

RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCION DEL BLOQUE DE LA  
FACULTAD DE ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO

ANDRES FELIPE ZAMORA GUDIÑO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2003

RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCION DEL BLOQUE DE LA  
FACULTAD DE ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO

ANDRES FELIPE ZAMORA GUDIÑO

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero Civil

Director  
ING. ANA STELLA MESIAS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2003

A mi madre, por todo el apoyo y cariño recibido durante estos años de estudio.

A mi amada Lenny, quien es la luz de esperanza en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer muy especialmente a la Ing. Ana Stella Mesías por su gran apoyo, confianza y permanente colaboración durante la realización de todas las actividades realizadas en la obra.

Quiero agradecer a todas las personas que me acompañaron en el transcurso de mi carrera, a todos mis profesores porque de cada uno de ellos aprendí una parte fundamental en mi formación tanto humana como profesional.

Al Ing. Vicente Parra por su confianza, sus valiosos consejos y su continua colaboración en el transcurso de toda la obra, al doctor Hugo Coral Moncayo por su constante colaboración en el desarrollo del proyecto, al Ing. William Castillo por la asistencia prestada durante la construcción de la estructura, al Ing. Armando Muñoz por la gran confianza depositada en todos los estudiantes, al Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Ing. Jairo Guerrero por su contribución en el desarrollo de la obra, al Arq. Mario Arias por la asistencia prestada durante la construcción, a los maestros Jaime Chaña, Jorge Avila y Alfredo Rosero por su enorme colaboración durante la realización de esta pasantía,

A mis compañeros con quienes tuve el gusto de compartir una gran experiencia práctica, a mis familiares y amigos con quienes la vida es mucho más feliz.

A toda la gente que siempre ha creído en mí, porque es gracias al apoyo de estas personas tan valiosas en mi vida, que he podido cumplir a cabalidad con todas las metas propuestas en mi camino.

## CONTENIDO

---

	<i>pág</i>
<i>INTRODUCCION</i>	21
<i>1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO</i>	22
<i>2. RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCION DEL BLOQUE DE LA FACULTAD DE ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO</i>	23
<i>2.1. PRELIMINARES</i>	23
<i>2.1.1. Exploración del terreno</i>	23
<i>2.1.2. Ensayos de laboratorio</i>	25
<i>2.1.2.1. Ensayo de compresión simple</i>	25
<i>2.1.2.2. Límites de atterberg</i>	25
<i>2.1.3. Topografía</i>	26
<i>2.1.4. Localización</i>	26
<i>2.1.5. Campamento</i>	26
<i>2.1.6. Replanteo</i>	27

<i>2.2. ESTABILIZACION DEL TALUD</i>	<i>27</i>
<i>2.3. CIMENTACIÓN</i>	<i>28</i>
<i>2.3.1. Excavación del terreno</i>	<i>28</i>
<i>2.3.2. Excavación de zapatas</i>	<i>29</i>
<i>2.3.2.1. Talleres</i>	<i>29</i>
<i>2.3.2.2. Bloque 4</i>	<i>30</i>
<i>2.3.2.3. Bloque 5</i>	<i>30</i>
<i>2.3.2.4. Bloque 1</i>	<i>30</i>
<i>2.3.2.5. Bloque 2</i>	<i>31</i>
<i>2.3.2.6. Bloque 3</i>	<i>31</i>
<i>2.3.2.7 Bloque circular</i>	<i>31</i>
<i>2.3.3. Excavación de vigas</i>	<i>31</i>
<i>2.3.4. Relleno y compactación</i>	<i>31</i>
<i>2.3.5. Fundición de concreto ciclópeo</i>	<i>32</i>
<i>2.3.6. Corte, figurado y armado de aceros</i>	<i>33</i>

2.3.7. Zapatas	33
2.3.8. Vigas de cimentación	34
2.3.9. Sobrecimientos	34
2.4. ESTRUCTURA	34
2.4.1. Columnas	34
2.4.2. Pantallas estructurales	35
2.4.3. Muro de contención	35
2.4.4. Viguetas	36
2.4.5. Columnetas	36
2.4.6. Ménsulas	36
FIGURAS	37
ANEXOS	111

## LISTA DE FIGURAS

---

	<i>Pág.</i>
<i>Figura 1. Apique 1</i>	38
<i>Figura 2. Apique 2</i>	38
<i>Figura 3. Apique 3</i>	39
<i>Figura 4. Apique 4</i>	39
<i>Figura 5. Extracción de muestras inalteradas</i>	40
<i>Figura 6. Moldeo de muestras inalteradas para el ensayo de compresión inconfiada</i>	40
<i>Figura 7. Ensayo de compresión simple</i>	41
<i>Figura 8. Tamizadora mecánica</i>	41
<i>Figura 9. Muestras lavadas y retenidas en el tamiz N° 200</i>	42
<i>Figura 10. Muestras secas listas para ser pesadas</i>	42
<i>Figura 11. Secado al aire para realizar limite liquido y plástico</i>	43
<i>Figura 12. Limites líquido y plástico</i>	43
<i>Figura 13. Localización de ejes</i>	44
<i>Figura 14. Nivelación de cotas de trabajo</i>	44
<i>Figura 15. Materiales empleados en la construcción del campamento</i>	45
<i>Figura 16. Recubrimiento de listones en la cimentación</i>	45
<i>Figura 17. Armado de la estructura en madera</i>	46

<i>Figura 18. Instalación de la cubierta en eternit</i>	46
<i>Figura 19. Vista del alero del campamento</i>	47
<i>Figura 20. Localización y replanteo de talleres</i>	47
<i>Figura 21. Proyección de los ejes a los bloques inferiores</i>	48
<i>Figura 22. Perfiles críticos del talud</i>	48
<i>Figura 23. Topografía de la parte superior de la ladera</i>	49
<i>Figura 24. Barras testigo para medir desplazamientos</i>	49
<i>Figura 25. Ensayo de Penetración Estándar</i>	50
<i>Figura 26. Detalle del equipo de Penetración Estándar</i>	50
<i>Figura 27. Retiro de las rocas sobre el talud</i>	51
<i>Figura 28. Retiro del material de sobrecarga</i>	51
<i>Figura 29. Descargue del talud con retroexcavadora</i>	52
<i>Figura 30. Mejoramiento de la presentación del talud</i>	52
<i>Figura 31. Vía de acceso para las volquetas</i>	53
<i>Figura 32. Mejoramiento de la vía de acceso a la obra</i>	53
<i>Figura 33. Recuperación de la antigua vía</i>	54
<i>Figura 34. Colocación de Chaflanes en el talud</i>	54
<i>Figura 35. Detalle de colocación de chaflanes</i>	55
<i>Figura 36. Corte de la terraza sobre el talud</i>	55
<i>Figura 37. Detalle del terraceo en el talud</i>	56
<i>Figura 38. Sustitución del material en el acceso al campamento</i>	56
<i>Figura 39. Protección del talud con pasto</i>	57

<i>Figura 40. Clausura de las vertientes de agua al talud</i>	57
<i>Figura 41. Inicio de la excavación</i>	58
<i>Figura 42. Excavación con retroexcavadora de orugas</i>	58
<i>Figura 43. Excavación del material y chequeo de niveles</i>	59
<i>Figura 44. Excavación longitudinal de talleres con respecto al talud</i>	59
<i>Figura 45. Excavación del talud junto a los talleres</i>	60
<i>Figura 46. Nivelación del terreno</i>	60
<i>Figura 47. Material reemplazado para facilitar el acceso de volquetas</i>	61
<i>Figura 48. Inicio de excavaciones en el Bloque 4</i>	61
<i>Figura 49. Aparición de agua infiltrada en el sector oriental del campamento</i>	62
<i>Figura 50. Bombeo del agua infiltrada hacia el Bloque 4</i>	63
<i>Figura 51. Encharcamiento producido por la infiltración de agua</i>	63
<i>Figura 52. Detalle 1 de la zanja paralela al Bloque 4</i>	64
<i>Figura 53. Detalle 2 de la zanja paralela al Bloque 4</i>	64
<i>Figura 54. Detalle 1 Estratos encontrados en el sector de talleres</i>	65
<i>Figura 55. Detalle 2 Estratos encontrados en el sector de talleres</i>	65
<i>Figura 56. Detalle 3 Estratos encontrados en el sector de talleres</i>	65
<i>Figura 57. Excavación del eje D en Talleres</i>	66
<i>Figura 58. Aguas negras infiltradas en la zapata A1 de Talleres</i>	66
<i>Figura 59. Aguas duras con presencia de sulfatos</i>	67
<i>Figura 60. Aparición de agua superficial en el Bloque 4</i>	67

<i>Figura 61. Detalle de la excavación de la zapata I-2A</i>	68
<i>Figura 62. Detalle de la excavación de la zapata J-2A</i>	68
<i>Figura 63. Excavación de zapatas junto al muro de contención</i>	69
<i>Figura 64. Excavación de zapatas en el bloque 5</i>	69
<i>Figura 65. Excavación de zapatas en el eje 9 del bloque 1</i>	70
<i>Figura 66. Arcilla color gris encontrada en la zapata A1 del Bloque 1</i>	70
<i>Figura 67. Detalle de la recuperación del suelo en el eje 1 del bloque 2</i>	71
<i>Figura 68. Recuperación de suelo en el bloque 3</i>	71
<i>Figura 69. Detalle 1 de la excavación de vigas</i>	72
<i>Figura 70. Detalle 2 de la excavación de vigas</i>	72
<i>Figura 71. Relleno con suelo cemento fluido</i>	73
<i>Figura 72. Detalle de zapatas rellenas con suelo cemento fluido</i>	73
<i>Figura 73. Relleno y compactación manual en talleres</i>	74
<i>Figura 74. Detalle de la compactación manual</i>	74
<i>Figura 75. Cubicación de agregados para relleno con material mejorado</i>	75
<i>Figura 76. Riego del material ligante hasta el punto de la humedad optima</i>	75
<i>Figura 77. Mezcla homogénea de los agregados</i>	76
<i>Figura 78. Distribución del material a compactar en la zapata</i>	76
<i>Figura 79. Compactación con saltarín</i>	77
<i>Figura 80. Ensayo del cono y la arena</i>	77
<i>Figura 81. Densificante Sikafume, empleado para proteger el concreto del ataque químico del suelo</i>	78

<i>Figura 82. Plastificante Sikament N-100, empleado para hacer manejable la mezcla de concreto con Sikafume</i>	79
<i>Figura 83. Rajón cortado en obra y utilizado en la producción de concreto ciclópeo</i>	79
<i>Figura 84. Preparación de materiales antes de comenzar la fundición</i>	80
<i>Figura 85. Medición por volumen de los aditivos para el concreto</i>	80
<i>Figura 86. Chequeo de niveles en la superficie del concreto ciclópeo</i>	81
<i>Figura 87. Curado a partir de las seis horas siguientes a la fundición</i>	81
<i>Figura 88. Enderezado manual del acero</i>	82
<i>Figura 89. Corte de Acero con cizalla</i>	82
<i>Figura 90. Figurado manual del acero</i>	83
<i>Figura 91. Corte del alambre de amarre con cizalla</i>	84
<i>Figura 92. Dobladora de acero modificada para cumplir con el diámetro mínimo de la norma NSR-98</i>	84
<i>Figura 93. Descargue del acero de refuerzo</i>	85
<i>Figura 94. Protección de las chipas de acero con respecto a la humedad</i>	85
<i>Figura 95. Protección del acero de refuerzo con respecto a la humedad</i>	86
<i>Figura 96. Detalle del armado de parrillas</i>	86
<i>Figura 97. Parrillas ordenadas de acuerdo a su localización</i>	87
<i>Figura 98. Parrilla alineada y amarrada al castillo</i>	87
<i>Figura 99. Junta de dilatación entre columnas</i>	88

