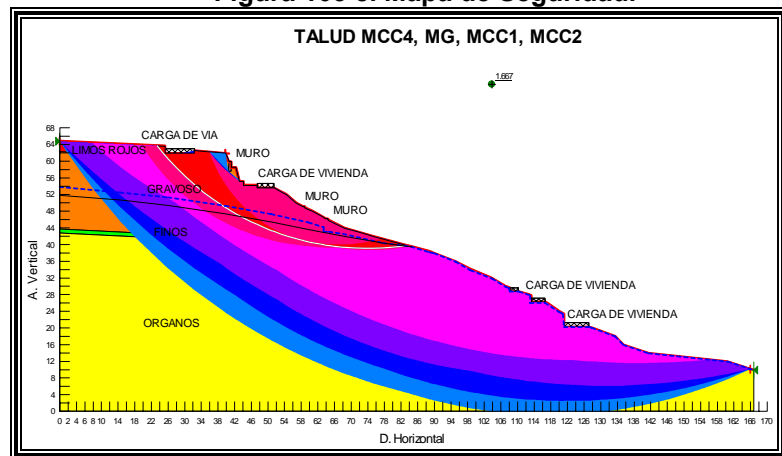


Figura 103 f. Mapa de Seguridad.

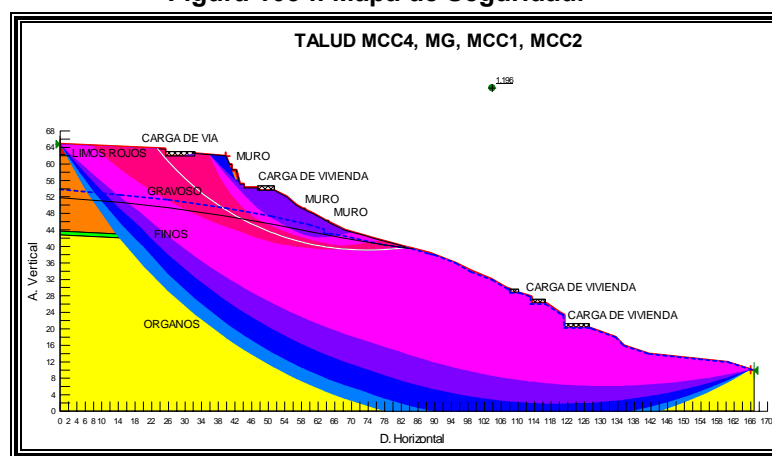
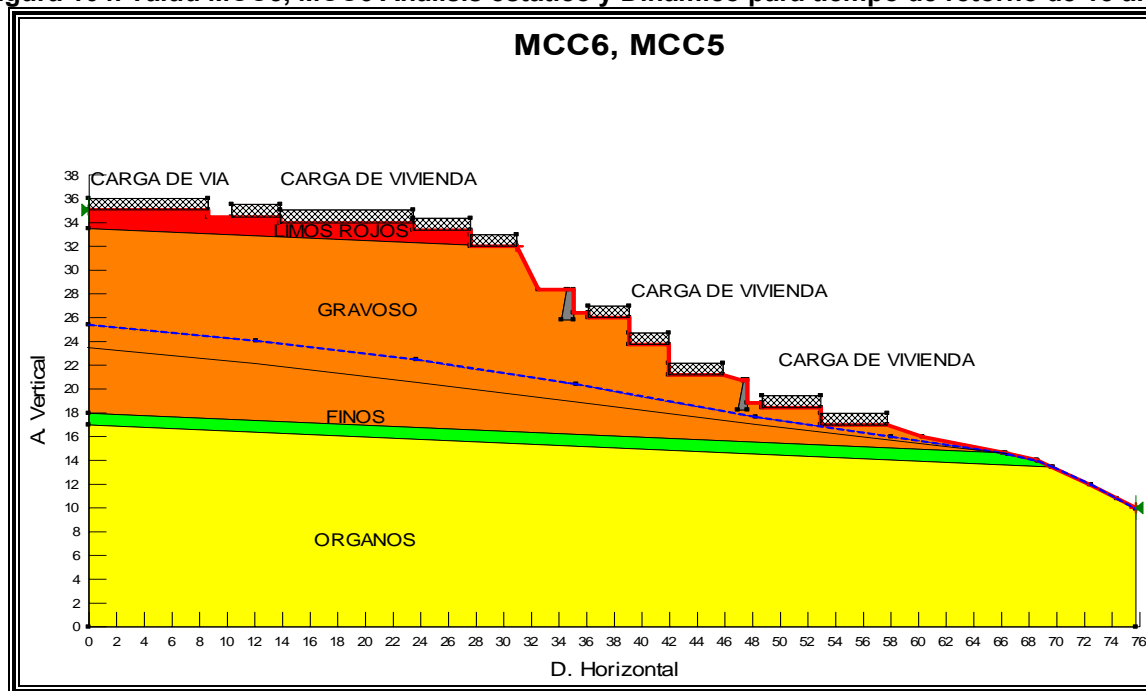


Figura 104. Talud MCC5, MCC6 Análisis estático y Dinámico para tiempo de retorno de 15 años.



**ESTATICO**

Figura 104 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.525	-
Bishop:	1.667	-
Janbu:	-	1.539
Spencer:	1.661	1.663
Slip Surface #:	7161 of 7161	

**DINAMICO**

Figura 104 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.158	-
Bishop:	1.248	-
Janbu:	-	1.145
Spencer:	1.249	1.248
Slip Surface #:	7161 of 7161	

Figura 104 c. Línea de Falla Crítica.

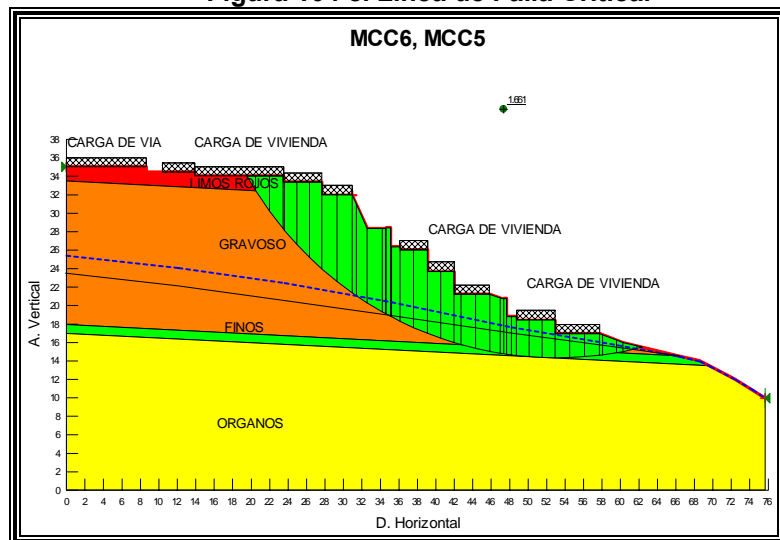


Figura 104 d. Línea de Falla Crítica.

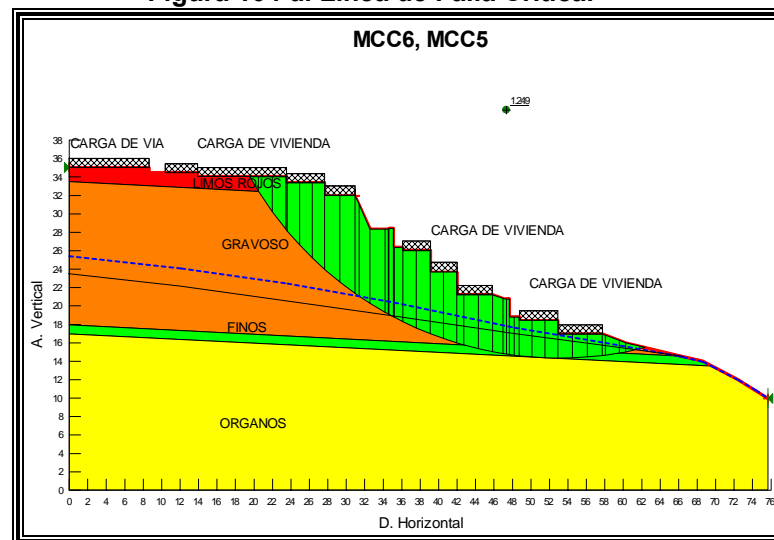


Figura 104 e. Mapa de Seguridad.

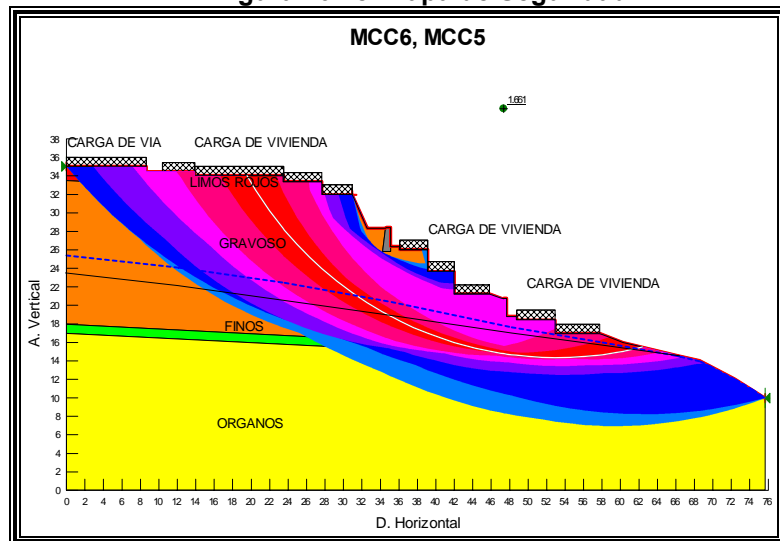
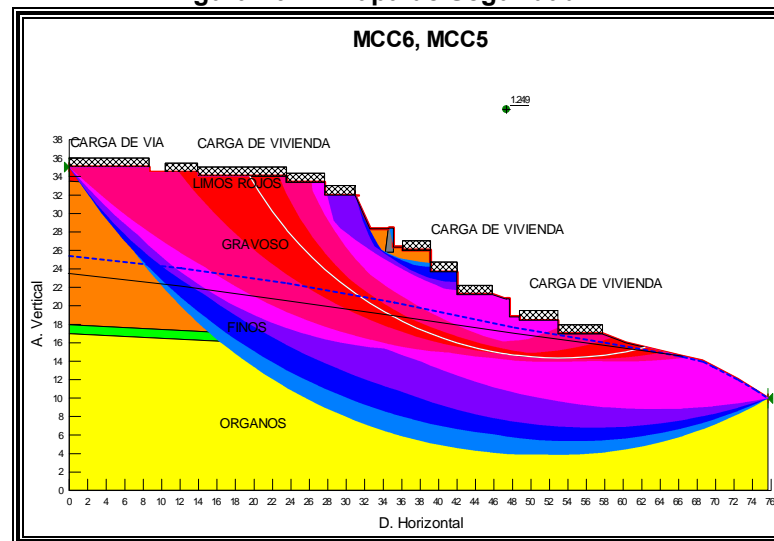


Figura 104 f. Mapa de Seguridad.



**Tabla 13. Comparación de los Factores de Seguridad**

<b>FACTOR DE SEGURIDAD SEGÚN METODO DE SPENCER</b>					
<b>BARRIO</b>	<b>TALUD</b>	<b>COTA PIEZOMETRICA</b>		<b>COTA PIEZOMETRICA</b>	
		<b>PROMEDIO</b>		<b>PARA T = 15 AÑOS</b>	
		<b>ESTATICO</b>	<b>DINAMICO</b>	<b>ESTATICO</b>	<b>DINAMICO</b>
SAN GERARDO I	MA2, CL1	1.165	0.989	1.168	0.989
	MG1	1.435	1.076	1.336	0.996
	MG2, MG3	1.333	1.135	1.333	1.135
	T1	1.816	1.388	1.742	1.317
	T2	1.092	0.926	1.089	0.922
	T3	1.242	1.016	1.242	1.016
	T4	1.512	1.131	1.443	1.076
	T5	1.271	1.091	1.225	1.075
	T6	1.749	1.222	1.603	1.111
	T7	1.666	1.208	1.570	1.119
	T8	1.259	0.989	1.246	0.977
T9	1.340	1.018	1.329	1.014	
LAURELES	CL2, MG	1.676	1.293	1.676	1.219
	MCC3	1.646	1.249	1.528	1.156
	MCC4, MG, MCC1, MCC2	1.756	1.263	1.667	1.196
	MCC5, MCC6	1.728	1.302	1.661	1.249
	T10	1.308	1.027	1.294	1.016
	T11	1.286	1.007	1.28	1.001
	T12	1.167	0.896	1.161	0.892
	T13	1.513	1.172	1.485	1.123
COLOMBIA	CL3	1.318	1.036	1.205	0.994
	MG4, MCC7	1.474	1.111	1.427	1.088
	MG5, MG7	1.555	1.179	1.538	1.164
	MG6	1.465	1.085	1.459	1.080
	MG8	1.377	1.024	1.370	1.017
	MG9	1.119	0.887	1.119	0.887
	MG12	1.106	0.882	1.106	0.882
	MG13	1.402	1.074	1.329	1.016

Fuente: Excel. El Autor

El análisis realizado sirvió para corroborar que en la zona estudiada existen algunos taludes que deben su falla a las altas pendientes y otros que obedecen sus deslizamientos al nivel freático existente.

Los taludes con variaciones mayores a **0.1** en el valor de su factor de seguridad, se puede decir, que son sensibles a los cambios en el nivel freático y que este fenómeno es en gran medida el causante de la ocurrencia de la falla crítica; estos taludes se diferencian con un color rojo en la tabla numero 13 en donde se muestran los resultados que arrojó el programa Slope W para el factor de seguridad, según esta tabla son nueve los taludes que presentan esta variación como mínimo, es decir, cerca de 1/3 de los analizados, lo anterior muestra que aunque no es el fenómeno dominante ante los deslizamientos del sector, si es importante y se hace indispensable el control de los niveles de aguas subterráneas de la escarpa.

Se proponen algunas obras para el control de los niveles freáticos, sobre todo cerca de los taludes que demostraron ser sensibles a este problema, estas podrían ser:

- 🚧 **Drenes de Penetración**, alcanzando profundidades de hasta cuarenta metros y con pendientes del orden del 10%. Se propone la construcción de estos drenes, sobre todo en el barrio San Gerardo y algunos zonas de Laureles, ya que no dejan otra opción y además se requieren con suma urgencia para evitar el derrumbamiento de la casas edificadas justo arriba de estos taludes.
  
- 🚧 **Drenes de Subterráneos**, ladera arriba de las zonas en donde aflora el agua subterránea. Cuando se construyan muros en gaviones, no recubrirlos con concreto y de hacerlo dejarle buenos desagües (lloraderos), para que actúen como drenes.



## **CAPITULO 6**

### **ANALISIS DE LOS TALUDES CONSIDERANDO LAS CAPAS SUPERFICIALES DEL SUELO SATURADAS**

## CAPITULO 6

### ANALISIS DE LOS TALUDES CONSIDERANDO LAS CAPAS SUPERFICIALES DEL SUELO SATURADAS

#### 6.1 METODO DE GREEN-AMPT

En el presente capítulo analizaremos el efecto que tiene el agua lluvia sobre las capas más superficiales de los taludes examinados. Para la ejecución del estudio se hace necesario conocer la altura de material que se satura por la precipitación de una determinada cantidad de lluvia.

“El proceso que permite que la saturación ocurra es la infiltración, que se define como el movimiento del agua desde la superficie del terreno hacia el suelo o roca por los poros o intersticios y discontinuidades de la masa térrea.

La lluvia sobre la superficie de la tierra puede conducir a dos condiciones diferentes de frontera:

- 🌧 Superficie de talud inundada. La intensidad de la lluvia es mayor que la cantidad de agua que puede infiltrarse dentro de la tierra. En este caso, la condición del terreno es equivalente a la saturación del 100%.
- 🌧 Infiltración controlada. La intensidad de la lluvia es menor que el flujo máximo de agua que se puede infiltrar en el talud. En este caso la infiltración es controlada por la intensidad de la lluvia<sup>37</sup>.