<i>Figura 100. Armado de parrillas bajo las pantallas</i>	88
<i>Figura 101. Instalación de la Formaleta para pedestales y vigas de cimentación</i>	89
<i>Figura 102. Disposición de la formaleta en vigas con junta de dilatación</i>	89
<i>Figura 103. Detalle del refuerzo transversal en columnas</i>	90
<i>Figura 104. Disposición de ganchos intercalados</i>	90
<i>Figura 105. Levantamiento de los castillos</i>	91
<i>Figura 106. Figura panorámica de la obra</i>	91
<i>Figura 107. Apuntalamiento y aplomado de las columnas</i>	92
<i>Figura 108. Detalle de conectores para elementos no estructurales</i>	92
<i>Figura 109. Fundición de columnas en el primer piso</i>	93
<i>Figura 110. Detalle del armado en pantallas</i>	93
<i>Figura 111. Intersección de vigas de cimentación con pantallas y columnas en el Bloque 4</i>	94
<i>Figura 112. Aseguramiento de la formaleta y fundición de pantallas</i>	95
<i>Figura 113. Curado de pantallas con bolsas de cemento húmedas</i>	95
<i>Figura 114. Excavaciones para la localización del muro de contención</i>	96
<i>Figura 115. Fundición del muro de contención</i>	96
<i>Figura 116. Detalle del armado de pantallas</i>	97
<i>Figura 117. Armado de viguetas bajo los muros de fachada</i>	97
<i>Figura 118. Fundición de columnetas</i>	98
<i>Figura 119. Figurado de Ménsulas</i>	98

<i>Figura 120. Detalle del Armado de una ménsula</i>	99
<i>Figura 121. Muros de sobrecimiento en la fachada</i>	100
<i>Figura 122. Sobrecimiento bajo los muros internos</i>	100
<i>Figura 123. Distribución estructural del proyecto</i>	101
<i>Figura 124. Localización de apiques</i>	102
<i>Figura 125. Topografía del terreno</i>	103
<i>Figura 126. Perfil A del talud</i>	104
<i>Figura 127. Perfil B del talud</i>	105
<i>Figura 128. Perfil C del talud</i>	106
<i>Figura 129. Perfil estratigráfico del talud</i>	107
<i>Figura 130. Modelo tridimensional de la excavación del terreno</i>	108
<i>Figura 131. Secciones de corte en planta</i>	109
<i>Figura 132. Secciones de corte en perfil</i>	110

## LISTA DE ANEXOS

---

	Pág.
<i>Anexo 1. Perfil estratigráfico en el apique 1</i>	112
<i>Anexo 2. Límites de Atterberg en el apique 1 a una profundidad 3.40m</i>	113
<i>Anexo 3. Límites de Atterberg en el apique 1 a una profundidad 4.20m</i>	114
<i>Anexo 4. Límites de Atterberg en el apique 1 a una profundidad 6.70m</i>	115
<i>Anexo 5. Compresión simple en el apique 1 a una profundidad 3.40m</i>	116
<i>Anexo 6. Compresión simple en el apique 1 a una profundidad 4.20m</i>	117
<i>Anexo 7. Perfil estratigráfico en el apique 2</i>	118
<i>Anexo 8. Límites de Atterberg en el apique 2 a una profundidad 2.00m</i>	119
<i>Anexo 9. Límites de Atterberg en el apique 2 a una profundidad 2.50m</i>	120
<i>Anexo 10. Límites de Atterberg en el apique 2 a una profundidad 2.60m</i>	121
<i>Anexo 11. Límites de Atterberg en el apique 2 a una profundidad 3.40m</i>	122
<i>Anexo 12. Límites de Atterberg en el apique 2 a una profundidad 3.60m</i>	123
<i>Anexo 13. Compresión simple en el apique 2 a una profundidad 2.00m</i>	124
<i>Anexo 14. Compresión simple en el apique 2 a una profundidad 2.50m</i>	125
<i>Anexo 15. Compresión simple en el apique 2 a una profundidad 2.60m</i>	126
<i>Anexo 16. Compresión simple en el apique 2 a una profundidad 3.40m</i>	127
<i>Anexo 17. Compresión simple en el apique 2 a una profundidad 3.60m</i>	128
<i>Anexo 18. Perfil estratigráfico en el apique 3</i>	129

<i>Anexo 19. Límites de Atterberg en el apique 3 a una profundidad 2.50m</i>	<i>130</i>
<i>Anexo 20. Límites de Atterberg en el apique 3 a una profundidad 3.40m</i>	<i>131</i>
<i>Anexo 21. Compresión simple en el apique 3 a una profundidad 2.50m</i>	<i>132</i>
<i>Anexo 22. Compresión simple en el apique 3 a una profundidad 3.40m</i>	<i>133</i>
<i>Anexo 23. Perfil estratigráfico en el apique 4</i>	<i>134</i>
<i>Anexo 24. Límites de Atterberg en el apique 4 a una profundidad 3.10m</i>	<i>135</i>
<i>Anexo 25. Límites de Atterberg en el apique 4 a una profundidad 3.20m</i>	<i>136</i>
<i>Anexo 26. Límites de Atterberg en el apique 4 a una profundidad 4.00m</i>	<i>137</i>
<i>Anexo 27. Compresión simple en el apique 4 a una profundidad 3.10m</i>	<i>138</i>
<i>Anexo 28. Compresión simple en el apique 4 a una profundidad 3.20m</i>	<i>139</i>
<i>Anexo 29. Compresión simple en el apique 4 a una profundidad 4.00m</i>	<i>140</i>
<i>Anexo 30. Perfil estratigráfico en el apique 5</i>	<i>141</i>
<i>Anexo 31. Compresión simple estrato 2 a una profundidad 2.00m</i>	<i>142</i>
<i>Anexo 32. Compresión simple estrato 3 a una profundidad 2.80m</i>	<i>143</i>

## RESUMEN

El presente informe contiene una descripción detallada de las diferentes actividades realizadas en la pasantía **RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCION DEL BLOQUE DE LA FACULTAD DE ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO**, dentro de las cuales se adelantaron trabajos como. exploración y excavación del terreno, ensayos de laboratorio, localización y replanteo, excavación de zapatas y chambas para vigas, construcción del campamento, estabilización del talud, rellenos y compactación con material mejorado, fundición de concreto ciclópeo, armado y fundición de la super-estructura.

En esta obra se realizó un control minucioso de todos los trabajos de mano de obra y control y buen uso de los materiales suministrados. Además del manejo de personal, velar por su seguridad para evitar accidentes de trabajo, uso óptimo de la maquinaria alquilada, se elaboraron las planillas de pago y dirección de la obra, logrando eficiencia y rendimiento en los trabajos programados.

## **SUMMARY**

The present report contains a detailed description of the different activities made in pasantia RESIDENCE IN THE CONSTRUCTION OF THE BLOCK OF THE FACULTY OF ARTS OF THE NARINO UNIVERSITY, within which works went ahead like. exploration and excavation of the land, tests of laboratory, localization and reframing, excavation of shoes and chambas for beams, construction of the camping, stabilization of the slope, fillings and compaction with improved material, smelting of concrete ciclopeo, armed and smelting of the superstructure.

In this work I am made a meticulous control of all the works of manual labor and good use of the provided materials. Besides of the personnel handling, to guard by their security to avoid industrial accidents, optimal use of the rented machinery, was elaborated the lists of payment and direction of the work, having obtained efficiency and yield in the programmed works.

## INTRODUCCION

La Universidad de Nariño en la Administración de su Rector, doctor Pedro Vicente Obando, determinó la construcción de la obra denominada Facultad de Artes.

El objetivo es trasladar la Facultad de Artes Visuales a la ciudad universitaria de Torobajo, para lo cual se escogió el terreno de la cancha de futbol junto al coliseo Adriana Benitez.

La Facultad de Ingeniería, de común acuerdo con la Oficina de Planeación, da una importante participación a los estudiantes de décimo semestre para colaborar en la ejecución y control de las obras en curso para expansión de la Universidad, a través de las “Residencias”, brindando a los estudiantes la oportunidad de confrontar más a fondo los conocimientos adquiridos en toda la carrera, con las situaciones que se presentan en una obra, logrando una óptima formación de sus egresados.

La realización de las Residencias, es una oportunidad tanto para los alumnos como para los docentes, pues permite apreciar el alcance de los conocimientos y reforzar algunos conceptos, logrando así un significativo mejoramiento de la calidad educativa de la Universidad.

El autor del presente trabajo estuvo como residente de la obra del bloque de artes durante 6 meses, desde que se inicio la exploración del terreno, los analisis de suelos, excavación del terreno, localización y replanteo, estabilización del talud, rellenos y compactación, fundición y armado de la estructura. También se colaboró con el diseño de las letras del centenario de la Universidad.

La residencia en la construcción del bloque de artes fue ejecutada a partir de:  
Planos arquitectónicos elaborados por el Arquitecto Oscar Rosero  
Planos estructurales calculados por el Ingeniero Civil William Castillo;  
Planos hidráulicos y sanitarios elaborados por INTEC  
Planos eléctricos elaborados por el Ingeniero Eléctrico Jaime Narvárez

## 1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto desarrollado corresponde a. **RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCION DEL BLOQUE DE LA FACULTAD DE ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO**; Construcción ubicada en el sector de Torobajo junto al Coliseo Adriana Benitez.

El bloque de la facultad de Artes está construido sobre un lote de terreno de 67m de ancho por 67.45m de profundidad. Comprende 5 bloques así. bloques 1, 2 y 3 de 2 plantas, bloque 4 de 4 plantas, bloque 5 de 1 planta, talleres de 1 planta, salón múltiple de 1 planta (Figura 123), destinados para zona de talleres, torre de Administración, auditorios, hall de exposiciones y salón múltiple.

Está proyectada la construcción en 3 etapas, así.

- Primera etapa (Bloques 4 y 5).  
Primer piso 770,40m<sup>2</sup>  
Segundo piso 616,50m<sup>2</sup>  
Tercer piso 468,60m<sup>2</sup>  
Cuarto piso 468,60m<sup>2</sup>  
Total. 2.324,10m<sup>2</sup>
- Segunda etapa (Talleres).  
Primer piso 827.80m<sup>2</sup>
- Tercera etapa (Bloques 1, 2 y 3).  
Primer piso 1.097m<sup>2</sup>  
Segundo piso 778,5m<sup>2</sup>  
Total. 1.875,50m<sup>2</sup>

Total área construida 5.027.40m<sup>2</sup>.

Las estructuras fueron diseñadas en hormigón armado, con un sistema estructural aporticado, consistente en zapatas individuales y combinadas, columnas de sección cuadrada y circular, pantallas, vigas de cimentación y vigas estructurales, Los cálculos estructurales fueron diseñados por el Ingeniero William Castillo

Financiación. Estas obras se financiaron con recursos propios de la Universidad de Nariño, adquiridos gracias a la gestión del Rector doctor Pedro Vicente Obando

## 2. RESIDENCIA EN LA CONSTRUCCION DEL BLOQUE DE LA FACULTAD DE ARTES DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO

### 2.1. PRELIMINARES

Se inició con la exploración del terreno, para lo cual fue necesario realizar apiques y posteriormente ensayos de laboratorio con el fin de determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo de fundación.

**2.1.1. Exploración del terreno.** Se localizaron los apiques de acuerdo al área del proyecto y su conformación estructural así. Un apique en la parte occidental para talleres de un solo piso; dos apiques en la parte nororiental del proyecto donde estará localizada una torre de cuatro pisos; dos apiques en el sector suroriental donde está proyectado un edificio de dos pisos y un quinto apique es realizado fuera del área del edificio para extrapolar los perfiles estratigráficos correspondientes (Figura 124).

En el apique 1 (Figura 1) se exploró en forma manual con pico, pala y barretón hasta una profundidad de 7.20m con la precaución de no sobrecargar las paredes del apique con la gran cantidad de tierra que de ahí salía, por lo tanto era necesario acarrear el material lejos del apique para evitar un deslizamiento en la superficie.

Se encontraron cuatro estratos así. en la parte superior un suelo orgánico hasta una profundidad de 2.50m. seguido hasta una profundidad de 3.80m. por un limo arenoso de color habano con presencia de conglomerado meteorizado con una resistencia a la compresión simple de 2.87kg/cm<sup>2</sup>. Seguidamente y hasta una profundidad de 5.30m. se encuentra un limo arenoso color gris oscuro de consistencia media con una resistencia a la compresión simple de 0.85kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente y hasta una profundidad de 6.70m. se encuentra una arena limosa de color gris con fuerte olor a ácido sulfúrico. (Anexo 1)

Los resultados de bs análisis de limites líquido y plástico se encuentran en los Anexos 2, 3 y 4.

Los resultados de los ensayos de compresión simple se encuentran en los Anexos 5, y 6.

En el apique 2 (Figura 2) se exploró hasta una profundidad de 4.10m. encontrando el suelo orgánico a una profundidad de 1.90m. Seguidamente y hasta una profundidad de 2.30m. se encontró una arcilla arenosa color gris con vetas negras y habanas de consistencia media con una resistencia a la compresión simple de 0.6kg/cm<sup>2</sup>. Debajo del presente estrato y hasta una profundidad de 2.60m. se encuentra un limo arenoso color amarillo oxidado y de consistencia firme con una resistencia a la compresión simple de 2.67kg/cm<sup>2</sup>. Posteriormente hasta una profundidad de 3.10m. encontramos un limo arenoso color café de consistencia firme con una resistencia a la compresión simple de 2.85kg/cm<sup>2</sup>. Mas abajo y hasta una profundidad de 3.60m. se encuentra un limo arenoso color amarillo de consistencia firme con una resistencia a la compresión simple de 3.03kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente y hasta una profundidad de 4.10m. se encuentra un limo arenoso color café oscuro de consistencia firme con una resistencia a la compresión simple de 3.62kg/cm<sup>2</sup> (Anexo 7)

Los resultados de los análisis de límites líquido y plástico se encuentran en los Anexos 8, 9, 10, 11, y 12.

Los resultados de los ensayos de compresión simple se encuentran en los Anexos 13 al 17

En el apique 3 (Figura 3) se exploró hasta una profundidad de 3.50m. encontrándose el suelo orgánico hasta una profundidad de 1.90m. seguido hasta una profundidad de 3.20m. por un limo arcilloso de color café con vetas negras y habanas de consistencia dura con una resistencia a la compresión simple de 3.06kg/cm<sup>2</sup>. Seguidamente y hasta una profundidad de 3.50m. se encuentra un limo arcilloso color café con vetas negras y habanas de consistencia dura y con una resistencia a la compresión simple de 2.99 (Anexo 18)

Los resultados de los análisis de límites líquido y plástico se encuentran en los Anexos 19 y 20.

Los resultados de los ensayos de compresión simple se encuentran en los Anexos 21 y 22.

En el apique 4 (Figura 4) se exploró hasta una profundidad de 4.40m. situándose el suelo orgánico hasta una profundidad de 2.55m. seguido hasta una profundidad de 2.90m por un limo arcilloso color amarillo de consistencia dura con una resistencia a la compresión simple de 3.92kg/cm<sup>2</sup>. Seguidamente y hasta una profundidad de 3.40m. se encuentra un limo arenoso color café con presencia de grava meteorizada en pequeña cantidad y con una resistencia a la compresión simple de 3.42kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente hasta una profundidad de 4.40m. se encuentra

un limo arcilloso color café de consistencia firme con una resistencia a la compresión simple de 1.90kg/cm<sup>2</sup>. (Anexo 23)

Los resultados de los análisis de límites líquido y plástico se encuentran en los Anexos 24, 25 y 26

Los resultados de los ensayos de compresión simple se encuentran en los Anexos 27 al 29.

En el apique 5 se exploró hasta una profundidad de 2.95m. encontrándose el suelo orgánico hasta una profundidad de 1.80m. seguido hasta una profundidad de 2.35m. de un limo arcilloso color café de consistencia firme con una resistencia a la compresión simple de 2.88kg/cm<sup>2</sup>. Seguidamente hasta una profundidad de 2.95m. se encuentra un limo arcilloso color café de consistencia firme y con una resistencia a la compresión simple de 2.76kg/cm<sup>2</sup>. (Anexo 30)

Los resultados de los ensayos de compresión simple se encuentran en los Anexos 31 y 32.

**2.1.2. Ensayos de laboratorio.** De los apiques anteriormente descritos se tomaron muestras inalteradas (Figura 5) de cada uno de los estratos inorgánicos, las cuales fueron debidamente rotuladas para aplicarles los ensayos correspondientes.

**2.1.2.1. Ensayo de compresión simple.** Una vez rotuladas las muestras, éstas fueron moldeadas a cubos de (5x5x10)cm (Figura 6) para luego realizar el ensayo de compresión inconfiada, y determinar la máxima resistencia a la compresión simple (Figura 7).

**2.1.2.2. Límites de atterberg.** Con el material sobrante de las muestras inalteradas, se procedió a la realización de los ensayos. Para esto fue necesario realizar un análisis granulométrico (Figuras 8, 9 y 10) de cada una de las muestras seguido por los límites líquido y plástico, para lo cual fue necesario secar al aire otras muestras del mismo material (Figura 11) y posteriormente morterearlas para pasarlas por el tamiz N°10.

Con el material pasante del tamiz N°10 se trabajó en la cazuela de Casagrande y se elaboraron rollos de 3mm de espesor para la determinación de los límites líquido y plástico. (Figura 12).

**2.1.3. Topografía.** Se realizó el levantamiento topográfico del área de influencia del proyecto basados en su localización preliminar, con un teodolito THEO 010, nivel de precisión, 4 jalones, 100 estacas, cinta métrica y 2 plomadas (Figura 125).

**2.1.4. Localización.** La localización del edificio se hizo a partir de los planos arquitectónicos y teniendo en cuenta la topografía del terreno (Figura 13).

Para esto fue necesario el uso de un teodolito THEO 010 y un nivel de precisión. Con el teodolito se localizaron bs ejes y con el nivel se chequearon las cotas de terreno y de trabajo con las cuales se iniciarían las excavaciones. (Figura 14)

**2.1.5. Campamento.** Se situó el campamento en el sector noroccidental del proyecto junto al bloque 4 donde anteriormente funcionaban las canchas de baloncesto, pensando en su utilización tanto en la construcción de la nueva Facultad de artes como también en la construcción de la piscina de la Universidad.

Se construyó un campamento de (20x6.45)m y un baño de (1.20x1.33)m. Los materiales utilizados fueron. listones, tabla ordinaria, guaduas, puntillas de 2 pulgadas y teja de eternit (Figura 15)

Para evitar el deterioro en la base de los listones en los cuales se apoya la estructura, estos fueron fundidos en concreto pobre dentro de las excavaciones que los reciben (Figura 16).

La estructura fue enteramente elaborada con listones y tabla ordinaria (Figura 17). Por estar localizada sobre la antigua cancha de baloncesto sólo se hizo necesario recubrir el piso con ladrillos en el sector oriental al final del campamento; en el sector de la bodega donde se localizaría el cemento se cubrió totalmente el piso con tablonés y sobre estos se colocó un plástico hasta la altura de las paredes para evitar la humedad.

Para la cubierta se utilizó teja de eternit en su totalidad con el cuidado de alinear muy bien la pendiente y así evitar goteras (Figura 18). Para proteger los materiales que quedaban fuera de la bodega, y al mismo tiempo resguardar de la intemperie a los trabajadores encargados del corte y doblado de acero, se amplió la cubierta en el sector sur del campamento (Figura 19).

**2.1.6. Replanteo.** Se inició con el replanteo de talleres el cual consistió en la localización de los ejes definitivos mediante puentes medidos entre sí con cinta metálica logrando una precisión de 0.001m (Figura 20).

Para mantener la simetría de los dos edificios se proyectó el eje 1 de talleres al eje 1 del bloque 1 y así sucesivamente (Figura 21).

## **2.2. ESTABILIZACION DEL TALUD**

Debido a la baja cohesión del terreno, y a la sobrecarga existente en el sector aldaño a la vía detrás del proyecto, se notaron dos prominencias en la parte centro y sur del talud junto a los talleres.

Por lo anterior se hizo necesario tomar 3 perfiles críticos hasta la cumbre de la ladera sobre el talud (Figura 22 y 23), (Figuras 126, 127 y 128). Seguidamente se colocaron barras testigo para medir los desplazamientos del talud (Figura 126) y (Figura 24).

A continuación se realizaron ensayos de penetración estándar (Figura 25 y 26) y con penetrómetro dinámico en las líneas de los perfiles para determinar el grado de estabilidad del terreno. De acuerdo con las recomendaciones del Ingeniero Hugo Coral, se procedió en primera medida a quitar toda la sobrecarga existente sobre el talud, comenzando con las rocas (Figura 27).

Visualmente sobre el talud se identificaron 2 barrigas como producto de las sobrecargas existentes, las cuales fueron retiradas con ayuda de una retroexcavadora (Figura 28, 29 y 30).

Para permitir la entrada de volquetas fue necesario habilitar una vía de acceso al talud (Figura 31) y mejorar la vía de acceso a la obra (Figura 32).

Una vez retirado este material se dejó aparentemente plana la superficie del talud y se despejó la vía que se encontraba debajo de el (Figura 33).

Para el terrajeo del talud adyacente a los talleres, se hizo necesaria la colocación de chaflanes con la ayuda de la retroexcavadora (Figuras 34 y 35) y se procedió a la excavación del mismo (Figura 36).

Una vez hecho el corte del terrajeo, se procedió a cortar otro talud sobre la terraza, disminuyendo así la posibilidad de falla (Figura 37).

Debido al material orgánico presente bajo los paños de la cancha de baloncesto, se hizo necesario sustituir este material para el mejoramiento de la vía de acceso (Figura 38)

Una vez estabilizado el talud se procedió a sembrar pasto para así evitar la erosión de la superficie y garantizar su seguridad (Figura 39). Además se procedió a tapar los desagües de la vía junto al talud (Figura 40).

## **2.3. CIMENTACIÓN**

Se inició con el replanteo del proyecto en el terreno, seguidamente se hizo un modelo tridimensional (Figura 130) para definir claramente las cotas de trabajo y así dar inicio a las excavaciones correspondientes. Después se continuó con la localización de ejes y la excavación tanto de zapatas como de chambas para vigas.

**2.3.1. Excavación del terreno.** El día 15 de Mayo de 2003 se dio comienzo a la excavación con una retroexcavadora de neumáticos en el sector de Talleres (Figura 41).

Posteriormente se introdujo una retroexcavadora de orugas la cual continuó con las excavaciones para despejar la plataforma de los talleres (Figura 42). La extracción del material excavado se realizó mediante volquetas en su mayoría de 7m hacia distintos botaderos dentro y fuera del perímetro urbano (Figura 43).

La excavación del terreno adyacente a los talleres se hizo en primera instancia vertical para asegurar la proyección longitudinal de la excavación (Figura 44) y subsiguientemente se procedió a la excavación del talud respectivo para asegurar la estabilidad de la ladera (Figura 45).

En la excavación de la plataforma de talleres, las cotas de trabajo fueron chequeadas rigurosamente con el nivel de precisión para evitar sobrecostos en la nivelación del terreno (Figura 46).

Debido a la presencia de bolsas de lodo en el sector de entrada y salida de las volquetas, se hizo necesaria la sustitución del suelo por material excavado de mejores características físico-mecánicas (Figura 47).

Una vez finalizada la excavación en el sector de Talleres, se dio inicio a la excavación del bloque 4 (Figura 48) presentándose una escorrentía de agua en el sector nororiental del terreno (Figura 49).

Para evitar el encharcamiento de la superficie se hizo necesaria la excavación de un apique para recoger temporalmente el agua y luego con la ayuda de una motobomba se extraía diariamente. El caudal aproximado fue de  $1\text{m}^3/\text{día}$  (Figura 50 y 51).

Concluida la excavación se procedió a abrir una zanja paralela al perímetro del edificio con el fin de permitir la libre escorrentía del agua infiltrada en el extremo noroccidental del bloque 4 (Figuras 52 y 53).

Para comprobar el volumen excavado que se hizo mediante el conteo de volquetas debidamente cubicadas, se procedió a la toma de 3 perfiles topográficos con los cuales se calculó la diferencia de volumen entre la cota negra del terreno y la cota roja del trabajo (Figura 131).

**2.3.2. Excavación de zapatas.** Por recomendación del Ingeniero Geotecnista, se hicieron las excavaciones teniendo en cuenta un desplante de 1.20m. para todo el proyecto, con mayores profundidades en los casos donde el suelo presente no era el adecuado se continuó con la excavación hasta encontrar un estrato resistente.

Debido al gran volumen de material resultante en la excavación de zapatas, se hizo necesario acumularlo en el sector occidental de la obra junto al perímetro del lote, para su posterior utilización tanto en relleno de pisos como en parte del material mejorado empleado bajo las zapatas.

Por la discontinuidad del terreno, se hizo necesario elaborar un estudio de Prospección Geoeléctrica, para estar seguros de no encontrar estratos blandos bajo las zapatas.