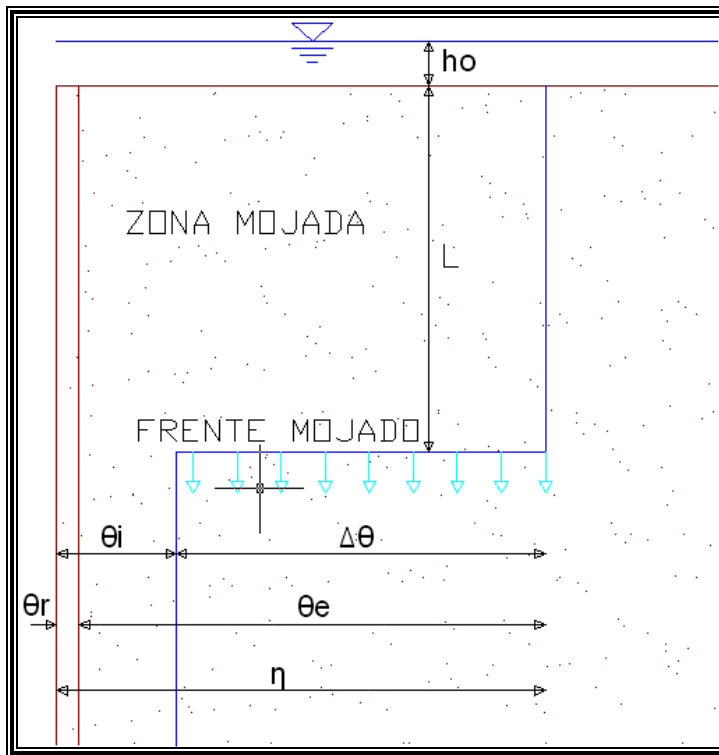
---

<sup>37</sup> Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Jaime Suárez.

Para nuestro análisis supondremos una superficie de talud inundada, basados en eventos extremos que han ocurrido en la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana.

De acuerdo a la suposición anterior, es posible utilizar el método de **GREEN-AMPT**, basado en la ecuación de **RICHARDS**, quienes propusieron un esquema bastante simplificado y que se muestra en la siguiente figura:

**Figura 105. Variables y esquema del modelo de infiltración de Green-Ampt.**



Fuente: Ven Te Chow

“El frente mojado es una frontera brusca que divide el suelo con contenido de humedad  $\theta_i$  debajo, del suelo saturado con contenido de humedad  $\eta$  arriba. El frente mojado ha penetrado hasta una profundidad  $L$  desde el momento  $t$  en que

la infiltración empieza. El agua se encharca en la superficie hasta una profundidad  $h_0$ <sup>38</sup>.

Según la explicación anterior, acerca de las condiciones necesarias para la aplicación del método de **Green-Ampt**, es importante que exista el encharcamiento sobre la superficie de suelo, para lo cual se requiere una precipitación de gran intensidad y duración.

Para el análisis de la situación se escogió el evento de febrero de 2005 ocurrido en el municipio de Girón, que hace parte del Área Metropolitana de la ciudad de Bucaramanga. La elección de dicho evento se fundamentó en dos razones, la primera, porque fue catalogada como la segunda catástrofe natural más importante ocurrida en la región, y en segundo lugar, debido a la existencia de gran cantidad de información que nos permitía obtener resultados verdaderos y aplicables, Además se requiere la estimación de la conductividad Hidráulica **K**, de la porosidad  $\eta$  y de la cabeza de succión del suelo en el frente mojado  $\Psi$ .

La teoría genera una serie de condiciones de igualdad que luego de un sencillo procedimiento matemático logra establecer las siguientes ecuaciones:

**Infiltración Acumulada**, con la cual podemos conocer el espesor total de suelo que es saturado por el agua que se precipita.

$$F(t) = Kt + \left[ (\Psi) \times (\Delta\theta) \times \left( \ln \left( 1 + \frac{F(t)}{(\Psi) \times (\Delta\theta)} \right) \right) \right] \quad \text{Ecuación 1}$$

**Tasa de Infiltración**, con la cual podemos conocer la velocidad a la que al agua se filtra en el terreno.

<sup>38</sup> Hidrología Aplicada. Ven Te Chow

$$f = K \left( \frac{(\Psi) \times (\Delta\theta)}{F} + 1 \right) \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

F = Infiltración Acumulada. (cm)

f = Tasa de infiltración. (cm/h)

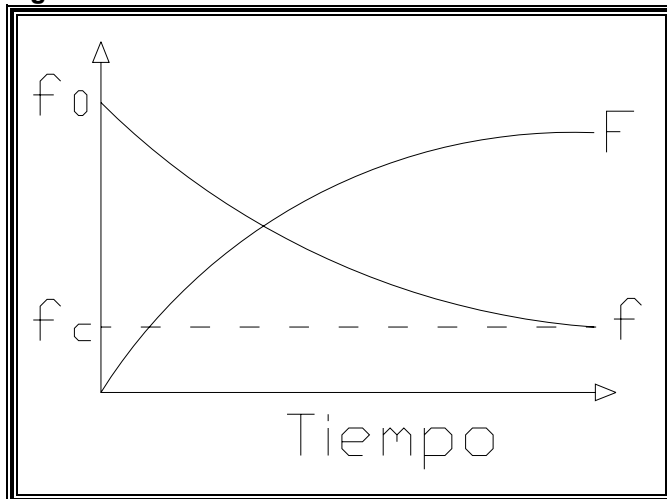
K= Conductividad o Permeabilidad del suelo. (cm/h)

t = Tiempo de duración de la lluvia. (h)

$\Psi$  = Cabeza de succión del suelo del Frente Mojado. (cm)

$\Delta\theta$  = Cambio de contenido de humedad cuando pasa el frente mojado. (%)

**Figura 106. Tasa de infiltración e Infiltración Acumulada**



**Fuente: Figura 4.2.2. Ven Te Chow. 1994**

La figura anterior muestra como la Infiltración Acumulada y la Tasa de Infiltración tienden a un valor constante con el tiempo.

## 6.2 EVENTO EXTREMO EN FEBRERO DE 2005

“Una evaluación de la frecuencia del fenómeno meteorológico, estimada con los datos disponibles, puede llegar a la conclusión, de que en un lapso de 100 años, se presente una situación de catástrofe de 3 a 4 veces.

Los eventos catastróficos se presentan generalmente en el mes de octubre, con la llegada de los primeros vientos fríos, y en los meses de Enero y Febrero, por los frentes fríos de la temporada de invierno en Norteamérica.

Todos los eventos catastróficos están relacionados con el paso de los clusters de nubes de la zona de convergencia intertropical, y su interacción con otros fenómenos meteorológicos”<sup>39</sup>.

Lo anterior deja ver la importancia que tiene el estudio de los taludes bajo las condiciones extremas de saturación, ya que los eventos que ocasionan este fenómeno no son aislados sino que por el contrario son cíclicos o repetitivos.

### 6.2.1 Intensidad de lluvias en febrero de 2005

A continuación se muestran una tabla y unas gráficas en donde se puede observar los datos de la estación de Llanogrande, registros que se obtuvieron para las fechas del 9, 11 y 12 de febrero de 2005, días en los cuales se presentaron las intensidades y duraciones más grandes e importantes.

---

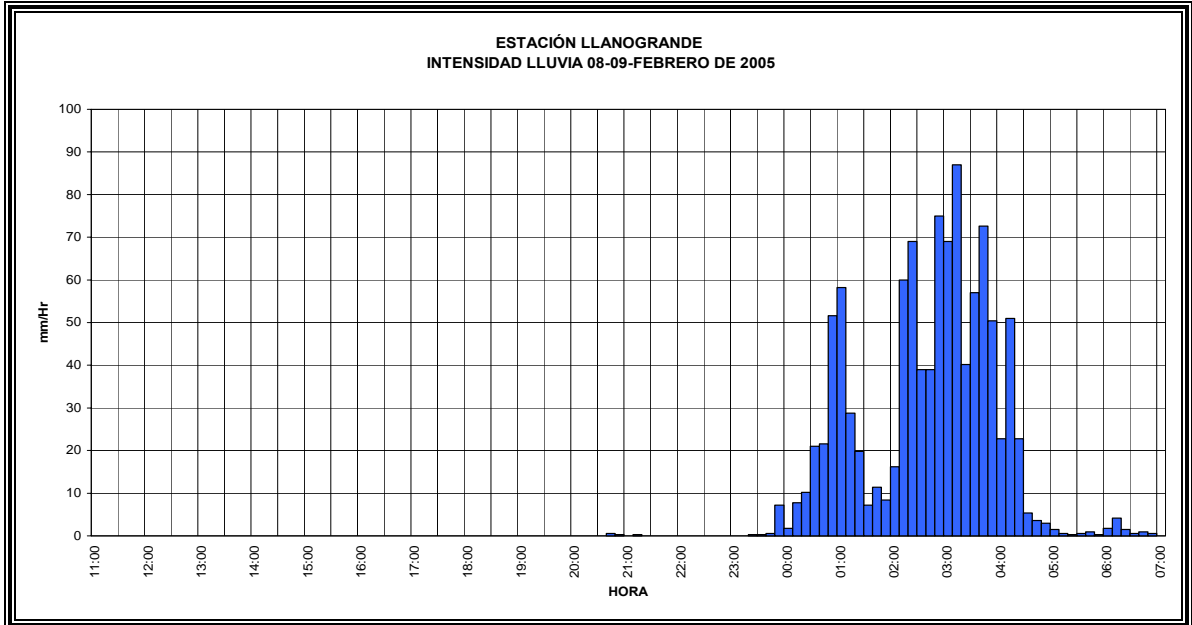
<sup>39</sup> Diagnostico de las amenazas de inundación y erosión en el Río de Oro. (Volumen 2- Meteorología e Hidrológica. CDME, Geotecnología Ltda..

**Tabla 14. Intensidad de lluvias en Febrero de 2005.**

ESTACION	Intensidad máxima de lluvias mm/hora	Duración de los periodos de intensidad superior a 30 mm/hora	HORA	FECHA
LLANOGRANDE	51.60	20 MIN	01:00	09/02/2005
LLANOGRANDE	58.20		01:10	09/02/2002
LLANOGRANDE	60.00	110 MIN	02:20	09/02/2005
LLANOGRANDE	69.00		02:30	09/02/2005
LLANOGRANDE	39.00		02:40	09/02/2005
LLANOGRANDE	39.00		02:50	09/02/2005
LLANOGRANDE	75.00		03:00	09/02/2005
LLANOGRANDE	69.00		03:10	09/02/2005
LLANOGRANDE	87.00		03:20	09/02/2005
LLANOGRANDE	40.20		03:30	09/02/2005
LLANOGRANDE	57.00		03:40	09/02/2005
LLANOGRANDE	72.60		03:50	09/02/2005
LLANOGRANDE	50.40		04:00	09/02/2005
LLANOGRANDE	51.00	10 MIN	04:20	09/02/2005
LLANOGRANDE	33	10 MIN	20:00	11/02/2005
LLANOGRANDE	43.2	10 MIN	21:40	11/02/2005
LLANOGRANDE	42	30 MIN	02:30	12/02/2005
LLANOGRANDE	58.2		02:40	12/02/2005
LLANOGRANDE	31.8		02:50	12/02/2005
LLANOGRANDE	32.4	10 MIN	04:40	12/02/2005
LLANOGRANDE	30	10 MIN	05:00	12/02/2005
LLANOGRANDE	45	30 MIN	05:20	12/02/2005
LLANOGRANDE	33.6		05:30	12/02/2005
LLANOGRANDE	33		05:40	12/02/2005

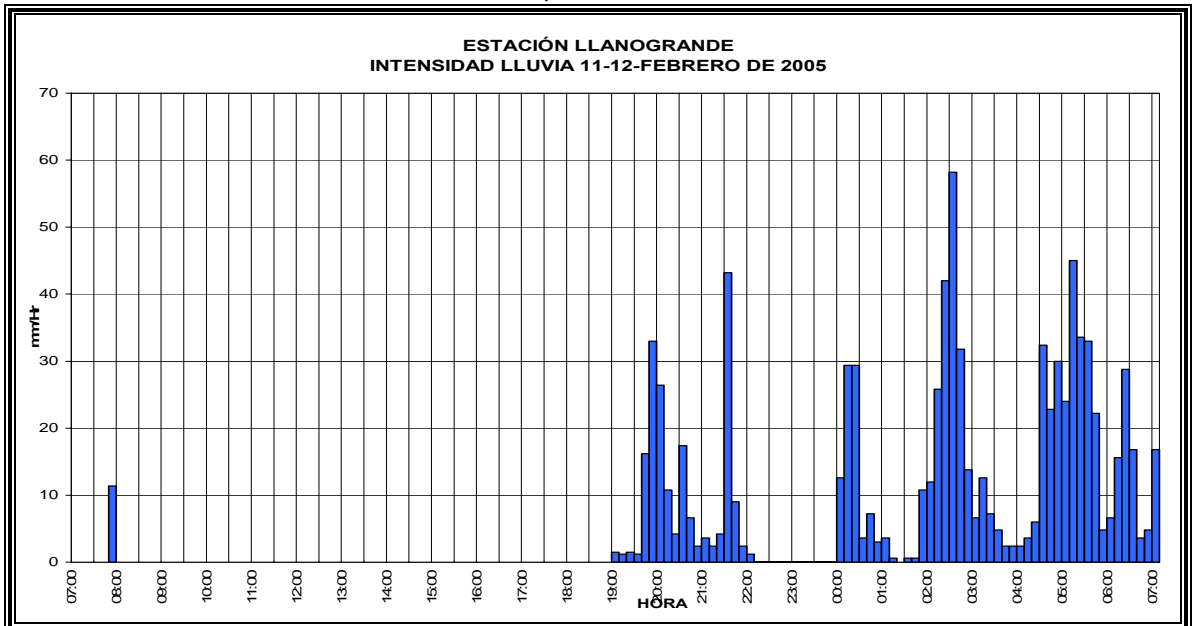
Fuente: Diagnostico de las amenazas de inundación y erosión en el Río de Oro (Volumen 2-Meteorología e Hidrológica. CDMB, Geotegnología Ltda.

**Gráfica 107. Estación Llano Grande, Intensidades 08-09 Febrero de 2005**



Fuente: Diagnostico de las amenazas de inundación y erosión en el Río de Oro (Volumen 2-Meteorología e Hidrológica. CDMB, Geotegnología Ltda.

**Gráfica 108. Estación Llano Grande, Intensidades 11-12 Febrero de 2005**



Fuente: Diagnostico de las amenazas de inundación y erosión en el Río de Oro (Volumen 2-Meteorología e Hidrológica. CDMB, Geotegnología Ltda.

**6.3 PROPIEDADES DE LOS SUELOS**

De acuerdo con las ecuaciones 1 y 2 del método de Green- Ampt, es indispensable conocer las propiedades de los suelos antes mencionadas, las cuales son distintas para cada uno de los estratos en los que están divididos los taludes, es decir, Limos Rojos, Gravoso, Finos y Órganos, pero esta investigación se sale del alcance del proyecto por falta de recursos humanos y económicos.

Como consecuencia de lo anterior, se vio la necesidad de hallar otra solución que fuese válida y que no demandará tanto dinero ni personal, así que la respuesta fue, investigación; Nos dedicamos a recopilar información de suelos similares y de zonas comparables para generar las respuestas deseadas. Luego de indagar y de revisar la literatura existente, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- ✚ Es imposible utilizar la información suministrada por el Instituto Colombiano de Geología y Minería **Ingeominas**, en su trabajo titulado *Zonificación de amenaza por movimientos en masa de algunas laderas de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta*, ya que se encontró una inconsistencia entre el valor de permeabilidad promedio **K**, hallado en los ensayos de campo e igual a 1.07 mm/h y el valor utilizado para la obtención de las demás propiedades<sup>40</sup> e igual a 11.78 cm/h, es importante anotar que el informe de Ingeominas no es el trabajo definitivo y que esta siendo sometido a revisión por parte de esta misma entidad y de la CDMB.
- ✚ Para la caracterización de los suelos se utilizaron los perfiles estratigráficos que brinda el documento de Microzonificación (Ver Perfiles. Anexo 4). De allí se obtuvieron los siguientes resultados.

---

<sup>40</sup> Las propiedades se derivan de una tabla en el libro de Ven Te Chow

**Tabla 15. Caracterización de los suelos.**

<b>ESTRATO</b>	<b>CARACTERIZACION</b>
Limos Rojos	Limo-Arcilloso
Gravoso	Gravas y cantos embebidos en una matriz Arcillo-Limoso
Finos	Arcillo-Limosa
Órganos	Gravas y cantos embebidos en una matriz Arcillo-Arenosa

**Fuente: El Autor**

Como se puede observar en la tabla, todos los suelos están compuestos por una combinación de material arcilloso y limoso o por material grueso embebido en una matriz de características similares, la cual determina la conductividad hidráulica en este tipo de suelos (Gravoso y Órganos), en consecuencia se puede asumir un material homogéneo de tipo Arcillo-Limoso, para efectos de facilidad en los cálculos.