**2.3.2.1. Talleres.** En el sector de Talleres se profundizó la excavación de zapatas hasta la profundidad de 1.20m. recomendada por el Ingeniero Geotecnista, notando en algunos casos un sustancial cambio en el estrato debido a la inclinación del terreno (Figuras 54, 55 y 56) a lo largo de los ejes A, B Y C.

En la totalidad del Eje D, debido a que no se excavó para nivelar el terreno, fue necesario bajar a mas de 2 metros hasta encontrar el estrato firme, posteriormente se recuperó con material mejorado y compactado al 95% del próctor modificado hasta una profundidad de 1.20m (Figura 57).

En la zapata A1, se encontró una escorrentía de agua con origen supuesto de aguas negras debido a la presencia de grasas (Figura 58).

En las zapatas A2 y A3, se encontraron aguas duras de origen volcánico las cuales hicieron necesaria la utilización de aditivos para la protección del concreto que se encontrara en contacto directo con el agua y el suelo afectado (Figura 59).

**2.3.2.2. Bloque 4.** Al inicio de las excavaciones, se presentó escorrentía de agua en la superficie de las zapatas 1I, 1J que al parecer pertenecían a una acumulación superficial de agua en el terreno (Figura 60)

Debido a las cargas que soportaría el suelo, se hizo necesaria una revisión de la capacidad portante del mismo con un ensayo de penetrómetro dinámico, el cual determinó cimentar las zapatas a una profundidad de 1.50m y las zapatas 2I y 2J a una profundidad de 2.50m. (Figuras 61 y 62)

**2.3.2.3. Bloque 5.** Como el área del bloque 5 era el sitio apropiado para recibir los materiales utilizados en la producción de concreto tales como grava, gravilla, arena y cemento, no se realizó su excavación sino hasta casi concluir con la cimentación del bloque 4. Además, en este bloque es necesario construir dos muros de contención para soportar el relleno generado por el edificio. Por lo tanto, las zapatas junto a los muros de contención debían tener la misma profundidad que las zarpas de los muros (Figuras 63 y 64)

**2.3.2.4. Bloque 1.** A causa de la topografía del terreno, en el sector oriental del bloque 1 fue necesario excavar el terreno hasta encontrar el estrato resistente en todas las zapatas. La recuperación del suelo se hizo con material mejorado y compactado al 95% del próctor modificado (Figura 65).

En la zapata A1 se encontró una arcilla de color gris claro la cual después de su análisis en el laboratorio se determinó que era una arena arcillosa de alta plasticidad que no presenta ningún problema para la cimentación (Figura 66).

**2.3.2.5. BLOQUE 2.** Debido a la baja capacidad portante del estrato presente en las zapatas del eje 1 fue necesario recuperar 30cm con material mejorado compactado al 95% del próctor modificado (Figura 67).

**2.3.2.6. BLOQUE 3.** Aunque en este sector se recibieron los materiales para la producción de concreto, la excavación de zapatas se hizo normalmente y en su totalidad, con la diferencia de tener que bajar aún más que en el bloque 2 debido a la diferencia de cotas del terreno (Figura 68).

**2.3.2.7. Bloque circular.** Debido a su localización no fue posible en el momento de realizar la pasantía la excavación de zapatas porque se encontraba en el paso de volquetas hacia el descargue de agregados y desalojo del material excavado, entre otros. Por lo tanto, se dejaron localizados los ejes.

**2.3.3. Excavación de vigas.** Para economizar tiempo y dinero sin disminuir especificaciones técnicas a la obra, se optó por excavar las chambas de tal manera que la misma excavación sirva de formaleta a la viga, y que permita a los trabajadores el armado del acero del refuerzo. Fue así como se determinó la excavación en forma de 2 rectángulos (Figura 69).

En los sectores donde las longitudes de las vigas son muy cortas se excavó únicamente el ancho de la viga (Figura 70).

**2.3.4. Relleno y compactación.** Debido a que fue necesario retirar los Talleres a unos cuantos metros más del talud, por el riesgo que presentaba su bajo factor de seguridad, esto implicó también el movimiento de la cimentación, dejando algunas excavaciones anteriores dentro de la estructura y muy cerca de las nuevas excavaciones de zapatas.

Para ello se optó por rellenar con rajón y suelo-cemento fluido en proporciones de 1.8 y 40% de rajón aproximadamente (Figuras 71 y 72).

En los casos donde las antiguas excavaciones quedaron alejadas de las zapatas, se optó por rellenar con el mismo suelo proveniente de la excavación y compactado con pisón (Figura 73 y 74).

Como en algunos sectores del terreno la capacidad portante del suelo no cumplió con el diseño de la cimentación, fue necesario seguir excavando hasta encontrar el estrato resistente. Por esta razón el suelo fue recuperado hasta igualar los niveles del resto de zapatas; para ello se procedió a mejorar el material obtenido de las excavaciones con grava de una pulgada y arena proveniente de la cantera Briceño Bajo.

Se hizo en primer lugar midiendo las cantidades por volumen en carretillas, (Figura 75). Luego se procedió al humedecimiento del suelo hasta alcanzar su humedad óptima (Figura 76). Posteriormente se mezcló con la grava y la arena hasta lograr una mezcla homogénea (Figura 77). Una vez realizado esto, se acomodó el material en los huecos de las zapatas hasta alcanzar un espesor aproximadamente el doble del requerido antes de compactarlo (Figura 78).

En los casos donde el espesor del relleno era de más de 10cm, se realizó en capas sucesivas..

Para la compactación se utilizó el saltarín en periodos de tiempo de 15 a 20 minutos dependiendo del área a compactar (Figura 79).

La compactación fue chequeada por el interventor de la obra quien se encargó de realizar el ensayo del cono y la arena (Figura 80).

**2.3.5. Fundición de concreto ciclópeo.** Para la elaboración del concreto ciclópeo se utilizó el 40% en rajón y el 60% en concreto, el cual debido a la agresión química del suelo se protegió con un densificador SIKAFUME (Figura 81) y un Plastificante SIKAMENT N-100 (Figura 82) que permitiera hacer manejable esta mezcla. La mezcla para el concreto fue de 1.2,25.2,75.

El rajón necesario fue obtenido directamente de la obra cortando las rocas que allí se encontraban. Los cortes fueron contabilizados y pagados de acuerdo a las medidas necesarias (Figura 83)

El rajón antes de ser utilizado fue colocado junto a cada zapata el día anterior para comenzar a la mañana siguiente con la fundición (Figura 84).

La dosificación de aditivos tanto del fluidificante como el densificador, fue estrictamente controlada para obtener los niveles de protección deseado (Figura 85)

Una vez colocado y vibrado el concreto ciclópeo, se procedió a dejar un acabado rugoso teniendo en cuenta el nivel en el cual debe quedar terminado (Figura 86).

Posteriormente a la fundición se procede con el curado del solado, esto se logra rociándolo con abundante agua y repetidas veces durante todo el día hasta el momento de fundir la zapata (Figura 87).

**2.3.6. Corte, figurado y armado de aceros.** El acero requerido para el diseño de la obra fue de 60.000PSI corrugado, el cual fue adquirido en diámetros de  $\frac{1}{4}$ ",  $\frac{3}{8}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{7}{8}$ " y 1", de acuerdo a las necesidades específicas de cada elemento. El diámetro más utilizado para refuerzo de cortante fue de  $\frac{3}{8}$ " el cual viene en chipas y requiere corte y enderezamiento para luego ser figurado (Figuras 88, 89 y 90).

Para el doblado del acero y la elaboración de los ganchos de acuerdo a la norma colombiana NSR-98 el diámetro mínimo para la curvatura del acero de  $\frac{3}{8}$ " es de 57mm, para lo cual fue necesario adaptarles un mandril a las dobladoras tradicionales que permitiera obtener las medidas requeridas (Figura 91).

Para el armado del acero de refuerzo en todas sus formas posibles se utiliza generalmente el alambre de amarre, el cual viene en chipas y es cortado en mitades de rollo con cortadora o cincel según la disponibilidad (Figura 92).

Debido a la magnitud de la obra, se hizo indispensable almacenar una gran cantidad de acero, el cual por momentos no alcanzaba dentro de la bodega, y fue necesario depositarlo afuera, protegiéndolo del medio ambiente con plásticos para evitar su oxidación. Tal fue el caso de las chipas (Figuras 93 y 94) y el acero de  $\frac{3}{4}$ " (Figura 95)

**2.3.7. Zapatas.** Para el refuerzo de zapatas simplemente fue necesario cortar los hierros de acuerdo a las medidas establecidas en los planos y se amarraron las parrillas ortogonalmente con alambre de amarre (Figura 96).

Una vez terminadas las parrillas se colocaron en orden de acuerdo a las medidas, para su posterior utilización en la obra (Figura 97).

Estando en el terreno y con la parrilla debidamente alineada y amarrada al castillo (Figura 98) se procede a su fundición. En el caso de las juntas de dilatación, la separación se respeta muy estrictamente en las columnas (Figura 99).

En el caso de las pantallas, la parrilla es doble, y el refuerzo es continuo desde la parte inferior de la zapata (Figura 100).

**2.3.8. Vigas de cimentación.** Posteriormente a la fundición de las zapatas, se procede con el armado y fundición de los pedestales y vigas de cimentación, los cuales requieren formaleta. Para el caso particular se empleó tabla ordinaria ya que es necesario cortarla y después de su fundición ya no es aprovechable (Figura 101).

En el caso de las juntas de dilatación se procedió fundiendo una viga a la vez (Figura 102).

**2.3.9. Sobrecimientos.** En el caso de elementos no estructurales como los muros de sobrecimiento, éstos van apoyados sobre las viguetas y confinados por las columnetas. Se deben elaborar con un mortero y repello impermeabilizado para así evitar la aparición de humedad en los primeros pisos. El espesor de los muros se hace de acuerdo a las necesidades arquitectónicas del mismo (Figura 121).

En el caso de no existir un muro sobre una viga de cimentación no se hizo necesaria la construcción de este sobrecimiento y se relleno compactando manualmente (Figura 122).

## **2.4. ESTRUCTURA**

**2.4.1. Columnas.** El refuerzo por cortante para columnas generalmente lleva la misma forma que éstas, por lo tanto en las columnas circulares los flejes son redondos pero en algunos casos pueden llevar un fleje adicional de forma cuadrada (Figura 103).

Hay que tener especial cuidado al colocar los ganchos intercalados unos de otros para garantizar que el confinamiento sea uniforme (Figura 104). Una vez armadas las columnas se procede a su localización, lo cual implica un gran trabajo en

equipo tanto para levantarla como para su adecuado aseguramiento (Figura 105 y 106).

La formaleta de la columna se arma con las dimensiones propias de cada una y de acuerdo a la altura es el número de mordazas que sujetan los tableros. En todo momento la columna debe estar perfectamente aplomada y apuntalada para garantizar su verticalidad (Figura 107).

En caso de fijar elementos no estructurales a las columnas se utilizan como anclajes pelos de 3/8" los cuales son colocados antes de fundir la columna a través de los tableros (Figura 108).

El vaciado de concreto se realiza manualmente empleando baldes. A esto se suma el empleo de un vibrador el cual extrae el aire incluido de la mezcla y facilita su acomodado dentro de la formaleta, evitando así la aparición de hormigueros.

El cuidado que se debe tener con el vibrador es de no hacerlo vibrar junto con las varillas de refuerzo, ya que esto evita que el concreto se adhiera correctamente al acero. Además de debe procurar que el periodo de tiempo en cada inmersión del vibrador dentro del concreto no supere los tres segundos para así evitar la segregación del material (Figura 109).

El curado de estos importantes elementos se debe hacer rociando agua en abundancia durante todo el día a partir del momento en que es desencofrado.

**2.4.2. Pantallas estructurales.** Los elementos estructurales rigidizadores y que más soportan el sismo se denominan pantallas, las cuales fueron empleadas en el bloque 4 debido a la esbeltez de la estructura. Su armado requiere de especial cuidado debido a la gran cantidad de flejes que requiere (Figura 110).

En el caso específico de las pantallas localizadas en el eje G donde fue necesario cimentarlas a nivel de los bloques 2 y 3, donde las vigas llegaban a una altura muy superior a la de las zapatas, se hizo continuo el refuerzo transversal de las vigas dentro de las pantallas para así garantizar el empotramiento de estos elementos (Figura 111).

En la colocación de los tableros, se revisó que se encontraran perfectamente alineados y aplomados, para asegurar la simetría del edificio. Además se tuvo en cuenta la colocación de los pelos que sirven de soporte a los elementos no estructurales como en este caso los muros de fachada (Figura 112).

El curado de estos importantes elementos se debe realizar de igual manera que en las columnas (Figura 113).

**2.4.3. Muro de contención.** La excavación y armado del muro de contención localizado entre los bloques 2, 3 y 4 se realizó a nivel de la cimentación de los bloques 2 y 3 (Figura 114), fundiendo la zarpa de este muro monolíticamente con la viga de cimentación del bloque 4 (Figura 115).

El armado de las pantallas se realizó siguiendo los planos estructurales y teniendo especial cuidado en dejar las juntas de dilatación entre las columnas para permitir su libre movimiento en caso de sismo (Figura 116).

**2.4.4. Viguetas.** Para sostener los elementos no estructurales desde los niveles de cimentación se elaboraron las viguetas, las cuales además de sostener el muro, reciben a las columnetas y garantizan su empotramiento fuera de los elementos estructurales (Figura 117). En el caso específico de los muros de fachada, fue necesario armar las viguetas junto a la viga de cimentación con un refuerzo longitudinal de 3/8" y transversal de 1/4".

**2.4.5. Columnetas.** Las columnetas son elementos no estructurales encargados de confinar los muros tanto de fachada como divisorios, por tal motivo van separados de los pórticos mediante juntas de dilatación pero están conectados a las columnas con pelos de 3/8" los cuales se colocan en las formaleta antes de su fundición (Figura 118).

**2.4.6. Ménsulas.** El armado de ménsulas requiere de un gancho especial para el refuerzo (Figura 119) de acuerdo a las cargas transmitidas por la cubierta. Estos elementos trabajan principalmente a cortante y permiten que la cercha de la cubierta vaya simplemente apoyada en sus extremos (Figura 120).

# FIGURAS

**Figura 1: Apique 1**



**Figura 2: Apique 2**



**Figura 3: Apique 3**



**Figura 4: Apique 4**



**Figura 5: Extracción de muestras inalteradas**



**Figura 6: Moldeo de muestras inalteradas para el ensayo de compresión inconfiada**



**Figura 7: Ensayo de compresión simple**



**Figura 8: Tamizadora mecánica**



**Figura 9: Muestras lavadas y retenidas en el tamiz N° 200**



**Figura 10: Muestras secas listas para ser pesadas**



**Figura 11: Secado al aire para realizar limite liquido y plástico**



**Figura 12: Limites líquido y plástico**



**Figura 13: Localización de ejes**



**Figura 14: Nivelación de cotas de trabajo**



**Figura 15: Materiales empleados en la construcción del campamento**



**Figura 16: Recubrimiento de listones en la cimentación**



**Figura 17: Armado de la estructura en madera**



**Figura 18: Instalación de la cubierta en eternit**



**Figura 19: Vista del alero del campamento**



**Figura 20: Localización y replanteo de talleres**



**Figura 21: Proyección de los ejes a los bloques inferiores**



**Figura 22: Perfiles críticos del talud**



**Figura 23: Topografía de la parte superior de la ladera**



**Figura 24: Barras testigo para medir desplazamientos**



**Figura 25: Ensayo de Penetración Estándar**



**Figura 26: Detalle del equipo de Penetración Estándar**



**Figura 27: Retiro de las rocas sobre el talud**



**Figura 28: Retiro del material de sobrecarga**



**Figura 29: Descargue del talud con retroexcavadora**



**Figura 30: Mejoramiento de la presentación del talud**



**Figura 31: Vía de acceso para las volquetas**



**Figura 32: Mejoramiento de la vía de acceso a la obra**



**Figura 33: Recuperación de la antigua vía**



**Figura 34: Colocación de Chaflanes en el talud**



**Figura 35: Detalle de colocación de chaflanes**



**Figura 36: Corte de la terraza sobre el talud**



**Figura 37: Detalle del terraceo en el talud**



**Figura 38: Sustitución del material en el acceso al campamento**



**Figura 39: Protección del talud con pasto**



**Figura 40: Clausura de las vertientes de agua al talud**



**Figura 41: Inicio de la excavación**



**Figura 42: Excavación con retroexcavadora de orugas**



**Figura 43: Excavación del material y chequeo de niveles**



**Figura 44: Excavación longitudinal de talleres con respecto al talud**



**Figura 45: Excavación del talud junto a los talleres**



**Figura 46: Nivelación del terreno**



**Figura 47: Material reemplazado para facilitar el acceso de volquetas**



**Figura 48: Inicio de excavaciones en el Bloque 4**



**Figura 49: Aparición de agua infiltrada en el sector oriental del campamento**



**Figura 50: Bombeo del agua infiltrada hacia el Bloque 4**



**Figura 51: Encharcamiento producido por la infiltración de agua**



**Figura 52: Detalle 1 de la zanja paralela al Bloque 4**



**Figura 53: Detalle 2 de la zanja paralela al Bloque 4**



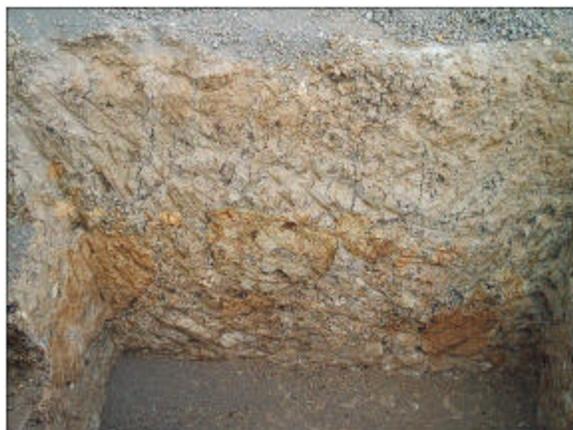
**Figura 54: Detalle 1 Estratos encontrados en el sector de talleres**



**Figura 55: Detalle 2 Estratos encontrados en el sector de talleres**



**Figura 56: Detalle 3 Estratos encontrados en el sector de talleres**



**Figura 57: Excavación del eje D en Talleres**



**Figura 58: Aguas negras infiltradas en la zapata A1 de Talleres**



**Figura 59: Aguas duras con presencia de sulfatos**



**Figura 60: Aparición de agua superficial en el Bloque 4**



**Figura 61: Detalle de la excavación de la zapata I-2A**



**Figura 62: Detalle de la excavación de la zapata J-2A**



**Figura 63: Excavación de zapatas junto al muro de contención**



**Figura 64: Excavación de zapatas en el bloque 5**



**Figura 65: Excavación de zapatas en el eje 9 del bloque 1**



**Figura 66: Arcilla color gris encontrada en la zapata A1 del Bloque 1**



**Figura 67: Detalle de la recuperación del suelo en el eje 1 del bloque 2**



**Figura 68: Recuperación de suelo en el bloque 3**



**Figura 69: Detalle 1 de la excavación de vigas**



**Figura 70: Detalle 2 de la excavación de vigas**



**Figura 71: Relleno con suelo cemento fluido**



**Figura 72: Detalle de zapatas rellenadas con suelo cemento fluido**



**Figura 73: Relleno y compactación manual en talleres**



**Figura 74: Detalle de la compactación manual**



**Figura 75: Cubicación de agregados para relleno con material mejorado**



**Figura 76: Riego del material ligante hasta el punto de la humedad óptima**



**Figura 77: Mezcla homogénea de los agregados**



**Figura 78: Distribución del material a compactar en la zapata**



**Figura 79: Compactación con saltarín**



**Figura 80: Ensayo del cono y la arena**



**Figura 81: Densificante Sikafume, empleado para proteger el concreto del ataque químico del suelo**



**Figura 82: Plastificante Sikament N-100, empleado para hacer manejable la mezcla de concreto con Sikafume**



**Figura 83: Rajón cortado en obra y utilizado en la producción de concreto ciclópeo**



**Figura 84: Preparación de materiales antes de comenzar la fundición**



**Figura 85: Medición por volumen de los aditivos para el concreto**



**Figura 86: Chequeo de niveles en la superficie del concreto ciclópeo**



**Figura 87: Curado a partir de las seis horas siguientes a la fundición**



**Figura 88: Enderezado manual del acero**



**Figura 89: Corte de Acero con cizalla**

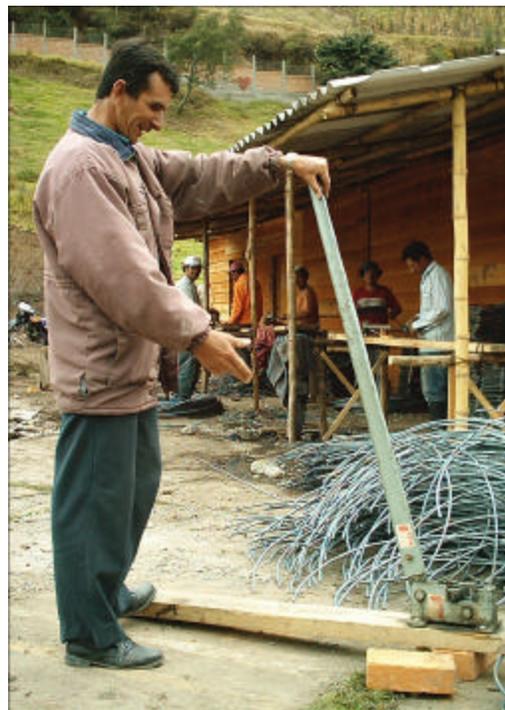


Figura 90: Figurado manual del acero



**Figura 91: Corte del alambre de amarre con cizalla**



**Figura 92: Dobladora de acero modificada para cumplir con el diámetro mínimo de la norma NSR-98**



**Figura 93: Descargue del acero de refuerzo**



**Figura 94: Protección de las chipas de acero con respecto a la humedad**



**Figura 95: Protección del acero de refuerzo con respecto a la humedad**



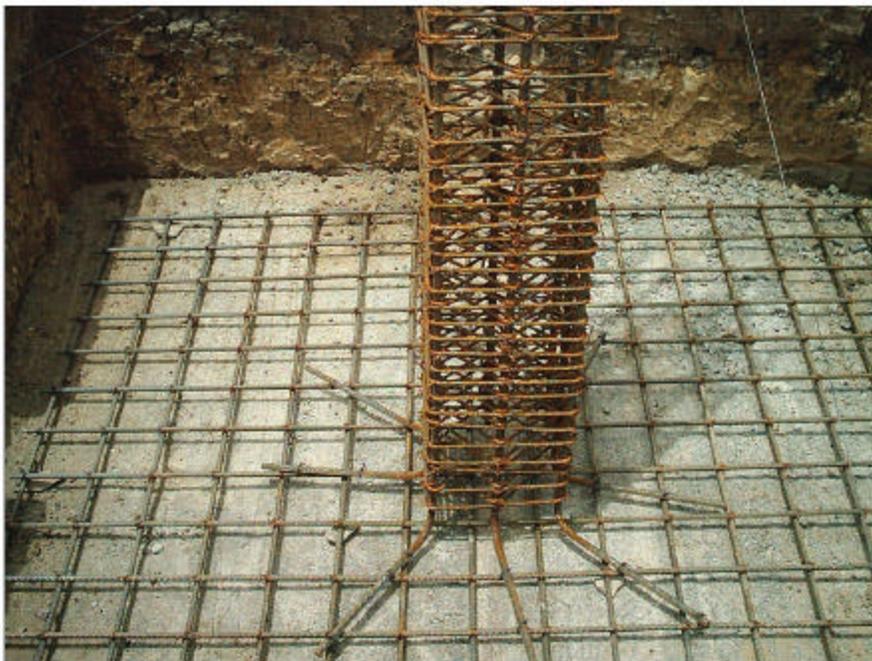
**Figura 96: Detalle del armado de parrillas**