De acuerdo a la tabla 4.3.1 del Libro VEN TE CHOW de 1994 se obtienen las siguientes propiedades para los suelos Arcillo-Limosos.

$$K = 0.05 \text{ cm/h}$$

$$\Psi = 29.22 \text{ cm}$$

$$\eta = 0.479 \%$$

$$\theta_e = 0.423 \%$$

## 6.4 ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

### 6.4.1 Obtención de variables

Con los valores de las propiedades del suelo obtenemos  $\Delta\theta$

$$\Delta\theta = (1 - S_e) \times (\theta_e) \quad \text{Ecuación 3}$$

$$Se = \frac{\theta - \theta_r}{\eta - \theta_r} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$\theta_r = \eta - \theta_e \quad \text{Ecuación 5}$$

$\theta$  = Contenido inicial de humedad del suelo.

$\theta_r$  = Contenido residual de humedad del suelo después de que se ha drenado completamente.

Para  $\theta$ , asumimos un valor cercano a  $\theta_e$  debido a la existencia de precipitaciones en los minutos anteriores al periodo en estudio, entonces,  $\theta = 0.3$

$$\theta_r = 0.479 - 0.423 = 0.056$$

$$Se = \frac{0.3 - 0.056}{0.479 - 0.056} = 0.585$$

$$\Delta\theta = (1 - 0.585) \times (0.423) = 0.1755$$

Teniendo la mayoría de los valores de las variables que intervienen en las ecuaciones 1 y 2, realizamos el análisis de los registros para las precipitaciones del evento de febrero de 2005 y obtenemos el tiempo de duración de la lluvia.

Utilizamos un valor de **t = 0.1 Horas** para encontrar el valor mas alto de la tasa de infiltración.

$$F(t) = (0.05) \times (0.1) + \left[ (29.22) \times (0.9) \times \left( \ln \left( 1 + \frac{F(t)}{(29.22) \times (0.9)} \right) \right) \right] = 0.22cm$$

$$f = 0.05 \left( \frac{(29.22) \times (0.1755)}{0.22} + 1 \right) = 1.02 \frac{cm}{h}$$

Este resultado nos indica que debemos utilizar una intensidad de lluvia mínima de 10 mm/h con el fin de que se forme el encharcamiento sobre la superficie del suelo y así poder utilizar el método de Green-Ampt.

Teniendo en cuenta que las precipitaciones mas importantes ocurrieron en la madrugada del 9 de febrero de 2005, entonces utilizamos la grafica 107, como referencia para obtener la duración de la lluvia **t** para una intensidad de **10 mm/h**.  
Duración de la lluvia **t=5 Horas**

#### 6.4.2 Cálculo de la Infiltración Acumulada

Utilizando la Ecuación 1 y reemplazando los valores de las variables obtenemos:

$$F(t) = (0.05) \times (5) + \left[ (29.22) \times (0.9) \times \left( \ln \left( 1 + \frac{F(t)}{(29.22) \times (0.9)} \right) \right) \right] = 1.77 cm$$

Un capa de 1.77 cm de suelo saturado es un valor demasiado pequeño pero razonable, ya que en el análisis por el método de Green-Ampt, no se tienen en cuenta variables como:

- ✚ **Grietas superficiales**, las cuales se encuentran en toda la extensión de la superficie de los taludes.
- ✚ **Hormigueros**, que son de una serie de túneles o caminos subterráneos que pueden alcanzar profundidades de varios metros.

Estos dos efectos combinados con otros, pueden causar una elevación en el valor de la infiltración acumulada bastante considerable, ya que la experiencia que dejó el evento de febrero de 2005 demostró que las profundidades de saturación alcanzaron valores de 80 a 100 cm. Por lo tanto se realizará el estudio de la estabilidad de los taludes con un espesor de material saturado igual a 1 metro.

A continuación se muestran los resultados del análisis hecho en el programa SLOPE W para algunos taludes de la zona, para los cuales se tuvo en cuenta además de la zona saturada, la elevación en la cota piezométrica para un periodo de retorno de 15 años.

Figura 109. Talud con nuevo suelo saturado.

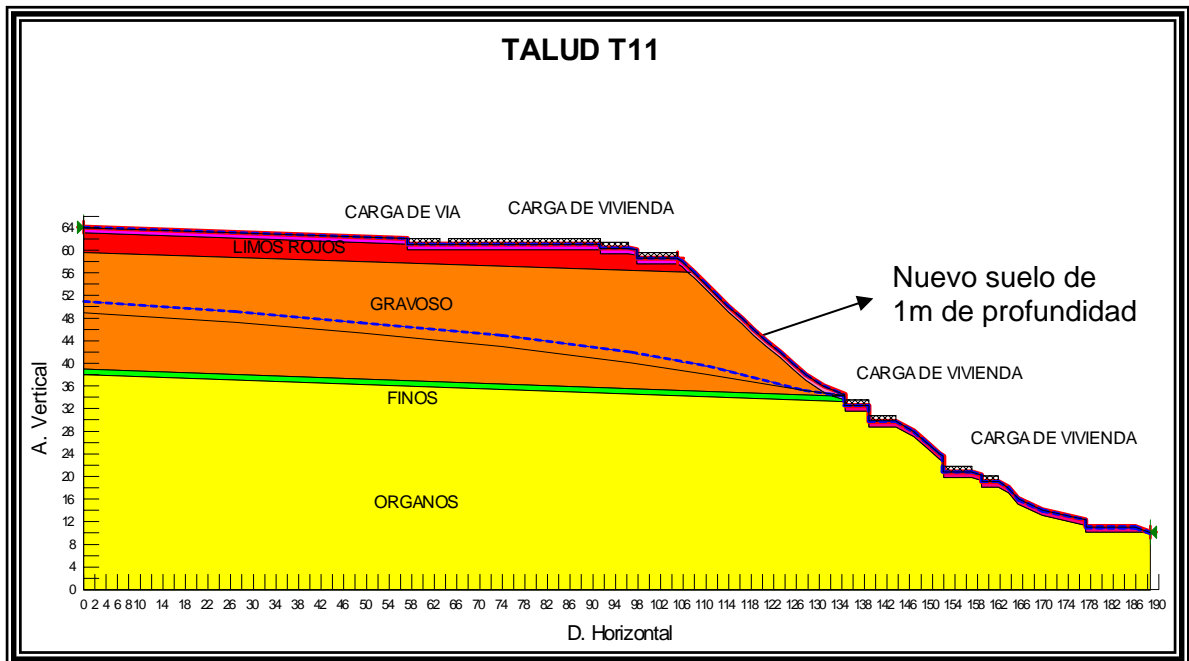
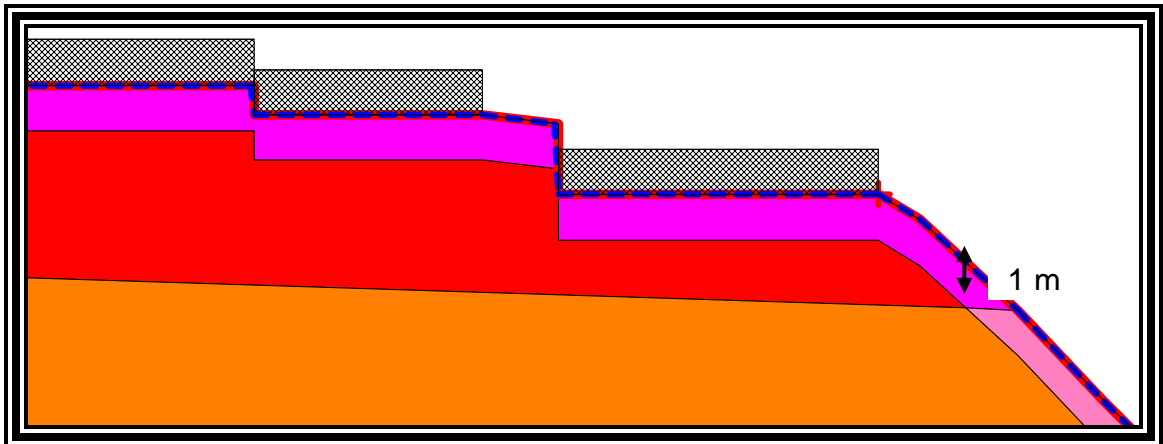
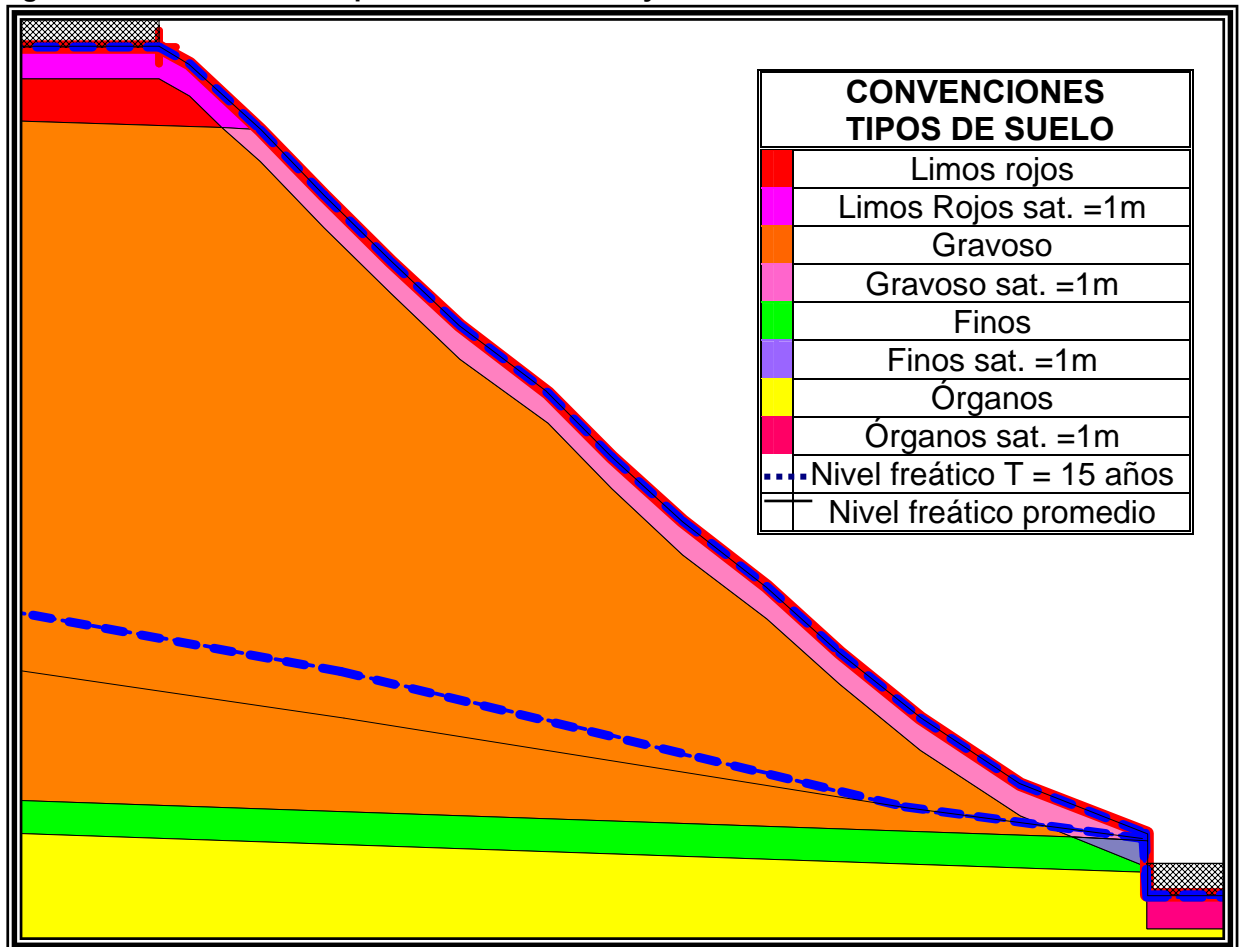


Figura 110. Detalle del nuevo suelo saturado de 1m de profundidad



Fuente: Slope W. El Autor

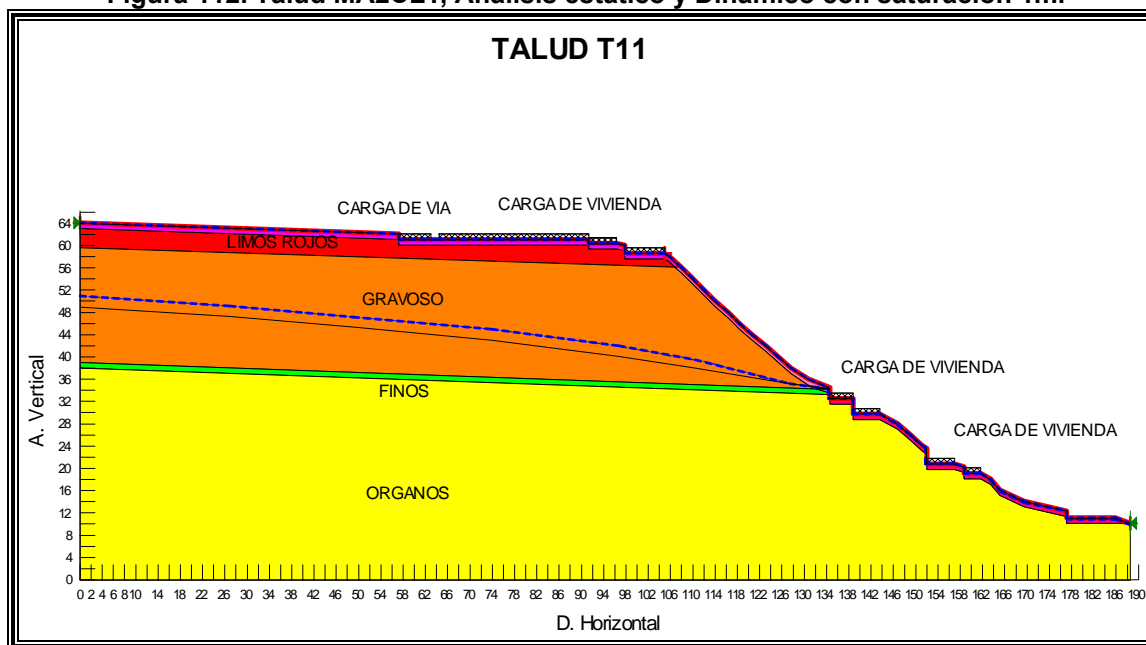
Figura 111. Detalle de las capas de suelo saturado y sus convenciones



Fuente: Slope W. El Autor

Para el análisis en el programa, se generaron cuatro nuevos tipos de suelo además de los ya existentes, estos fueron: Limos rojos sat, Gravoso sat, Finos sat y Órganos sat, con el fin de poder generar una nueva línea piezométrica que solo afectase al metro de suelo que se simuló saturado. Las propiedades de los nuevos suelos no fueron cambiadas, ya que, como se explicó en el capítulo tercero las propiedades de los suelos se trabajaron siempre saturadas para estudiar el peor escenario.

Figura 112. Talud MA2CL1, Análisis estático y Dinámico con saturación 1m.



**ESTATICO**

Figura 112 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.194	-
Bishop:	1.287	-
Janbu:	-	1.187
Spencer:	1.278	1.277
Slip Surface #:		10571 of 10571

**DINAMICO**

Figura 112 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.941	-
Bishop:	0.999	-
Janbu:	-	0.916
Spencer:	1.001	1.002
Slip Surface #:		10571 of 10571

Figura 112 c. Línea de Falla Crítica.