**Figura 97: Parrillas ordenadas de acuerdo a su localización**



**Figura 98: Parrilla alineada y amarrada al castillo**



**Figura 99: Junta de dilatación entre columnas**



**Figura 100: Armado de parrillas bajo las pantallas**



**Figura 101: Instalación de la Formaleta para pedestales y vigas de cimentación**



**Figura 102: Disposición de la formaleta en vigas con junta de dilatación**



**Figura 103: Detalle del refuerzo transversal en columnas**



**Figura 104: Disposición de ganchos intercalados**



**Figura 105: Levantamiento de los castillos**



**Figura 106: Figura panorámica de la obra**



**Figura 107: Apuntalamiento y aplomado de las columnas**



**Figura 108: Detalle de conectores para elementos no estructurales**



**Figura 109: Fundición de columnas en el primer piso**



**Figura 110: Detalle del armado en pantallas**



**Figura 111: Intersección de vigas de cimentación con pantallas y columnas en el Bloque 4**



**Figura 112: Aseguramiento de la formaleta y fundición de pantallas**



**Figura 113: Curado de pantallas con bolsas de cemento húmedas**



**Figura 114: Excavaciones para la localización del muro de contención**



**Figura 115: Fundición del muro de contención**



**Figura 116: Detalle del armado de pantallas**



**Figura 117: Armado de viguetas bajo los muros de fachada**



**Figura 118: Fundición de columnetas**



**Figura 119: Figurado de Ménsulas**



Figura 120: Detalle del Armado de una ménsula



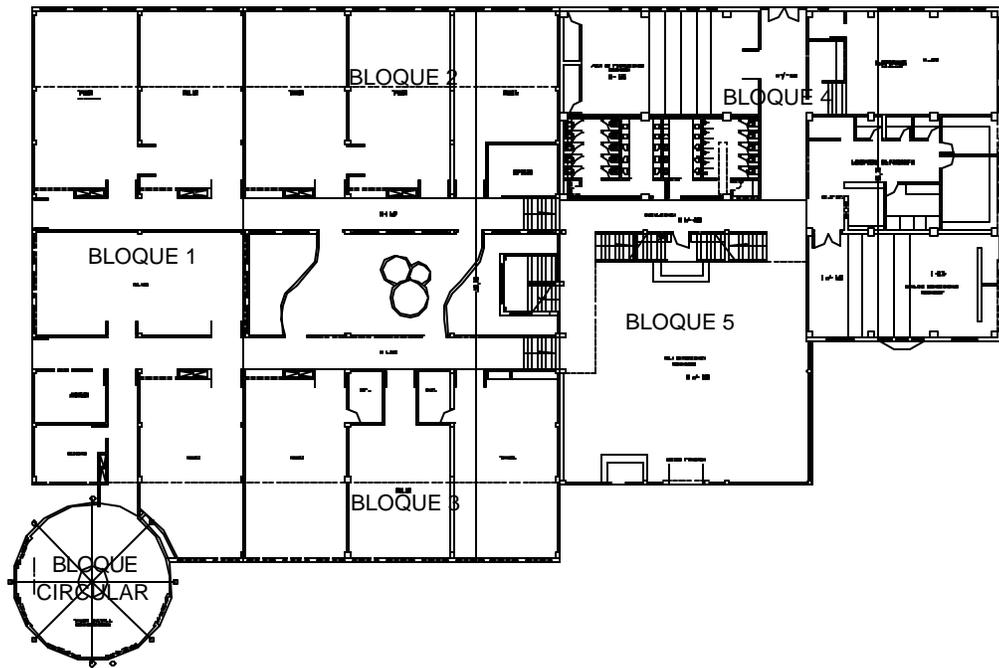
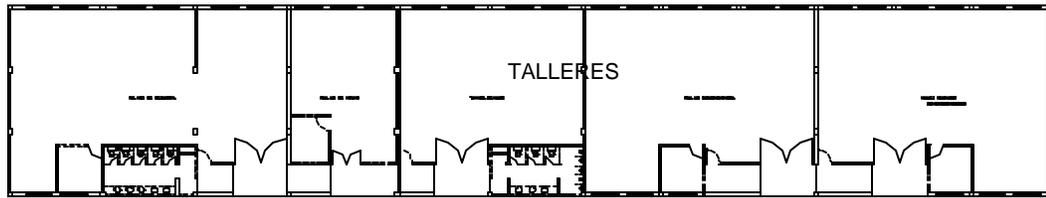
**Figura 121: Muros de sobrecimiento en la fachada**



**Figura 122: Sobrecimiento bajo los muros internos**



FIGURA 123. DISTRIBUCION ESTRUCTURAL DEL PROYECTO



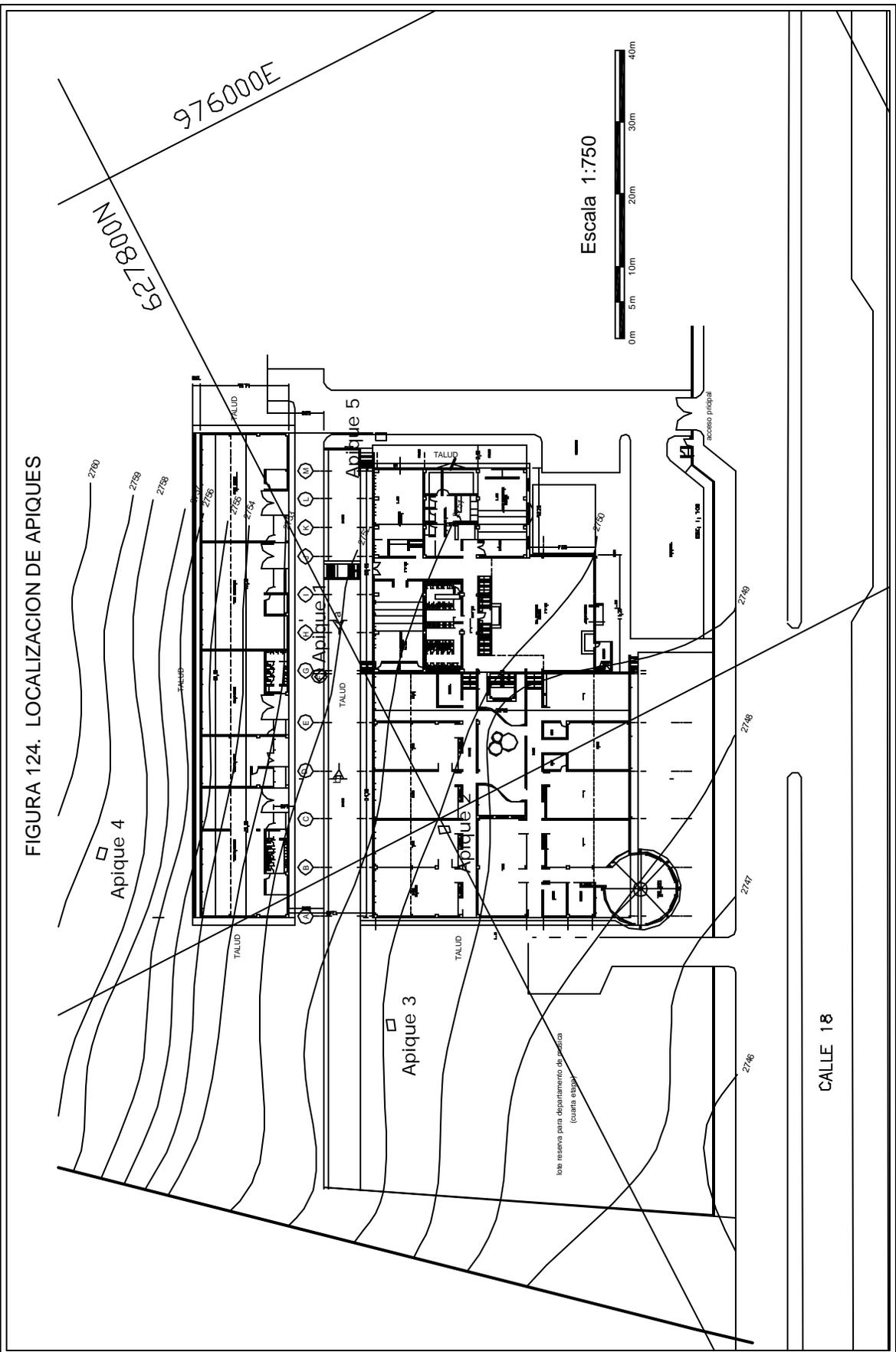


FIGURA 125. TOPOGRAFIA DEL TERRENO

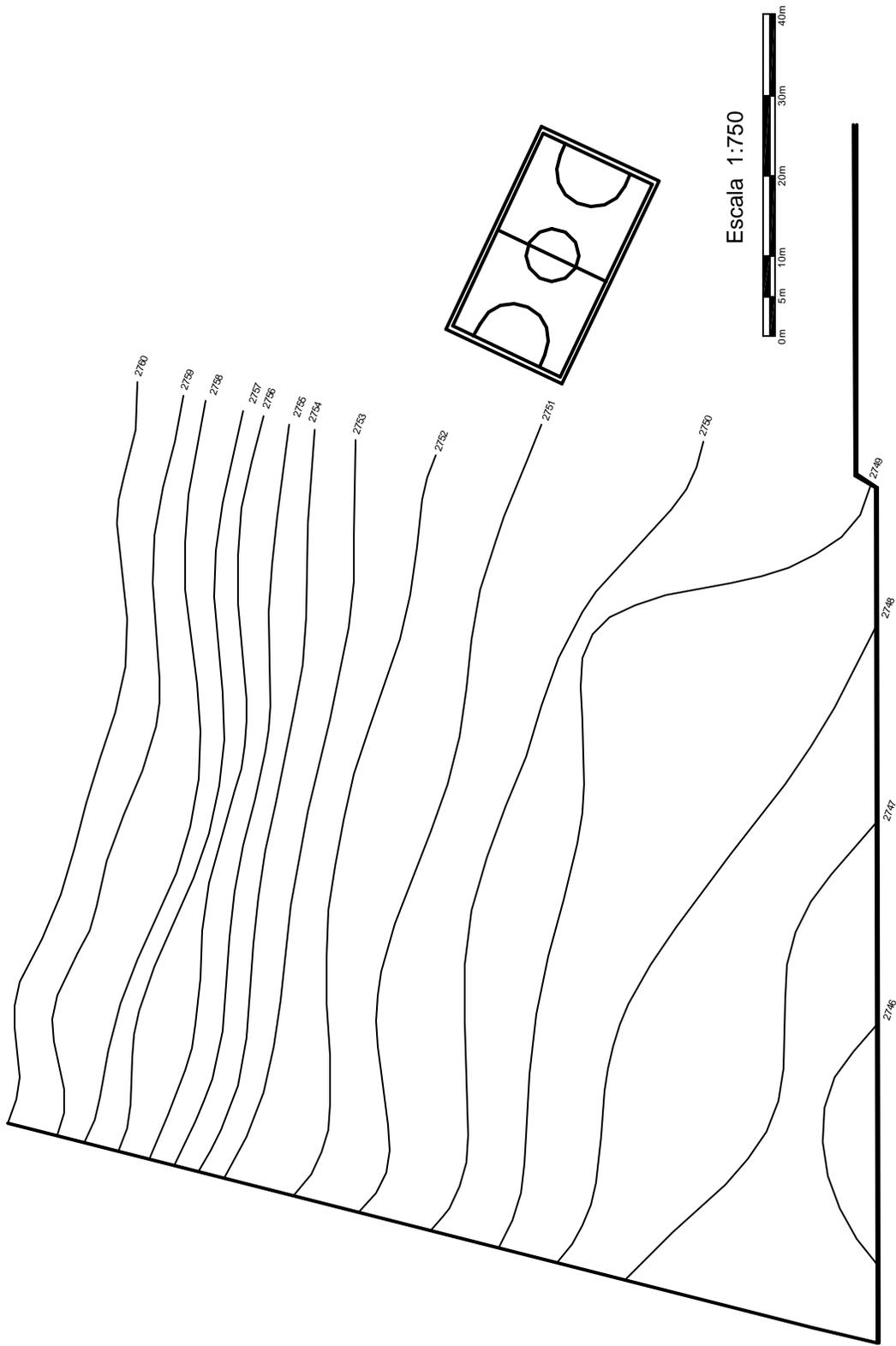


FIGURA 126. PERFIL 'A' DEL TALUD

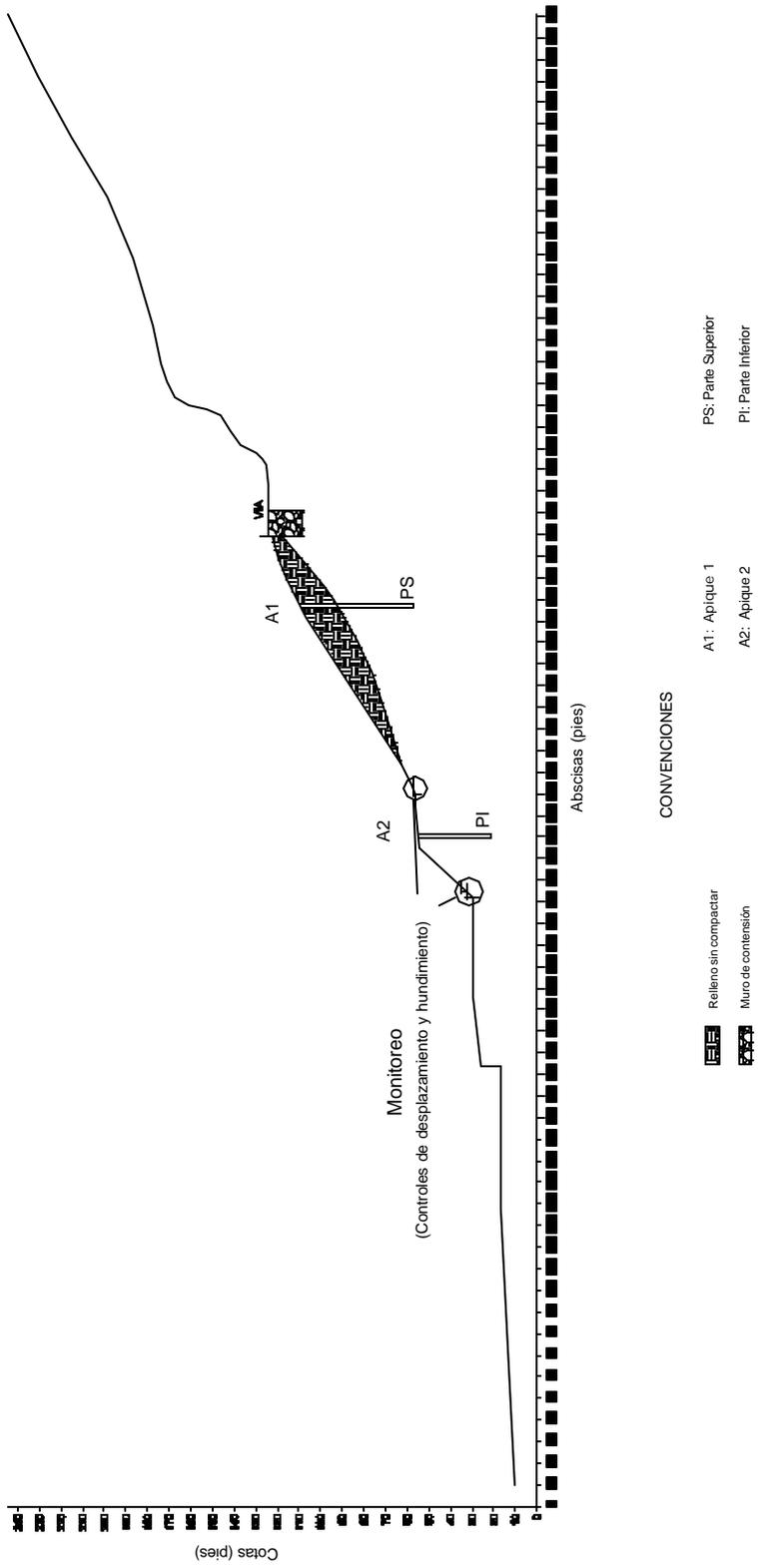


FIGURA 127. PERFIL 'B' DEL TALUD

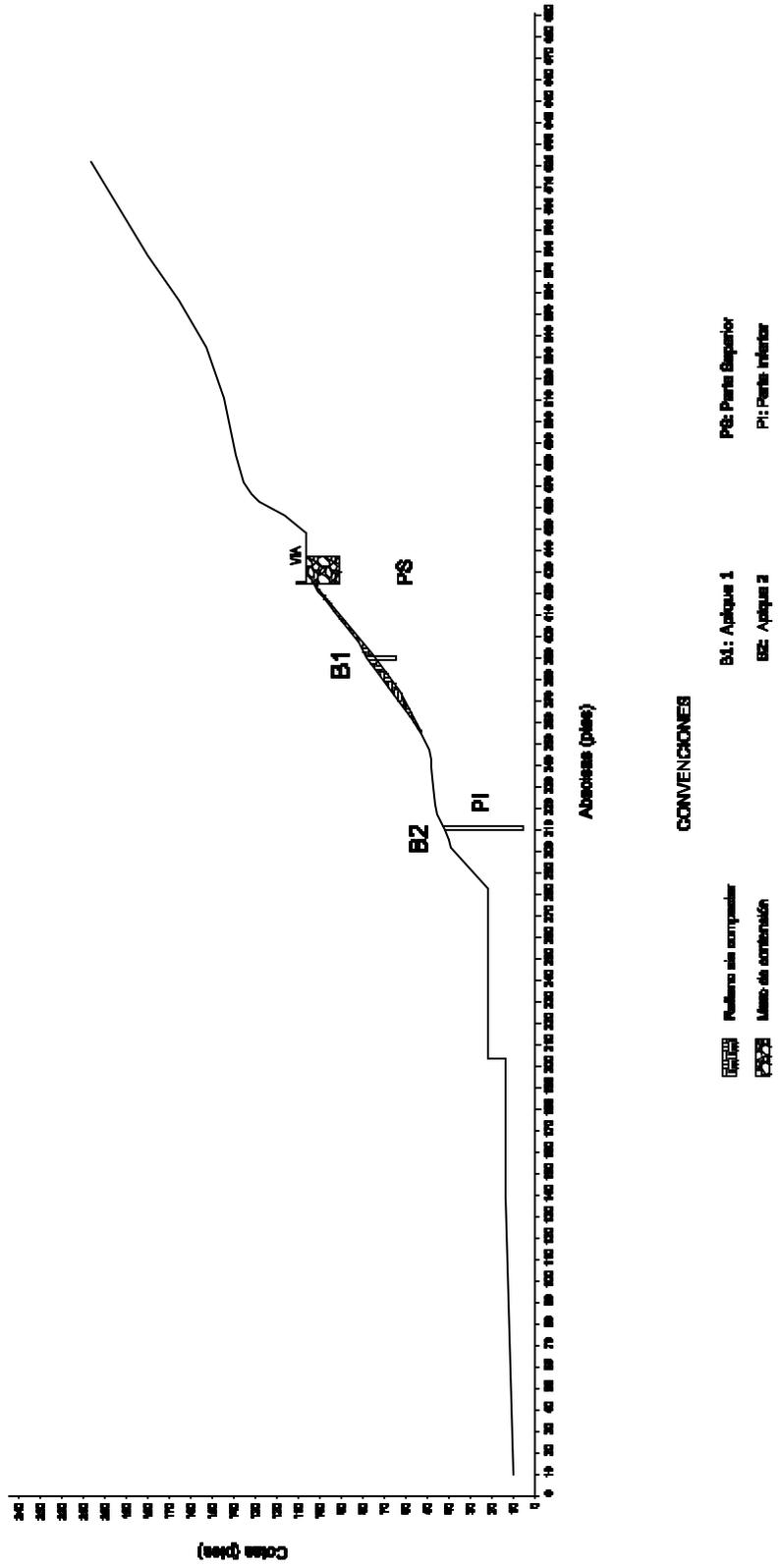


FIGURA 128. PERFIL 'C' DEL TALUD

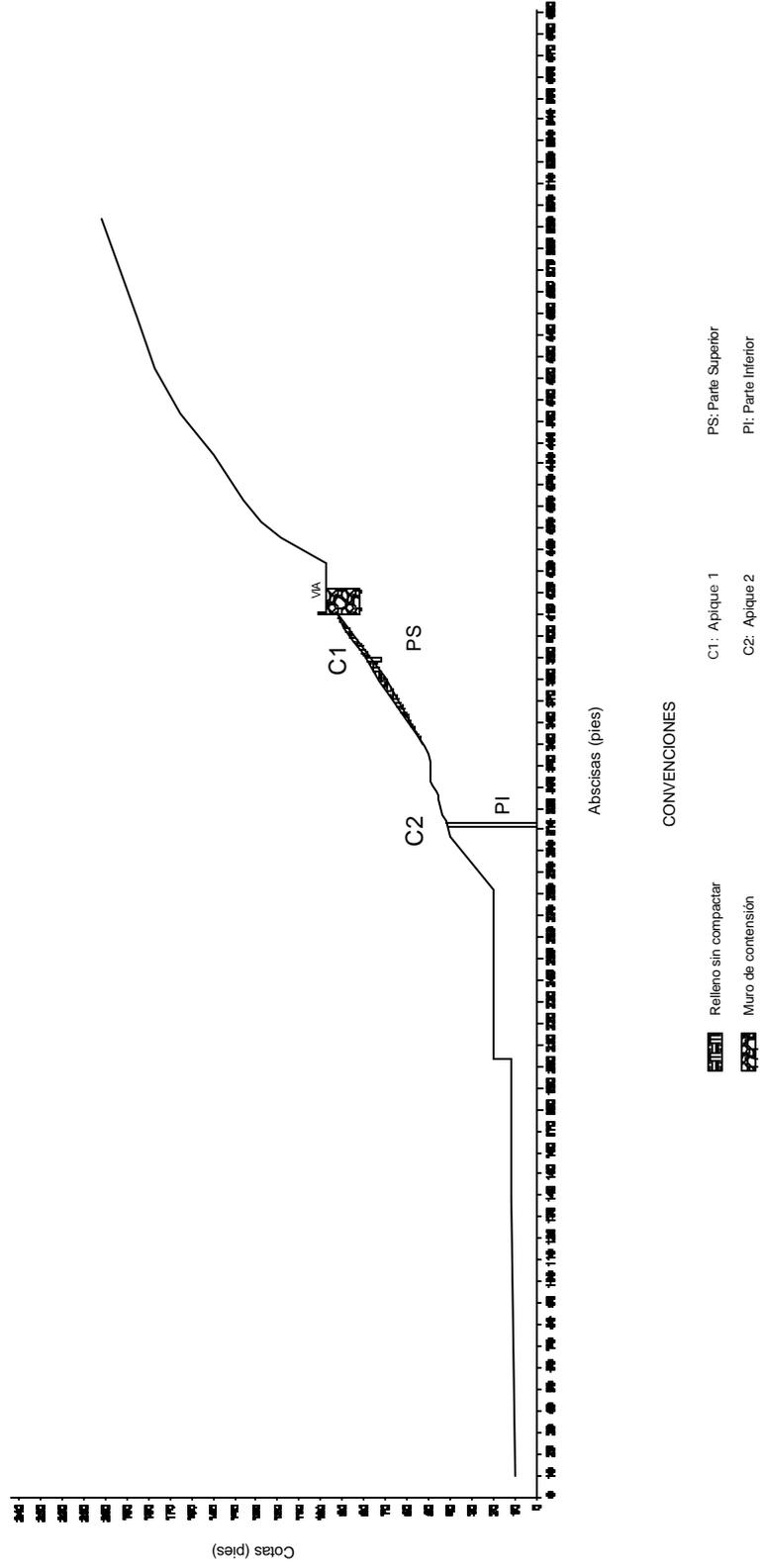
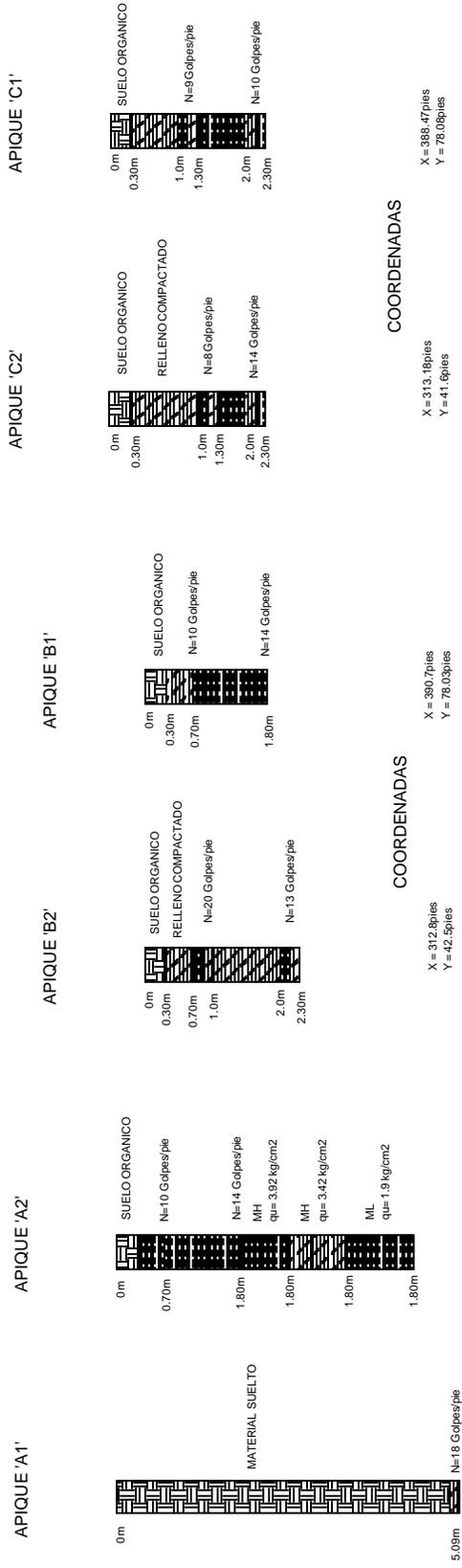