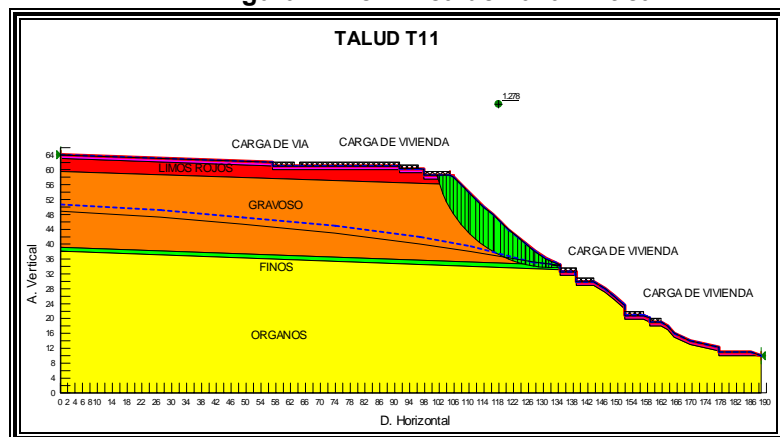


Figura 112 d. Línea de Falla Crítica.

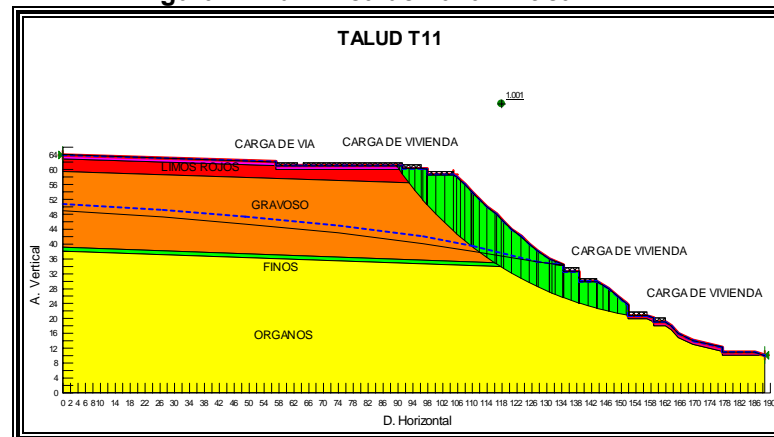


Figura 112 e. Mapa de Seguridad.

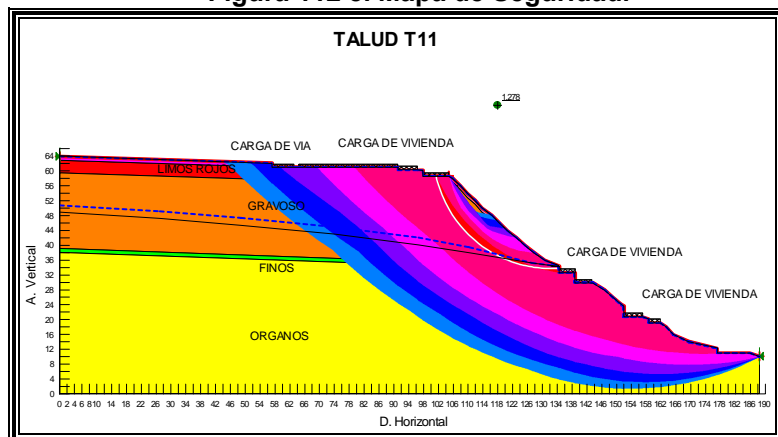


Figura 112 f. Mapa de Seguridad.

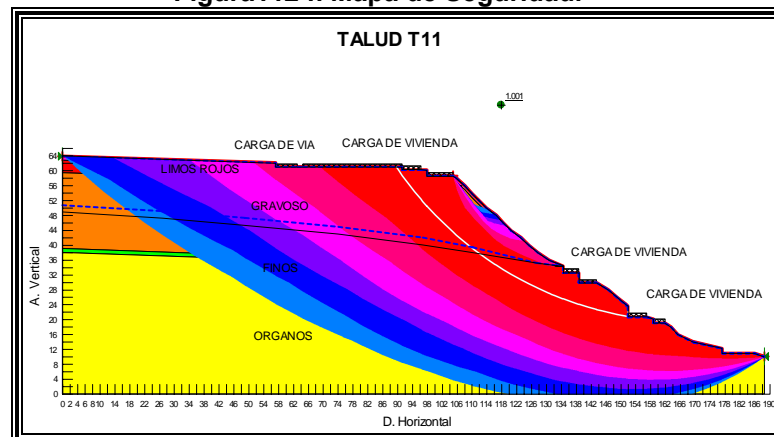
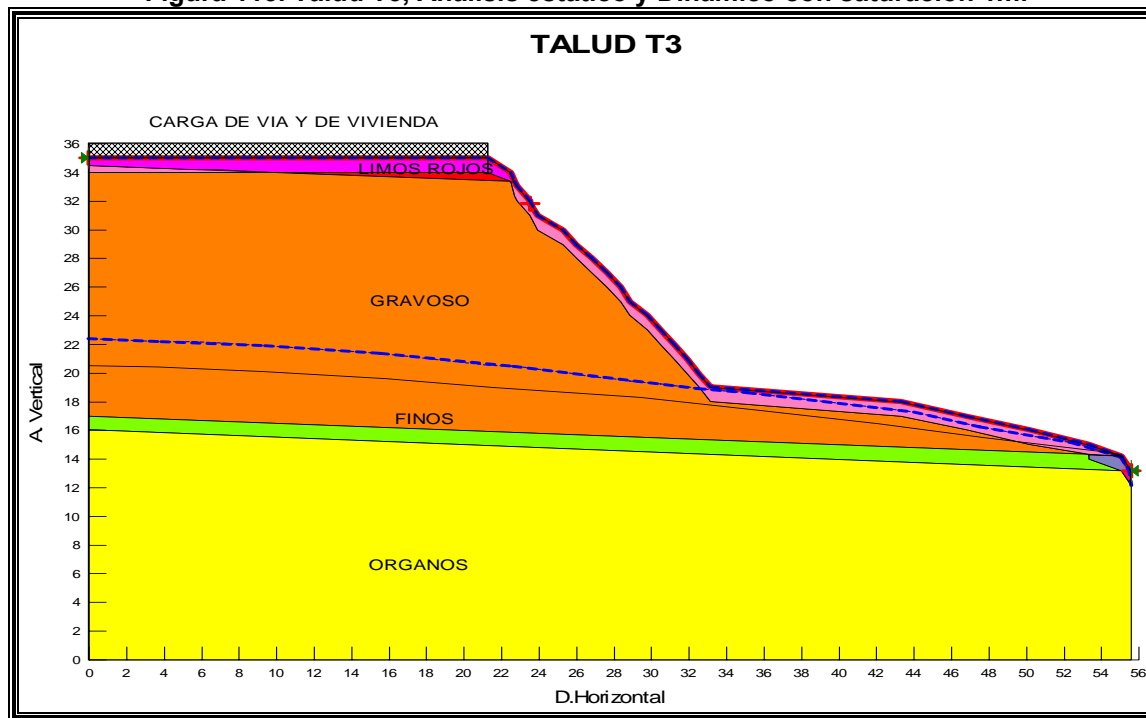


Figura 113. Talud T3, Análisis estático y Dinámico con saturación 1m.



**ESTATICO**

Figura 113 a. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	1.199	-
Bishop:	1.240	-
Janbu:	-	1.191
Spencer:	1.236	1.236
Slip Surface #:		2541 of 2541

**DINAMICO**

Figura 113 b. Factor de Seguridad.

	Minimum Factor of Safety	
	Moment	Force
Ordinary:	0.965	-
Bishop:	1.016	-
Janbu:	-	0.960
Spencer:	1.011	1.018
Slip Surface #:		2541 of 2541

Figura 113 c. Línea de Falla Crítica.

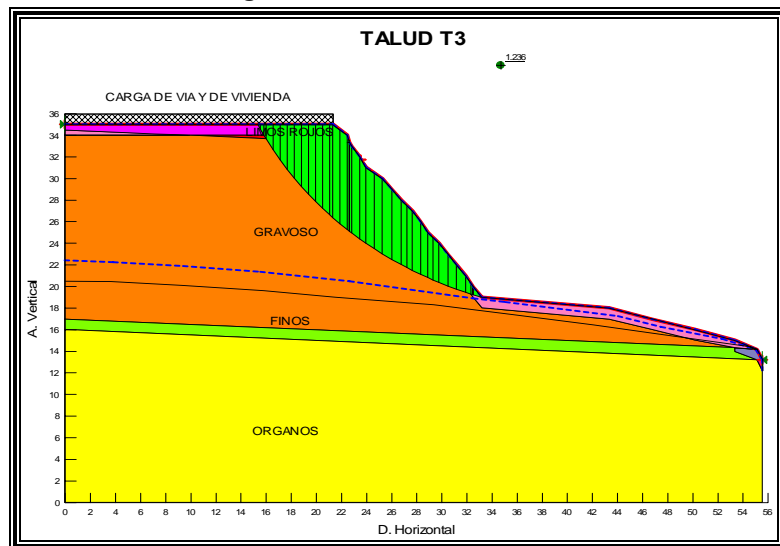


Figura 113 d. Línea de Falla Crítica.

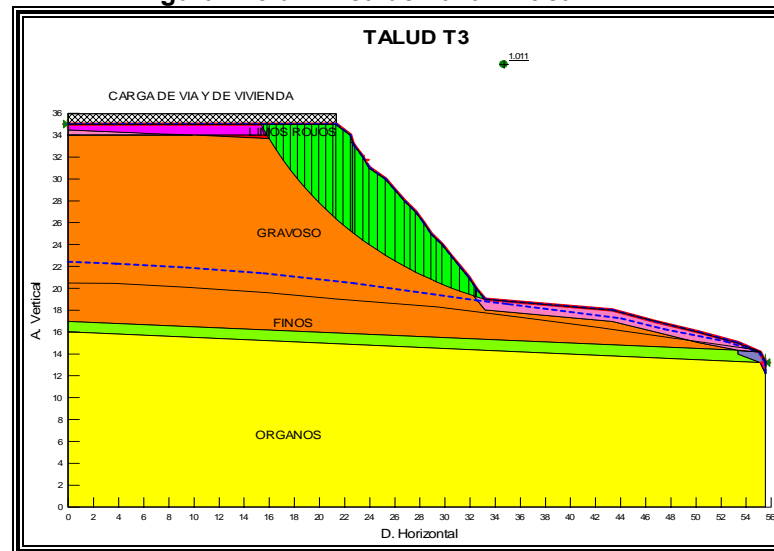


Figura 113 e. Mapa de Seguridad.

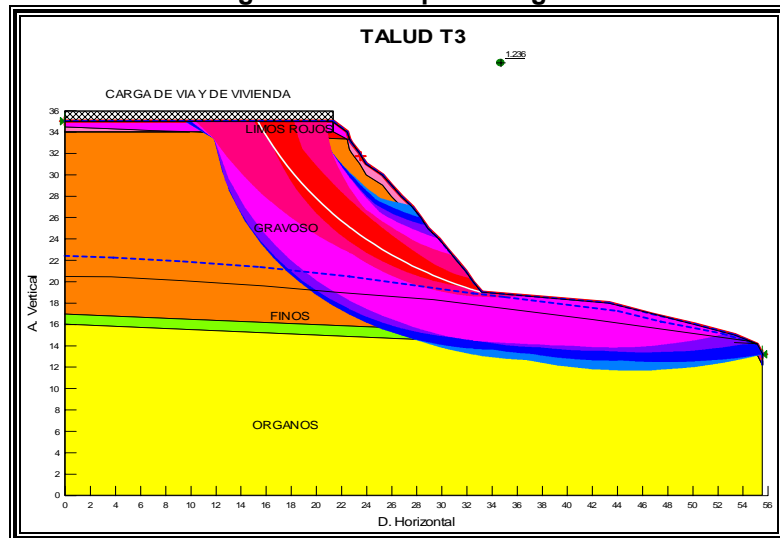
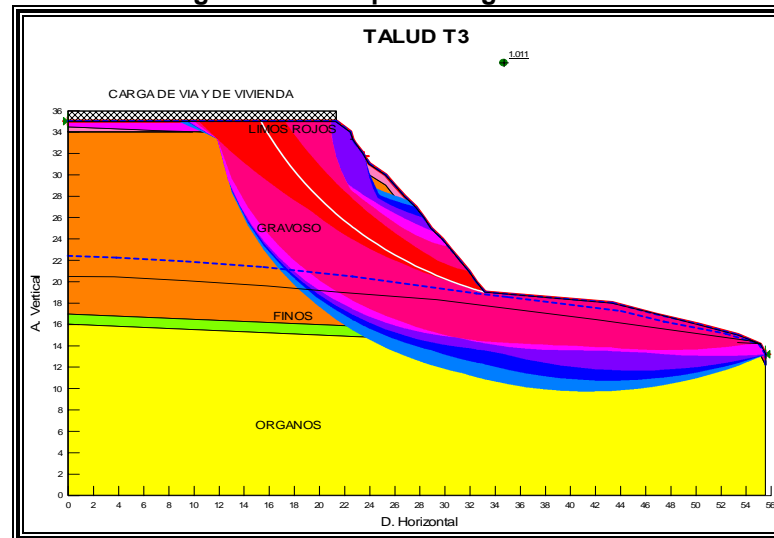


Figura 113 f. Mapa de Seguridad.



**Tabla 16. Comparación de resultados**

TALUD	COTA PIEZOMETRICA PARA T=15 AÑOS		COTA PIEZOMETRICA PARA T=15 AÑOS Y SUPERFICIE SATURADA	
	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico
T11	1.286	1.007	1.278	1.001
T3	1.242	1.016	1.236	1.011

Los resultados muestran que la importancia del fenómeno de saturación de las capas superficiales sobre la estabilidad global de los taludes es irrelevante. Los cambios en el factor de seguridad son del orden de 0 .01, luego para el caso de la zona en estudio, la saturación no es un problema de determine los métodos para la estabilización y el control de la erosión de los taludes.

Además se analizó la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa de capas de suelo superficiales y no se encontró que estos eventos ocurrieran con factores de seguridad inferiores a dos (**2**), Por lo tanto se puede decir que la zona esta libre de ocurrencia de este clase de deslizamientos, muy frecuentes en el evento de febrero de 2005.

Sin embargo se propone la construcción de obras de drenaje superficial tales como canaletas de coronación y de pie, tanto en los taludes como en las obra, ya que la constante durante la visitas de campo fue no encontrar este tipo de estructuras, y donde se encontraban estaban en muy mal estado, pero además de las zanjas es importante tener una buena disposición final de la aguas recogidas, por lo que también se propone la estructuración de un sistema para entregar éstas aguas al alcantarillado o a la quebrada La Guacamaya en una forma responsable y adecuada según los lineamientos de la CDMB en lo referente a los vertimientos.

## METODOLOGIA



El procedimiento utilizado en la ejecución del presente libro, contempla dos etapas básicamente, la primera el trabajo en campo y la segunda el trabajo en oficina. Cada una de estas etapas se subdividió en los capítulos que se presentan a través de todo el documento.

Para cada una de las etapas y cada uno de los capítulos, se desarrolló en primer lugar una investigación de la literatura existente, con la finalidad de fundamentar los conceptos y conocimientos que nos permitieran obtener resultados satisfactorios y reales; una vez realizado lo anterior, se procedió con la comprensión y análisis de la información adquirida tanto de los textos guía como de los resultados obtenidos de la investigación efectuada.

En la investigación se desarrollaron actividades tales como:

- ✚ La toma de fotografías.
- ✚ Llenado de los formatos de evaluación para las obras inventariadas.
- ✚ Localización de las obras en los planos.
- ✚ Estudio de los suelos y estatificación de los perfiles.
- ✚ Análisis de los taludes bajo ciertas condiciones de nivel freático y humedad de los suelos

## CONCLUSIONES

-  Lo primero que se debe decir, es que la problemática fue generada por la acción antrópica irresponsable que se ha venido dando desde hace varios años en la zona de la escarpa estudiada y por la falta de un control y una buena auditoria por parte de la autoridad competente y de la administración municipal de la época; esta es una zona no apta para la construcción de viviendas, sin embargo esta es una constante y aun hoy en día se sigue edificando cuando es de conocimiento publico que el sector se encuentra bajo una alta amenaza no solo por los deslizamientos de tierra sino también por las inundaciones, lo que quedó comprobado con el evento del 12 de febrero de 2005. por lo anterior es indispensable crear una conciencia ambiental y una cultura social de los peligros que se corren cuando se producen asentamientos en las zonas prohibidas, riegos que no solo son de carácter individual sino que afectan a toda una comunidad que ve como poco a poco la erosión esta devorando a su ciudad bonita.
  
-  Debemos proponer ideas radicales para encontrar una solución definitiva al problema de la erosión y a los deslizamientos en toda la escarpa de Bucaramanga, lo primero que se debería realizar es la reubicación de las familias que viven en esta área para trasladarlas de la zona de riesgo a un sector en donde se encuentren fuera de peligro y que les brinde las misma oportunidades y beneficios que las da el lugar donde viven actualmente (petición hecha por la comunidad), y en segundo lugar se deben estabilizar todos los taludes de la escarpa; especialmente los del barrio San Gerardo I, cuyas obras están ya diseñadas pero pendientes en su ejecución, reforestar y convertir esta zona en una serie de parque lineales, con el propósito de construir espacios de diversión y esparcimiento para la gente y un gran

pulmón para la ciudad, además de que se controlaría definitivamente este gran problema que a aquejado a Bucaramanga desde años atrás.

🌍 Vivimos en una municipio en donde los acuíferos parecieran ser la solución la los problemas de escasez del preciado liquido en un futuro, lo que nos convierte en una ciudad privilegiada, pero no podemos olvidar que también existen unos efectos ocasionados por los ascensos y descensos en esos niveles freáticos que pueden llegar a ocasionar graves problemas en cuanto a la estabilidad de las laderas que se recuestan sobre las escarpas de la meseta. Sin embargo en Bucaramanga son pocos los piezómetros que hoy en día están en funcionamiento y aun menos los que brindan registros confiables y valederos, por lo tanto no contamos con un sistema completo ni de última tecnología para el análisis, seguimiento y evaluación de los niveles de aguas subterránea que nos permita conocer el comportamiento de la misma. Aunque según lo demostrado en este estudio la mayoría de los taludes analizados no mostraron una reacción importante ante el ascenso en el nivel freático, los que si lo hicieron, es decir un 1/3, redujeron su factor de seguridad hasta en un valor cercano a 0.15, que en determinado momento puede llegar a significar la diferencia entre la ocurrencia o no de un deslizamiento. Si contáramos en Bucaramanga con una buena red de piezómetros distribuidos por toda la ciudad podríamos de cierto modo controlar o predecir el comportamiento de las laderas en la escarpa de la meseta.

🌍 Los resultados del estudio demostraron que no solo las viviendas se encuentran en grave peligro sino también la vía de acceso a todos los barrios de la zona, por eso se lanza una voz de alerta ya que ante una posible catástrofe o simplemente por el continuo avance de la erosión, se podría presenta un colapso por la falta de acceso a los sectores afectados.

Por lo tanto se hace urgente las medidas de control propuesta o unas nuevas que puedan solventar este problema definitivamente.

- ✚ Bucaramanga se encuentra ubicada en la zona intertropical, mas exactamente en un sector en donde los fenómenos meteorológico pueden llegar a producir unas cantidades de agua lluvia mucho mayores que las presentadas en el evento de febrero de 2005, además, una parte de su área metropolitana esta constituida por suelos con excelentes propiedades en estado seco pero que al entrar en contacto con el agua reducen su resistencia en un gran porcentaje, produciendo algunos deslizamientos, sin embargo luego de realizado el estudio se puede concluir que esta zona no se ve afectada de manera importante por la saturación superficial de los suelos producida por la precipitación local, según los resultados el efecto del frente mojado no produce ningún movimiento de remoción en masa superficial, simplemente disminuye en muy baja proporción el factor de seguridad de la línea de falla critica para las condiciones inicialmente plantadas.

## RECOMENDACIONES

Luego de finalizar la elaboración de este proyecto y de encontrar algunas dificultades, se llegó a las siguientes recomendaciones para el mejoramiento del documento y de sus resultados.

- ✚ Es indispensable contar con una topografía mas precisa de toda la zona, para así tener en cuenta algunos detalles geográficos importantes que no fueron analizados en el presente documento y que podrían llegar a cambiar algunas de las condiciones establecidas y por ende cambiar las respuestas obtenidas.
  
- ✚ Se recomienda realizar el seguimiento de las obras inventariadas en el estudio de estabilización de los taludes y control de la erosión del proyecto, para de esta manera mantenerlas en buen estado y preservarlas de los riesgos naturales y antrópicos que pueden llegar a dañarlas, causando problemas aun mayores que los que se tenían cuando fueron construidas
  
- ✚ Aunque se contó con las propiedades de los diferentes estratos de suelo gracias al documento de Ingeominas, los cuales son datos con bastante credibilidad, seria mejor utilizar para posibles ampliaciones del proyecto las características propias del sector que se esta analizando, ya que como se sabe, estas propiedades pueden cambiar drásticamente de una zona a otra aunque se trate de la misma clase de suelo, fenómeno que se ve amplificado puesto que la ciudad de Bucaramanga se encuentra construida sobre un abanico aluvial.

- ✚ Es importante que se realice el inventario y se revise el funcionamiento de las obras de toda la meseta de Bucaramanga y su área metropolitana que hacen parte de la jurisdicción de la CDMB, para conocer su estado actual y analizar si están cumpliendo con el objetivo para el cual fueron construidas, ya que existen una gran cantidad de obras de arte hechas en el pasado de las cuales no se tienen registros ni siquiera de su ubicación.
  
- ✚ Como se expuso en la conclusiones es importante la constitución de una red de piezómetros en la ciudad de Bucaramanga ya que la mayoría de los existentes se encuentran fuera de funcionamiento y son muy anticuados para la época.
  
- ✚ Como se habló en los respectivos capítulos, es importante la construcción de una serie de obras, dentro de las cuales se encuentran:
  - Sistema de drenaje subterráneo.
  - Drenes de Horizontales o de Penetración.
  - Sistema de superficiales, tanto en los taludes como en las obras.
  - Sistema de entrega de las aguas recogidas por los distintos drenes, ya sea en el alcantarillado o a la quebrada la guacamaya, todo bajo las normas de la CDMB.
  - La pantallas ancladas en todo el barrio San Gerardo, especialmente en la zona Norte y Sur de este.
  - Empradización y reforestación de toda la escarpa.

## BIBLIOGRAFIA

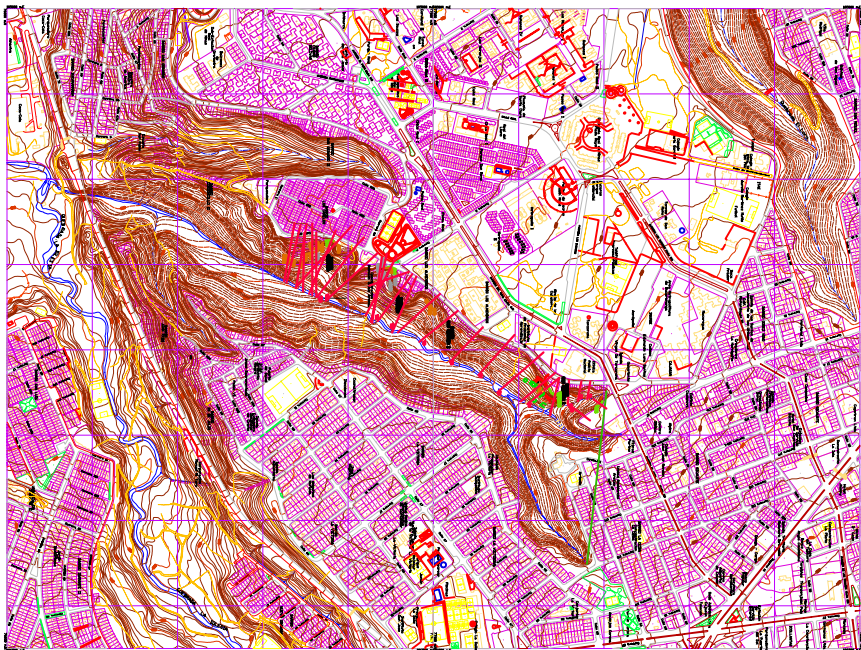
1. AGENDA AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA. Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. Alcaldía de Bucaramanga.
2. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA. Capítulo 1.1.1 Zonas Urbanas
3. RIVERA SINUCO M, Proyecto de grado. Diagnóstico de la amenaza ambiental y definición de las alternativas de mitigación de los barrios Colombia, Cordoncillo I y II, Laureles y San Gerardo I y II de la Escarpa Occidental de la Meseta de Bucaramanga.
4. SISTEMA DE INFORMACION GEOREFERENCIADA DE BUCARAMANGA.
5. Sistema Integrado de Transporte Masivo para el Área Metropolitana de Bucaramanga (Fase II) Tramo Kennedy – Avenida Quebrada Seca. Capítulo 3. Línea Base Ambiental
6. SUAREZ DIAZ J. Control de erosión en zonas tropicales. Noviembre de 2001
7. SUAREZ DIAZ J. Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales. 1998

8. MEZA ROSAS J, MORENO PARDO L. Trabajo de grado. Diagnóstico del estado actual de la red piezométrica de la corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga (CDMB). 2004.
9. VEN TE CHO. Hidrología Aplicada. Cuarta Edición.
10. CORPORACION AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Requisitos Generales de Diseño. <http://www.cdmb.gov.co/proyectos/csu/capitulo4h.php>
11. INGEOMINAS. Catalogo Nacional de Movimientos en Masa. Bogota Octubre de 2002.
12. INGEOMINAS. zonificación de amenaza por movimientos en masa de algunas laderas de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta.
13. INGEOMINAS. Zonificación sismo-geotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga. Octubre de 2001.
14. MOYA SALGADO Y, REY RODRIGUEZ R. Trabajo de grado. Diagnóstico del sistema de drenes horizontales de la corporación autónoma para la defensa de la meseta de Bucaramanga (CDMB). 2005.
15. APARICIO MIJARES F. Fundamentos de hidrología de superficie. 1999.







**ANEXOS**

# **ANEXO 1**

## **PLANTA GENERAL ZONIFICACION TERRITORIAL**



CONVENCIONES

-  Línea de propiedad
-  Línea de loteo
-  Línea de loteo
-  Línea de loteo
-  Línea de loteo
-  Línea de loteo
-  Línea de loteo



## **ANEXO 2**

# **TOPOGRAFIA SAN GERARDO**

**1**



## **ANEXO 3**

# **MAPA GEOTECNICO DE MICROZONIFICACION**

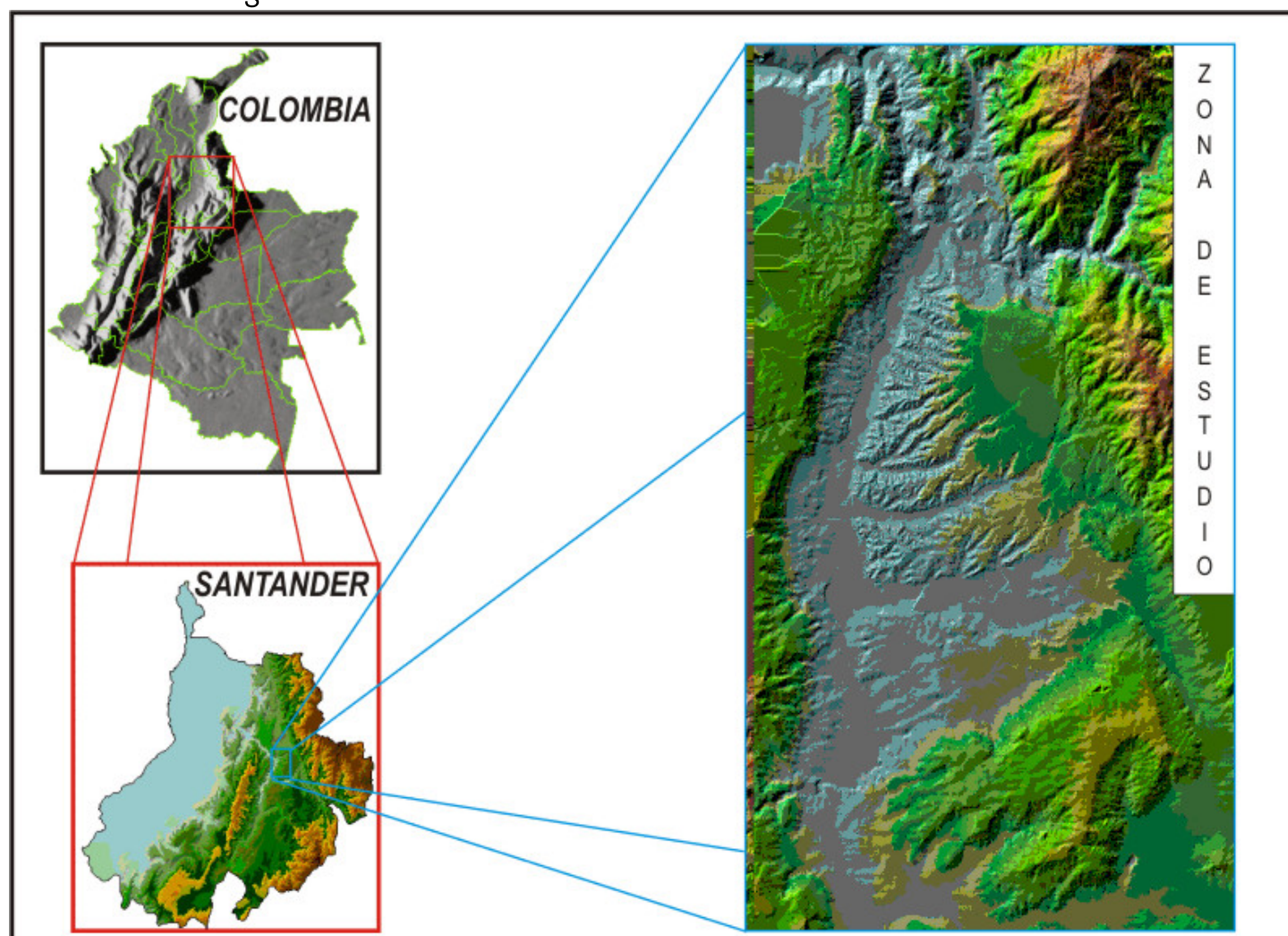
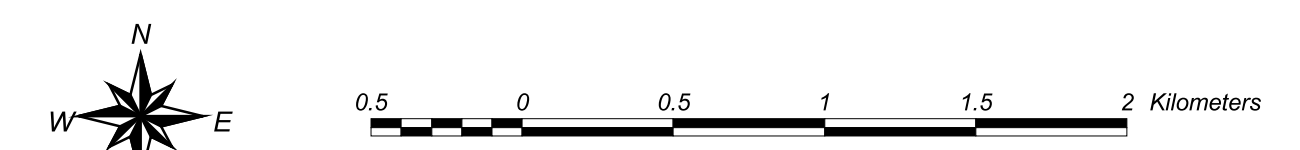
# LEYENDA

## Zonificación Geotécnica

Zonas	Descripción
1A	Rocas sedimentarias con pendientes moderadas a bajas
1B	Rocas sedimentarias con pendientes fuertes
1C	Rocas sedimentarias fracturadas afectadas por fallamiento geológico
2A	Rocas ígneas y metamórficas de alta pendiente
2B	Rocas ígneas y metamórficas fracturadas afectadas por fallas geológicas
3A	Limos rojos del abanico aluvial de Bucaramanga
3B	Escarpes de la meseta de Bucaramanga
4A	Miembros orgánicos y gravosos no afectados por procesos erosivos
4B	Miembro orgánico afectado por procesos erosivos
4C	Miembros orgánicos y limos rojos en laderas susceptibles a deslizamientos
5	Flujos de escombros del piedemonte del macizo de Santander
6A	Valles aluviales de los ríos y quebradas principales
6B	Valles aluviales de los ríos y afectados por procesos de erosión
7	Depósitos de coluvión
8A	Zona susceptible a deslizamientos activos en el norte de Bucaramanga
8B	Zona de deslizamiento activo en el norte de Bucaramanga
9	Rellenos sueltos

## CONVENCIONES

	Escuela		Vías		Fallas
	Vivienda		Vías principales		Falla activa
	Acotografía		Vías secundarias		Falla inactiva
	Coordenadas		Casco urbano		Falla inferida
	Drenajes		Curvas de nivel		Lineamiento



Republica de Colombia  
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA



corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga

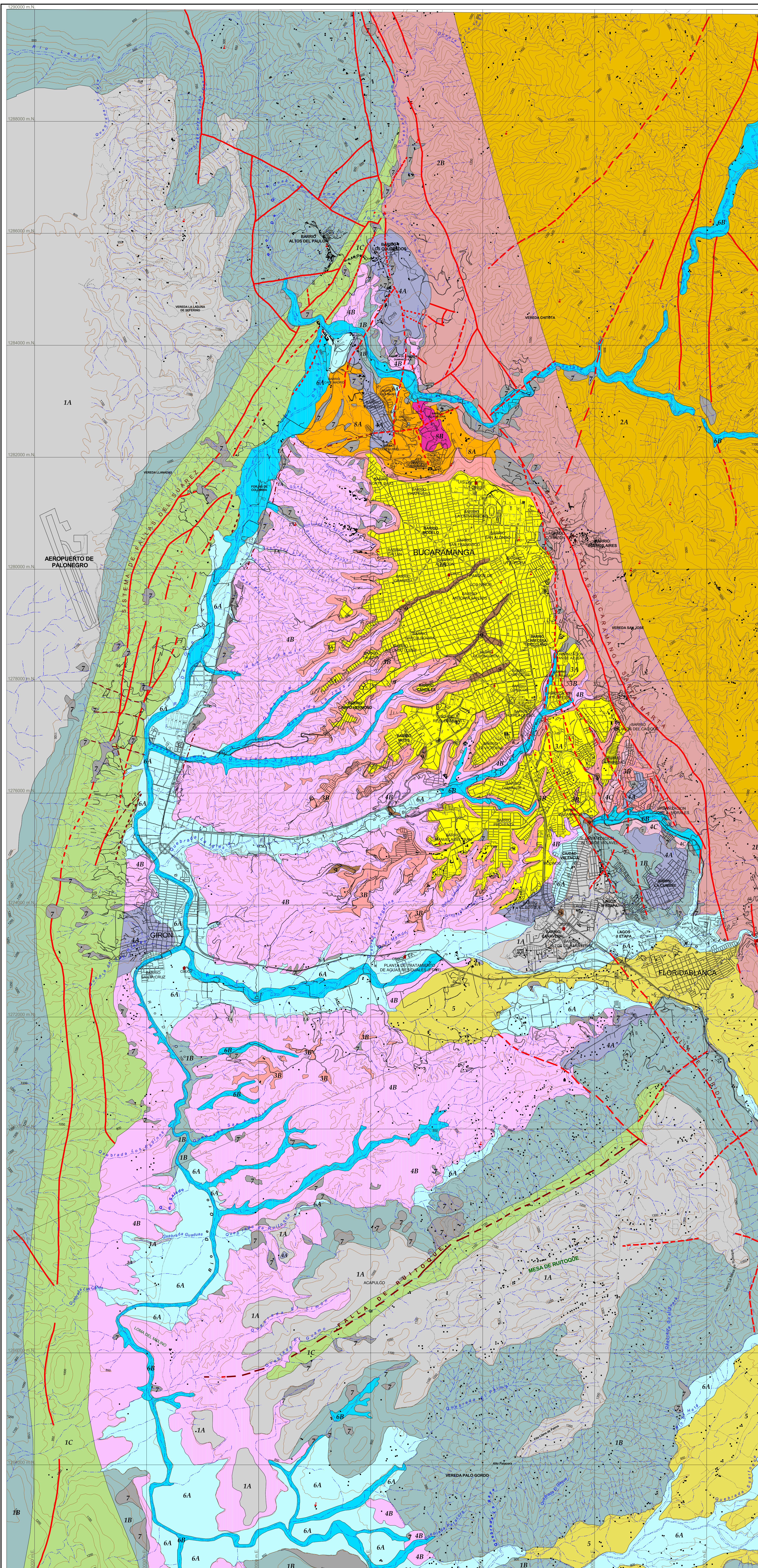


Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero - Ambiental y Nuclear

ZONIFICACIÓN SISMOGEOTÉCNICA INDICATIVA DEL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

### MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

Autores:	JESUS GARCIA NUÑEZ DIEGO IBAÑEZ ALMEIDA EDGAR CARRILLO LOMBANA EDUARDO CASTRO MARIN JAIME SUAREZ DIAZ	Area:	AMENAZAS GEOAMBIENTALES
Fecha:	Junio / 2001	Escala:	1:25000
		Plano N°:	3.5



## **ANEXO 4**

**PERFIL PARQUE ANTONIO  
NARIÑO**

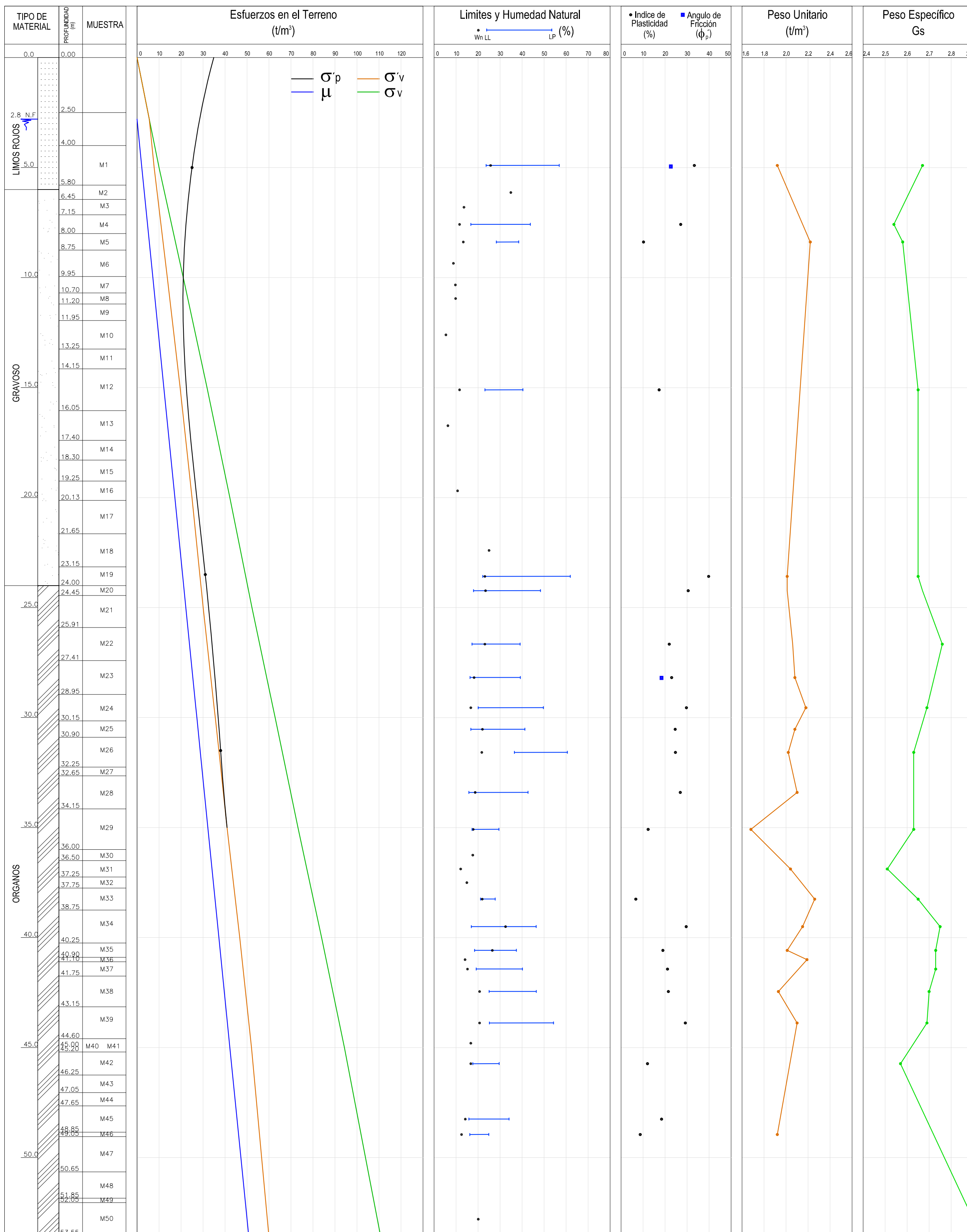
**PERFIL PARQUE DE LOS  
NIÑOS**

LUGAR: PARQUE ANTONIO NARIÑO

LUGAR: PARQUE ANTONIO NARIÑO

PERFORACIÓN : 2

TIPO DE MATERIAL	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
	0,0	0,00	
LIMOS ROJOS	2,50		Suelo orgánico, limo color gris oscuro con presencia de raíces y fisuras de humedad y plasticidad baja.
	4,00		Arcilla arenosa color gris claro de plasticidad alta con gravas de arenisca de grano medio a grueso color gris oscuro, algunos cantos de arenisca de grano medio color gris claro
	5,80	M1	Arcilla arenosa color gris claro de plasticidad alta con gravas de arenisca de grano medio a grueso color gris oscuro, algunos cantos de arenisca de grano medio color gris claro
	6,45	M2	Bloques y cantos de arenisca cuarzosa friable de grano medio color gris claro en matriz arcillosa color gris habano.
	7,15	M3	Bloques y cantos de arenisca cuarzosa de grano medio con diacclasas, en matriz arcillosa color habano amarillento.
	8,00	M4	Gravas de arenisca cuarzosa de grano fino color gris claro en matriz arcilla arenosa color habano grisáceo con oxidaciones de consistencia firme, bloques de arenisca friable
	8,75	M5	Bloques y cantos de arenisca cuarzosa, grano medio color gris claro, gravas de cuarzo, en matriz areno-arcillosa color gris habano.
	9,95	M6	Bloques de arenisca friable, color gris claro de grano medio. Gravos y cantos de arenisca cuarzosa de grano medio gris claro en matriz arcillo-arenosa algo limosa habano amarillento.
	10,70	M7	Fragmentos, cantos sub-angulares de arenisca cuarzosa color gris claro de grano medio en matriz arcillo-arenosa habano.
	11,20	M8	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro con tintes de oxido, matriz limo arcillosa habano amarillento con gravas de arenisca. Bloque de arenisca cuarzosa (15 cm) grano medio color gris claro.
11,95	M9	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro con oxidaciones y diacclasas, en matriz arcillo-limosa gris habano.	
GRAVOSO	13,25	M10	Bloque de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa color habano amarillento con algo de arena fina.
	14,15	M11	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano fino fracturada con tintes de oxidación en matriz arcillo-limosa color amarillo
	16,05	M12	Bloques de arenisca cuarzosa color gris claro en matriz arcillo-arenosa habano amarillento recupero cincuenta centímetros
	17,40	M13	Cantos de arenisca cuarzosa de grano medio color marrón y rajiza por oxidación, con matriz arenosa. Bloque de 20 cm. Y fragmentos de 5 cm. Sub-angulares, en matriz arcillo-limosa color amarillo
	18,30	M14	Núcleos de arenisca cuarzosa, gris claro con moscovita, grano medio y tintes rojizos por oxidación, fragmentos sub-angulares de la misma arenisca hasta de 3 cm. En matriz arcillo-limosa los núcleos de arenisca alcanzan los 10 cm.
	19,25	M15	Arenisca fracturada de grano medio color marrón, dura en fragmentos hasta de 6 cm. Bloque de 35 cm. Hacia la base pasa a gris claro.
	20,13	M16	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, fracturadas, con planos de oxidación, en matriz limo arcillosa color amarillo, con gravas de arenisca cuarzosa color gris claro de grano medio
	21,65	M17	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, con diacclasas oxidadas en matriz arcillo-limosa color amarillo, con cantos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris oscuro.
	23,15	M18	Gravas de arenisca cuarzosa de grano medio en matriz arcillosa color rojizo (recupero 15 cm.)
	24,00	M19	Arcilla limo-arenosa con mica color rojizo, con gravas de esquistos color verdosos y algunos granos de cuarzo.
	24,45	M20	Limo arcilloso color amarillo con gravillas de arenisca color gris oscuro, grava fina de metamórficas (esquistos) algo verdosos y granos de cuarzo.
	25,91	M21	Limo arcilloso color amarillo con gravillas de arenisca color gris oscuro, grava fina de metamórficas (esquistos) algo verdosos y granos de cuarzo.
	27,41	M22	Limo arcilloso color amarillo con gravillas de arenisca color gris oscuro, grava fina de metamórficas (esquistos) algo verdosos y granos de cuarzo.
	28,95	M23	Limo arcilloso color amarillo con gravillas de roca metamórfica, micas y algunas gravillas de cuarzo.
	30,15	M24	Limo arcilloso color amarillo con gravas de arenisca muy alterada color café oscuro y gravillas de cuarzo. (Roca muy alterada)
	30,90	M25	Núcleo de Diorita alterada color gris claro roca muy alterada, en matriz limosa color amarillo claro.
	32,25	M26	Núcleo de Diorita alterada color gris claro roca muy alterada, en matriz limosa color amarillo claro.
32,65	M27	Núcleo de Diorita alterada color gris claro roca muy alterada, en matriz limosa color amarillo claro.	
34,15	M28	Núcleos de Diorita alterada y de arenisca de grano fino color rojizo, en matriz arcillo-limosa gris verdosa, con algunos cantos de lodolita color rojizo.	
36,00	M29	Fragmentos, clastos de lodolita color rojizo y Diorita meteorizada, fragmentos de cuarcita y de arenisca de grano fino, con algo de materia orgánica (roca muy alterada) en matriz arcillo-limosa gris verdosa. Limoita bloque de 20 cm, diorita meteorizada en matriz limo arcilloso color amarillento.	
36,50	M30	Limo arcilloso color caoba de consistencia firme, diorita muy alterada con oxidaciones	
37,25	M31	10 cm, Diorita alterada color gris claro con fragmentos de limolita caoba, Bloque de 20 cm.	
37,75	M32	Limoita bloque de 10 cm, diorita meteorizada con fragmentos de arenisca friable.	
38,75	M33	Arenisca cuarzosa de grano fino color gris claro con fragmentos de lodolita color caoba en matriz limo arcillosa color amarillo con oxidaciones.	
40,25	M34	Bloques de arenisca alterada de grano medio, cuarzosa con rocas ígneas, Diorita alterada de color gris claro en matriz limo-arcillosa color amarillo, con oxidaciones roca muy alterada.	
40,90	M35	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color gris oscuro, roca alterada, Diorita meteorizada y lodolita color caoba en una matriz arcillo-limosa color amarillo muy oxidada, con algunas gravillas de cuarzo.	
41,10	M36	lodolita color caoba, en matriz limo arcillosa color amarillo rojizo	
41,75	M37	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro en matriz arcillo-limosa color amarillo, roca muy fracturada y oxidada.	
43,15	M38	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro en matriz arcillo-limosa color amarillo, con rocas ígneas muy alteradas Diorita meteorizada y lodolita color caoba	
44,60	M39	Diorita alterada con algunos bloques de arenisca color gris claro, matriz arcillosa habano.	
45,00	M40 M41	Gravilla de arenisca de grano fino color café oscuro, alterada con oxidaciones en matriz limo arcillosa color amarillo, muy oxidada Bloque de arenisca de grano medio color gris con diacclasas.	
46,25	M42	Bloques y cantos de arenisca cuarzosa color gris claro de grano medio, con fragmentos de lodolita color caoba, en matriz limo arcillosa color amarillo con oxidaciones.	
47,05	M43	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro en matriz arcillo-limosa color amarillo, roca muy fracturada y oxidada.	
47,65	M44	Fragmentos de arenisca de grano medio color gris claro con mica, en matriz limo arcillosa amarillo habano.	
48,85	M45	Bloque de arenisca de grano medio color gris claro.	
49,05	M46	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, lodolita color caoba 10 cm. En matriz limo arcillosa color amarillento.	
50,65	M47	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio a fino, color gris claro en matriz limo arcilloso amarillo, bloque de lodolita color caoba.	
51,85	M48	Bloque de lodolita color caoba 10 cm.	
52,05	M49	Bloque de arenisca de grano medio color gris claro.	
53,55	M50	Fragmentos de arenisca de grano medio color gris claro con oxidaciones, presenta diacclasas en matriz limo arcilloso color amarillento.	



INGEOMINAS  
ZONIFICACIÓN SISMOGEOTÉCNICA INDICATIVA DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA  
PLANO No 3.2 REGISTRO DE LA PERFORACIÓN 1

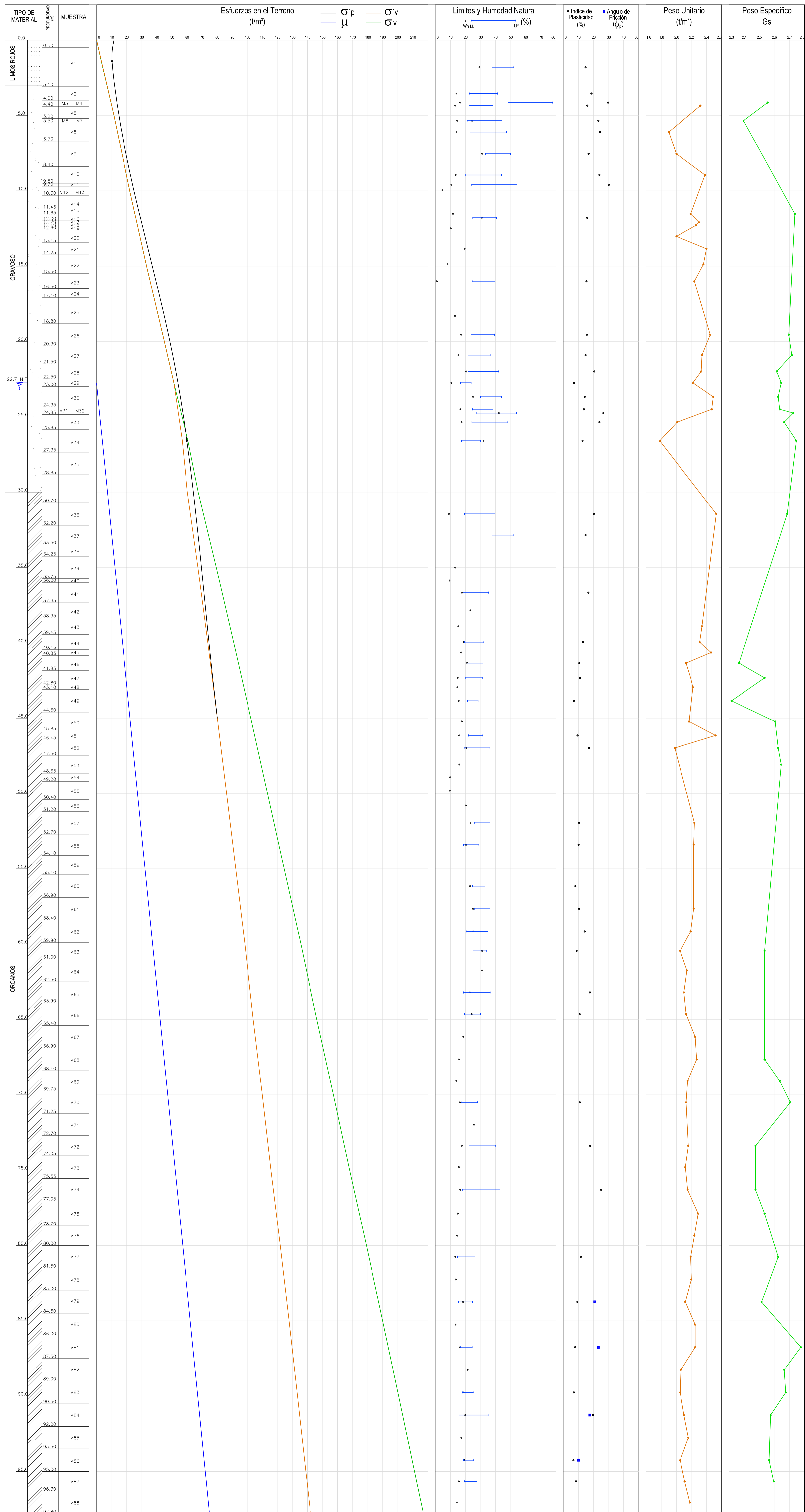
LUGAR: PARQUE DE LOS NIÑOS

TIPO DE MATERIAL	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
LIMOS ROJOS	0.0		Suelo orgánico limo arcilloso color marrón.
	0.50		
	3.10	M1	Limo arcilloso color amarillo con trazas rojizas algo arenosa, con algunas gravas de arenisca cuarzosa de grano medio.
	4.00	M2	Cantos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro con diclásas, en matriz limo-arcillosa color amarillo rojizo, con fragmentos de arenisca cuarzosa color gris claro.
	4.40	M3 M4	Cantos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro en matriz arcillo-arenosa color rojizo.
	5.20	M5	Cantos y gravas de arenisca de grano medio color crema en matriz limo-arcillosa rojizo.
	5.50	M6 M7	Arena limo-arcillosa de grano fino color gris habano.
	6.70	M8	Acilla limosa color amarillo rojizo con fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio con diclásas y oxidaciones, arenisca muy alterada.
	8.40	M9	Acilla limosa color amarillo con tonos rojizos con gravas y cantos de arenisca de grano medio color crema, cantos con diclásas, algunas arenisca friable.
	9.50	M10	Cantos de arenisca cuarzosa de grano medio color crema en matriz limo-arcillosa amarillo algo rojizo.
	9.90	M11	Gravas de arenisca friable grano medio color amarillo habano, algunas tonos rojizas, en matriz arcillo-limosa color amarillo.
	10.30	M12 M13	Bloque de arenisca cuarzosa friable y cantos con diclásas y oxidaciones color gris claro en matriz arcillo-limosa amarillo.
	11.45	M14	Bloque de arenisca cuarzosa friable color gris claro de grano medio.
	11.85	M15	Arena arcillosa con fragmentos de arenisca de grano medio color café claro.
	12.00	M16	Arenisca cuarzosa alterada de grano medio a grueso en matriz arcillosa color amarillo.
	12.45	M17	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro con diclásas oxidadas en matriz arcillo-limosa color amarillo.
	12.85	M18	Bloque de arenisca cuarzosa de grano medio color habano con diclásas oxidadas en matriz arcillo-limosa color amarillo.
	13.45	M20	Cantos de arenisca cuarzosa de grano medio color carmelito claro y gravas de arenisca cuarzosa color gris claro.
	14.25	M21	Bloque de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro con diclásas, algunos tintes marrones en matriz arcillo-limosa amarillo con mica.
	15.50	M22	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio con diclásas color gris claro, en matriz arcillo-limosa color amarillo.
	16.50	M23	Bloques y cantos de arenisca cuarzosa color gris claro de grano medio en matriz arcillo-limosa color amarillo.
	17.10	M24	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa amarillo, con oxidaciones.
	18.80	M25	Arenisca cuarzosa de grano medio color gris con diclásas, planas de oxidación en matriz arcillo-arenosa color amarillo.
	20.30	M26	Bloque, conglomerado gris claro (40 cm) cuarzo líticos de arenisca de grano medio color gris claro, en matriz arcillosa color amarillo.
	21.50	M27	Bloque de arenisca cuarzosa de grano medio a grueso color gris claro con diclásas rellenas con óxidos.
	22.50	M28	Bloque de arenisca cuarzosa (40 cm) de grano grueso color gris claro, cantos de arenisca cuarzosa grano medio color gris claro, en matriz arcillo-arenosa amarilla, con gravas de lodolita oxidada. Colores marrones.
	23.00	M29	Bloque de arenisca cuarzosa de grano grueso con oxidaciones. En matriz arcillo-limosa con gravas subredondeadas color amarillo.
	24.35	M30	Limolita color caoba, con arena fina en matriz arcillo-limosa color caoba.
	24.85	M31 M32	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color gris claro en una matriz limo-arenosa con gravas y cantos de arenisca cuarzosa de color gris claro, en matriz arcillosa color amarillo habano.
	25.85	M33	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano.
	27.35	M34	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano grueso color gris claro, < 5 cm. Con óxidos en matriz arcillo-limosa color amarillo con gravas de arenisca color gris claro.
	28.85	M35	Carazones de arenisca cuarzosa de grano medio a grueso color, gris claro con algo de moscovita, la matriz de la roca es arenosa color marrón, la roca es dura y compacta, en una matriz arcillo-limosa color amarillo.
	30.0		No recupero, grava muy suelta en matriz limo arcilloso color amarillo.
	30.70	M36	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillosa color amarillo la roca dura y muy fracturada. Bloque de 20 cm de arenisca cuarzosa de grano medio a fino color rojizo, en matriz arcillo-limosa amarillo rojizo con oxidaciones y mica.
	32.20	M37	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro en matriz arcillo-limosa amarillo con oxidaciones.
	33.50	M38	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro en matriz arcillo-limosa color amarillo, con gravas del mismo material.
	34.25	M39	Fragmentos y gravas de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano.
	35.75	M40	Fragmentos y gravas de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano.
	37.35	M41	Fragmentos y gravas de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano.
	38.35	M42	Fragmentos y gravas de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano.
	39.45	M43	Fragmentos y gravas de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano.
	40.45	M44	Fragmentos y gravas de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano.
	40.85	M45	Fragmentos y gravas de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano.
	41.85	M46	Fragmentos y gravas de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa color amarillo.
	42.80	M47	Fragmentos y gravas de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa con gravillas de arenisca cuarzosa con oxidaciones.
	43.10	M48	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz limo arcillosa amarillo con rocas ígneas muy alteradas. (Diorita).
	44.60	M49	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz limo arcillosa amarillo con rocas ígneas muy alteradas. (Diorita).
	45.85	M50	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz limo arcillosa amarillo con rocas ígneas muy alteradas. (Diorita).
	46.45	M51	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz limo arcillosa amarillo con rocas ígneas muy alteradas. (Diorita).
	47.50	M52	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, gris claro en una matriz limo-arenosa color amarillo.
	48.65	M53	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, gris claro en una matriz limo-arenosa color amarillo, matriz de consistencia firme.
	49.20	M54	Bloque de 20 cm, de arenisca cuarzosa de grano medio a fino color gris claro, con diclásas muy oxidadas, grava de arenisca cuarzosa color marrón, la roca es dura y compacta, en una matriz arcillo-limosa color amarillo.
	50.40	M55	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio a fino color gris claro, con diclásas oxidadas Fragmentos y gravas de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano.
	51.20	M56	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio a fino color gris claro, con diclásas oxidadas Fragmentos y gravas de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano.
	52.70	M57	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio a fino color gris claro, con diclásas oxidadas ígneas, Diorita muy meteorizada color habano claro tonos rosados, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano.
	54.10	M58	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio a fino color gris claro, con diclásas oxidadas ígneas, Diorita muy meteorizada color habano claro tonos rosados, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano.
	55.40	M59	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio a fino color gris claro, con diclásas oxidadas ígneas, Diorita muy meteorizada color habano claro tonos rosados, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano.
	56.90	M60	Fragmentos y bloques de arenisca cuarzosa de grano fino gris claro, con diclásas oxidadas ígneas, Diorita muy meteorizada color habano claro tonos rosados, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano. Roca muy fracturada.
	58.40	M61	Fragmentos y bloques de arenisca cuarzosa de grano medio color rojizo, con diclásas oxidadas ígneas, Diorita muy meteorizada color habano claro tonos rosados, en matriz arcillo-limosa color amarillo habano. Roca muy fracturada.
	59.90	M62	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, gris claro en una matriz limo-arcillosa color amarillo, algunas gravillas de arenisca.
	61.00	M63	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, con diclásas oxidadas ígneas, Diorita muy meteorizada color habano en matriz arcillo-limosa habano amarillento.
	62.50	M64	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, con diclásas oxidadas ígneas, Diorita muy meteorizada color habano claro tonos rosados, en matriz arcillo-limosa habano amarillento.
	63.90	M65	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio a fino color café claro, con diclásas oxidadas ígneas, Diorita muy meteorizada color habano claro tonos rosados, en matriz arcillo-limosa color amarillo rojizo, roca muy fracturada.
	65.40	M66	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color gris oscuro, muy fracturada y oxidada, presencia de rocas ígneas alteradas Diorita color amarillo rojizo, gravilla de arenisca en matriz arcillo-limosa color amarillo.
	66.90	M67	Bloque de arenisca cuarzosa de grano medio a fino color gris claro, con diclásas oxidadas. Fragmentos de arenisca (grava) subredondeada, en matriz limo arcillosa color amarillo rojizo matriz de consistencia blanda.
	68.40	M68	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color gris oscuro, muy fracturada y oxidada, lodolita alterada color negro en matriz limo arcillosa color gris oscuro, limo arenoso algo orgánico, arenisca de grano muy fino.
	69.75	M69	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio a fino color gris claro, lodolita y/o arenisca de grano muy fino alterada, en una matriz limo-arenosa color gris oscuro.
	71.25	M70	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color gris oscuro, muy fracturada y oxidada, en matriz limo-arcillosa color amarillo con gravilla fina de arenisca.
	72.70	M71	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color carmelito, con oxidaciones y algo de turba, no se recuperó la matriz, solo trazas de turba.
	74.05	M72	Limolita color gris verdoso, con diclásas y algunas oxidaciones.
	75.55	M73	Limolita color gris verdoso, con diclásas y presenta oxidaciones.
	77.05	M74	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio a fino color gris claro, con diclásas oxidadas. Roca muy fracturada, en matriz arcillo-limosa con gravilla fina de arenisca, color gris habano tonos rojizos de oxidación, con algunos ígneas (Diorita) meteorizada color amarillo claro.
	78.70	M75	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio a fino color gris claro, con diclásas oxidadas. Roca muy fracturada, en matriz arcillo-limosa con gravilla fina de arenisca, color gris habano tonos rojizos de oxidación, con algunos ígneas (Diorita) meteorizada color amarillo claro.
	80.00	M76	Bloques de arenisca cuarzosa de grano medio a fino color gris claro, con diclásas oxidadas. Roca muy fracturada, en matriz arcillo-limosa con gravilla fina de arenisca, color gris habano tonos rojizos de oxidación, con algunos ígneas (Diorita) meteorizada color amarillo claro.
	81.50	M77	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color gris claro, con oxidaciones, en matriz arcillo-limosa color habano amarillento con gravilla fina de arenisca, color gris habano.
	83.00	M78	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color gris claro, con oxidaciones, en matriz arcillo-limosa color habano amarillento con gravilla fina de arenisca, color gris habano.
	84.50	M79	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color gris claro, con oxidaciones, en matriz arcillo-limosa color habano amarillento con gravilla fina de arenisca, color gris habano con ígneas, Diorita meteorizada color amarillo.
	86.00	M80	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color gris claro, con oxidaciones, en matriz arcillo-limosa color habano amarillento con gravilla fina de arenisca, color gris habano con ígneas, Diorita meteorizada color amarillo.
	87.50	M81	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color gris claro, con oxidaciones. Limo de consistencia firme con gravilla de arenisca, ígneas y metamórficas, color amarillo oscuro.
	89.00	M82	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color gris claro, fragmentos de lodolita color caoba, fragmentos de ígnea meteorizada diorita, con mica roca muy fracturada, en matriz limo arcilloso color amarillo.
	90.50	M83	Fragmentos de limolita color caoba en matriz limo arcillosa color amarillo habano, roca ígnea muy alterada Diorita color amarillo con tonos rojizos.
	92.00	M84	Fragmentos de limolita color caoba en matriz limo arcillosa color amarillo habano, roca ígnea muy alterada Diorita color amarillo con tonos rojizos.
	93.50	M85	Limo arcilloso color amarillo, con fragmentos de lodolita color caoba y algunos fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio color rojizo.
	95.00	M86	Fragmentos y bloques de arenisca cuarzosa de grano medio color café, con diclásas oxidadas limolita color caoba, arenisca cuarzosa de grano medio color gris claro, rocas ígneas Diorita muy alterada, en matriz limo arcillosa color habano amarillento, arenisca cuarzosa muy dura.
	96.30	M87	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color gris claro, con oxidaciones, roca ígnea muy alterada, diorita color amarillo claro fragmentos de lodolita color caoba. Bloque de arenisca cuarzosa de grano medio color gris oscuro (20 cm), fragmentos de arenisca en matriz limo arcillosa color amarillo.
	97.80	M88	Fragmentos de arenisca cuarzosa de grano medio, color gris claro, fragmentos de lodolita color caoba, fragmentos de ígnea meteorizada diorita, en matriz arcillosa con gravillas color amarillo fino de areniscas.

INGEOMINAS  
ZONIFICACIÓN SISMOGEOTÉCNICA INDICATIVA DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA  
PLANO No 3.2 PARAMETROS GEOMECÁNICOS - RESULTADOS DE LABORATORIO

LUGAR: PARQUE DE LOS NIÑOS

PERFORACIÓN : 1

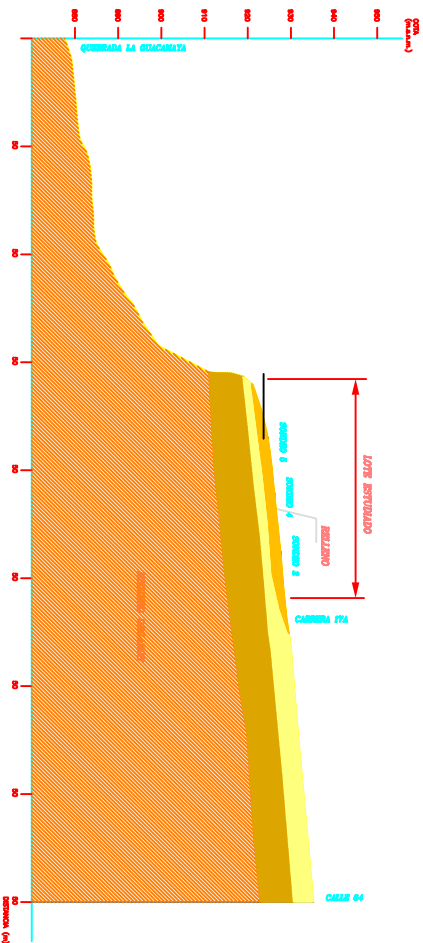


# **ANEXO 5**

## **PERFIL DE SUELO GEOTECNOLOGIA**

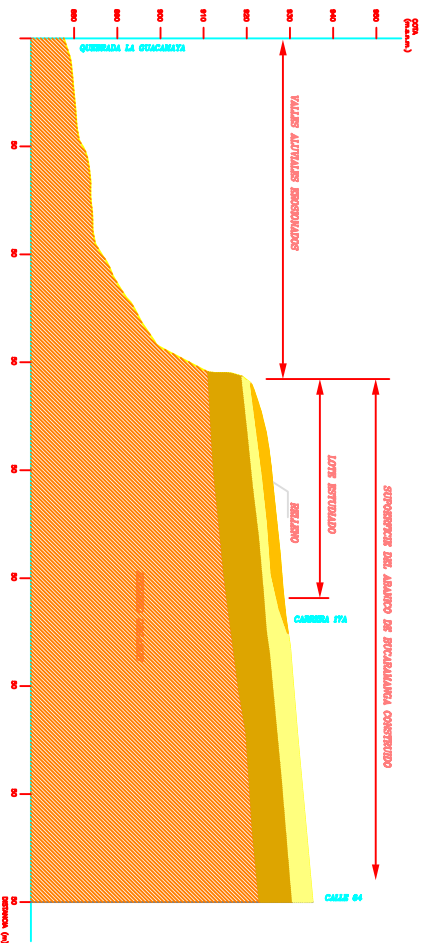
## PERFIL GEOLOGICO

ESC. H = 1 : 1000  
V = 1 : 500



## PERFIL GEOMORFOLOGICO

ESC. H = 1 : 1000  
V = 1 : 500



SONDAGE 5      SONDAGE 4      SONDAGE 2

32	30	30
34	22	28
37	21	7
27	16	17
45	6	51
R	10	65
R	59	96
R	41	R
R	75	R

SPT = ENSAYO DE PENETRACION STANDARD  
27 = VALOR DE GOLPES POR CM (N)  
R = RESUMIDO

### LEYENDA

**qllm** LITICO AMPHIBOLITICO  
LITICO AMPHIBOLITICO: rocas de construcción, baso, arena y grava.

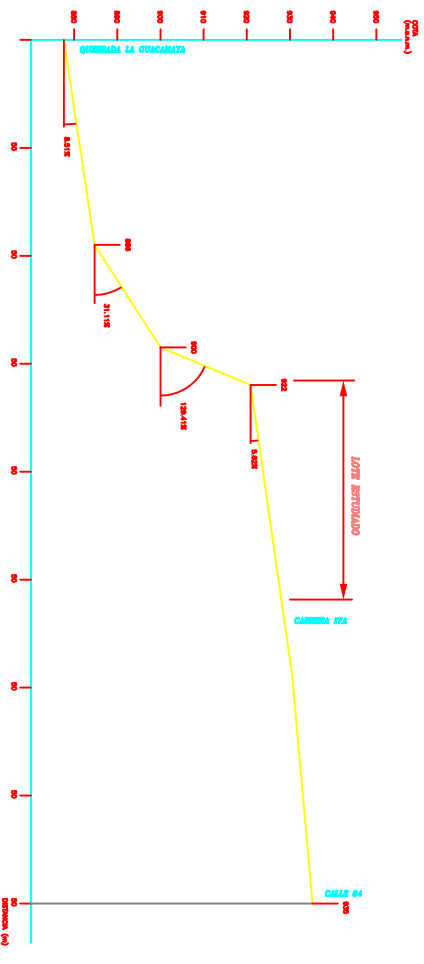
**qblr** LITICO LITICO  
LITICO LITICO: arena, baso y arena baso con grava de arena.

**qbg** LITICO GRANICO  
LITICO GRANICO: arena, baso y arena baso con grava de arena.

**qbo** LITICO GRANICO  
LITICO GRANICO: arena, baso y arena baso con grava de arena.

## PERFIL DE PENDIENTES

ESC. H = 1 : 1000  
V = 1 : 500



## **ANEXO 6**

# **PROPIEDADES DE LOS SUELOS DOCUMENTO INGEOMINAS**

## 8.5 ANALISIS DE PARAMETROS GEOTECNICOS OBTENIDOS

Con base en el análisis geo-referenciado del mapa de Unidades Geológicas Superficiales, frente a la localización de cada una de las perforaciones y apiques efectuados, los correspondientes perfiles de campo, las velocidades de ondas de corte y compresión obtenidas de las pruebas de campo Down - Hole y la distribución de los resultados de ensayos de laboratorio, se elaboraron modelos de distribución de las Unidades Geológicas Superficiales en superficie y profundidad a partir de los cuales fue posible la caracterización geotécnica de cada una de ellas, mediante la asignación de conjuntos de datos por cada parámetro medido.

Las Unidades Geológicas Superficiales muestreadas fueron:

### *Unidades de Suelos Transportados:*

Depósitos coluviales recientes y antiguos, Sco1 y Sco2

Suelos aluviales de cauce activo, Sla

Suelos aluviales de terrazas medias, Sat2

Suelos del miembro Gravoso de la Formación Bucaramanga, Sft2

Suelo gravoso del miembro Organos de la Formación Bucaramanga, Sft3

Suelos del miembro Finos de la Formación Bucaramanga, Sfl1

Suelos del miembro Limos Rojos de la Formación Bucaramanga, Sfl2

Suelos de flujos de escombros antiguos, Sfe1

Suelos de flujos de escombros recientes, Sfe2

### *Unidades de roca:*

Areniscas de la Formación Girón, Ri2

Areniscas de la Formación Jordán, Ri3

Neis de Bucaramanga, Ri4

Cuarzomonzonita – Granito y Pórfido Cuarzoso, Ri6

### 8.5.1 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y PROPIEDADES BÁSICAS

Con los resultados de los ensayos de laboratorio, para cada una de las unidades de suelos transportados se realizaron análisis estadísticos de las propiedades geotécnicas para clasificación de suelos y propiedades básicas: límites líquido y plástico, humedad natural, peso unitario total y peso específico de sólidos, en la **Tabla No.8.8** se muestran los rangos de variación y promedios.

PROPIEDAD		UNIDAD GEOLOGICA SUPERFICIAL									
		Sco1	Sco2	Sla	Sat2	Sft2	Sft3	Sfl1	Sfl2	Sfe1	Sfe2
LL (%)	Mín	16,82	43,70	40,00	28,80	23,50	19,70	33,70	32,90	24,40	29,70
	Prom	30,88	65,15	45,40	28,80	42,47	35,10	38,89	51,30	32,15	36,80
	Máx	52,71	86,60	50,80	28,80	58,20	54,50	42,40	62,10	39,90	43,90
LP (%)	Mín	13,92	25,60	18,50	19,30	14,40	10,40	17,90	16,70	13,30	16,30
	Prom	19,06	29,15	22,00	19,30	21,29	17,80	18,80	27,22	21,35	17,65
	Máx	31,12	32,70	25,50	19,30	28,60	34,10	20,80	36,50	29,40	19,00
Wn (%)	Mín	0,82	15,00	8,04	10,63	8,62	1,91	8,96	9,56	-	7,48
	Prom	11,29	24,74	16,79	11,75	22,58	16,85	25,87	18,77	-	7,48
	Máx	71,64	29,80	22,41	15,11	83,84	36,63	56,91	23,50	-	7,48
Peso Unitario (Ton/m <sup>3</sup> )	Mín	1,62	15,00	1,61	1,76	1,45	1,00	1,55	1,57	-	2,01
	Prom	1,95	24,74	1,74	2,07	2,03	2,10	1,92	1,82	-	2,01
	Máx	2,21	29,80	1,86	2,41	2,55	2,67	2,15	2,07	-	2,01
Gs	Mín	2,67	2,36	2,67	2,68	2,65	2,38	2,28	2,65	2,68	2,65
	Prom	2,69	2,51	2,68	2,68	2,69	2,66	2,60	2,69	2,68	2,67
	Máx	2,70	2,70	2,68	2,68	2,72	2,72	2,71	2,71	2,68	2,69

**Tabla 8.8** Propiedades para clasificación y propiedades básicas por UGS muestreada

### 8.5.2 PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE DE SUELOS

Para las unidades de suelos ya mencionadas, excepto los suelos aluviales de cauce activo, Sla, los valores extremos y promedios de los parámetros de resistencia al corte, tanto en condición no drenada, como drenada ( $q_u$ ,  $c'_{pico}$ ,  $\phi'_{pico}$ ,  $c'_{residual}$ ,  $\phi'_{residual}$ ), evaluados a partir de los ensayos de compresión inconfina, corte directo y triaxial estático, se realizó el análisis estadístico respectivo, cuyos resultados se presentan en la **Tabla No.8.9**.

PARAMETRO		UNIDAD GEOLOGICA SUPERFICIAL								
		Sco1	Sco2	Sat2	Sft2	Sft3	Sfl1	Sfl2	Sfe1	Sfe2
$q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Min	1,74	0,35	-	0,42	0,16	4,76	-	-	1,37
	Prom	1,74	0,86	-	1,70	2,93	5,19	-	-	1,37
	Máx	1,74	1,15	-	2,40	20,60	6,00	-	-	1,37
$c'$ pico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Min	0,02	0,10	0,12	0,11	0,09	0,04	0,05	0,21	0,09
	Prom	0,63	0,12	0,12	0,25	0,25	0,14	0,27	0,21	0,12
	Máx	5,10	0,14	0,12	0,63	0,40	0,30	0,44	0,21	0,14
$\phi'$ pico (°)	Min	17,3	26,1	30,0	19,0	16,7	11,9	23,4	37,6	29,5
	Prom	33,1	30,7	30,0	30,9	31,4	27,8	32,2	37,6	34,6
	Máx	43,5	34,4	30,0	36,5	41,0	43,8	40,1	37,6	39,7
$c'$ residual (Kg/cm <sup>2</sup> )	Min	0,00	0,02	0,08	0,01	0,01	0,00	0,00	0,14	0,06
	Prom	0,07	0,05	0,08	0,07	0,09	0,06	0,05	0,14	0,08
	Máx	0,45	0,07	0,08	0,14	0,25	0,20	0,10	0,14	0,09
$\phi'$ residual (°)	Min	14,1	20,0	28,1	17,5	9,5	15,4	14,6	30,4	24,5
	Prom	32,1	24,0	28,1	26,0	25,8	26,0	26,6	30,4	27,5
	Máx	43,5	29,8	28,1	31,3	39,3	40,6	36,2	30,4	30,4

Tabla 8.9 Parámetros de resistencia por UGS muestreada

## **ANEXO 7**

# **PERFILES DE LOS TALUDES DE LA ZONA ESTUDIADA**



**ANEXO 8**

**PLANO IZOPIEZAS**



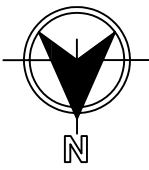
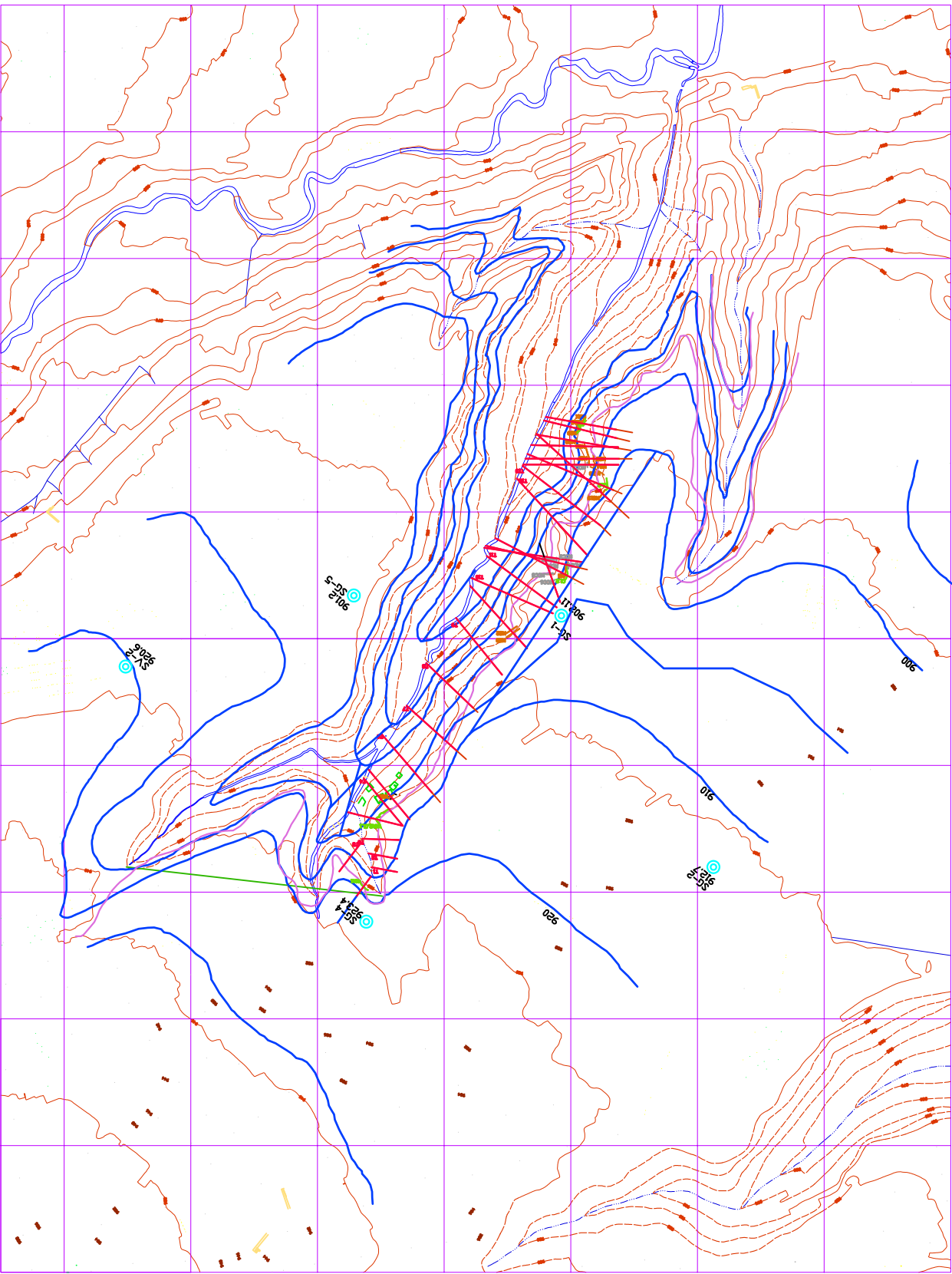
Tema de Grado: **EVALUACION DE LAS OBRAS DE PROTECCION GEOTECNICA CONSTRUIDAS POR LA CMB Y DIAGNOSTICO GENERAL DE LOS TALUDES ENTRE LOS BARRIOS DE SAN GERARDO Y COLUMBIA**

Contenido: **PLANO ISOPIEZAS**

Realizado por: **NATHALIA ALVAREZ RANGEL ANDRES ALBERTO LEON CHACON**

Fecha: **OCTUBRE 8 DE 2007**

Escala: **1 : 1000**  
**PLANO 1 DE 1**



- OBRAS HECHAS EN CONCRETO COLADO
- OBRAS HECHAS EN BARRILES
- OBRAS HECHAS EN MADERA
- OBRAS HECHAS EN CONCRETO LAMINADO
- OBRAS HECHAS EN MADERA