FIGURA 129. PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL TALUD

PERFIL C



PERFIL B

PERFIL A

APIQUE 'A1'      APIQUE 'A2'      APIQUE 'B1'      APIQUE 'B2'      APIQUE 'C1'      APIQUE 'C2'

0m      0m      0m      0m      0m      0m

5.09m      0.70m      0.30m      0.30m      0.30m      0.30m

MATERIAL SUELTO      SUELO ORGANICO      SUELO ORGANICO      SUELO ORGANICO      SUELO ORGANICO      SUELO ORGANICO

N=18 Golpes/pie      N=10 Golpes/pie      N=10 Golpes/pie      N=20 Golpes/pie      N=10 Golpes/pie      N=9 Golpes/pie

1.80m      1.80m      0.70m      1.0m      1.0m      1.0m

1.80m      1.80m      1.80m      2.0m      2.0m      2.0m

1.80m      1.80m      1.80m      2.30m      2.30m      2.30m

qu= 3.92 kg/cm<sup>2</sup>      qu= 3.42 kg/cm<sup>2</sup>      qu= 3.42 kg/cm<sup>2</sup>      qu= 1.9 kg/cm<sup>2</sup>

COORDENADAS      COORDENADAS      COORDENADAS      COORDENADAS      COORDENADAS      COORDENADAS

X = 416.3pies      X = 312.8pies      X = 390.7pies      X = 313.18pies      X = 388.47pies

Y = 108.8pies      Y = 42.5pies      Y = 78.03pies      Y = 41.6pies      Y = 78.08pies

FIGURA 130. MODELO TRIDIMENSIONAL DE LA EXCAVACION DEL TERRENO

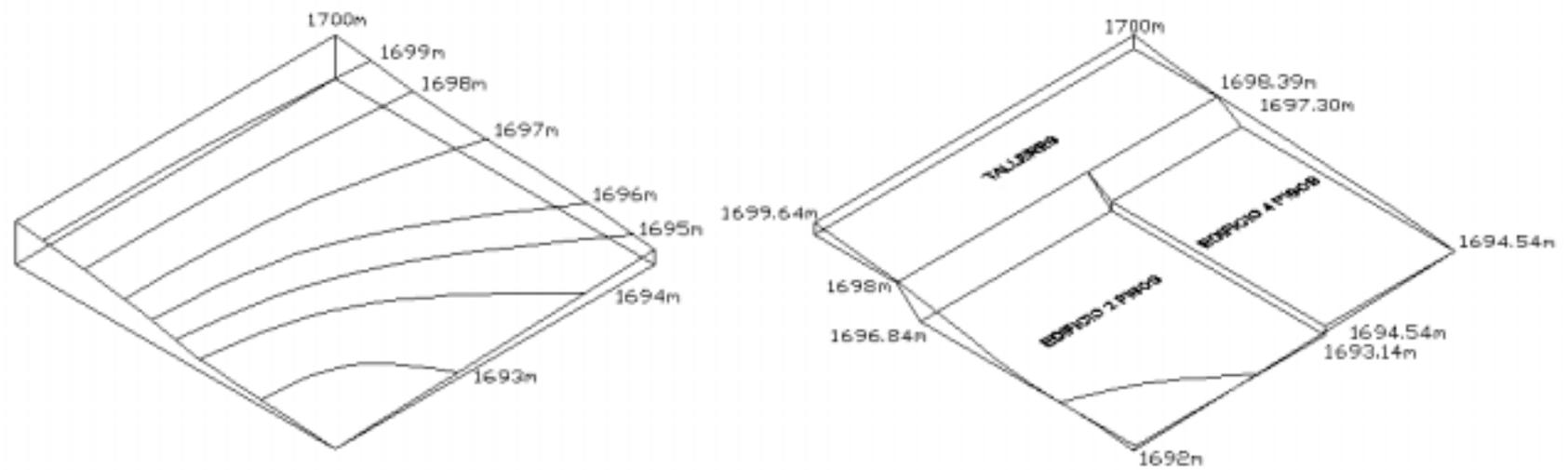


FIGURA 131. SECCIONES DE CORTE EN PLANTA

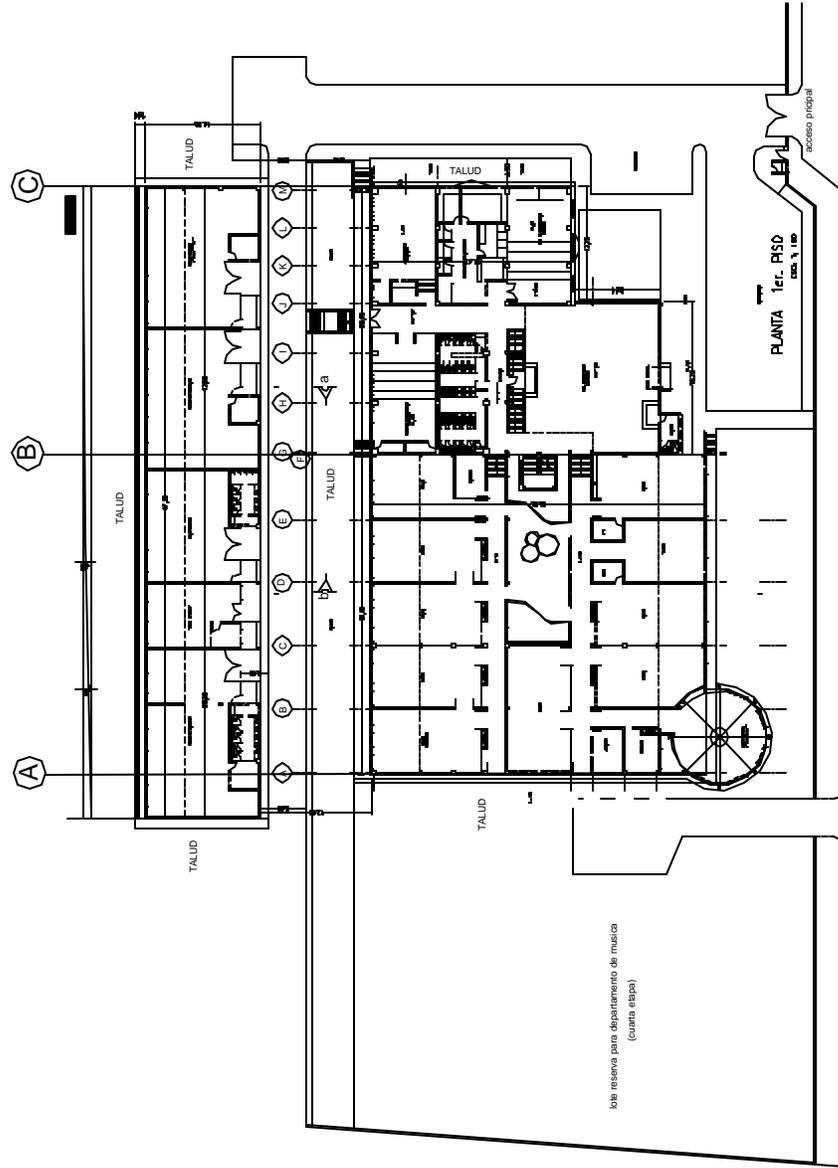
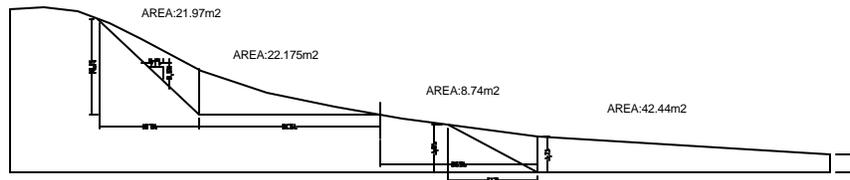
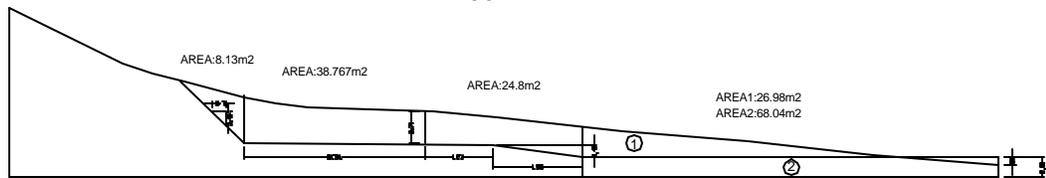


FIGURA 132. SECCIONES DE CORTE EN PERFIL

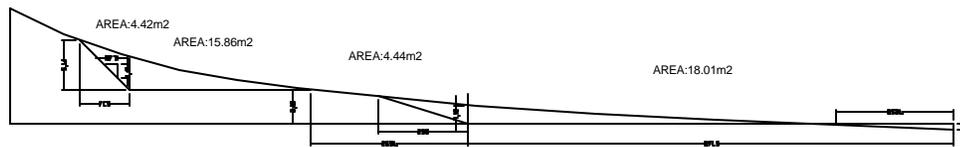
CORTE C



CORTE B



CORTE A



# ANEXOS



**LABORATORIO**

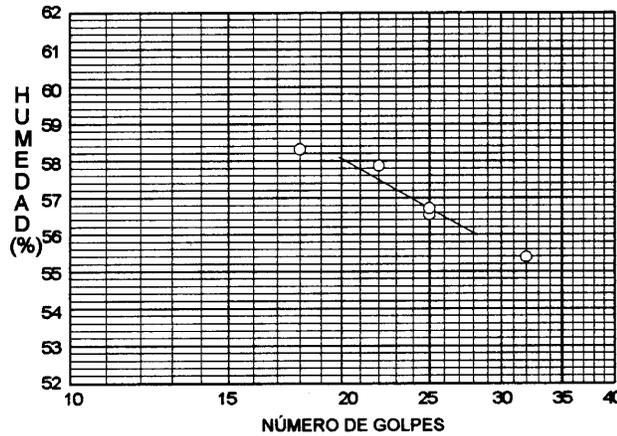
**Anexo 2  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

PROYECTO Bloque Facultad de Artes FECHA 05-12-2003  
 REFERENCIA A1 3,40 LOCALIZACIÓN Apique 1  
 DESCRIPCIÓN \_\_\_\_\_

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	Z	E	7b	17	15	4	E
Peso húmedo + recip. gr.	30,2	22,7	30	27,2	20,2	21	47,6
Peso seco + recip. gr.	22	17,1	21,2	19,5	16,4	17	34,6
Peso recipiente gr.	7,2	7,2	6	6,3	6	6,1	7,2
Humedad %	55,41	56,57	57,89	58,33	36,54	36,70	47,45
Número de golpes	32	25	22	18			

**LÍMITES**



**GRANULOMETRÍA**

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"	0	0,00	100,00
1/2"	0	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	100,00
4	0	0,00	100,00
10	0,5	0,24	99,76
16	1,2	0,57	99,43
40	4,2	1,99	98,01
100	28	13,26	86,74
200	63	29,83	70,17
Pasa 200			

**RESULTADOS**

LL(%)= 56,73  
 LP(%)= 36,62  
 IL(%)= 0,5

IP(%)= 20,11  
 W(%)= 47,45

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO SUCS  
 A-7-5 OH

**PESO SECO TOTAL**

211,19 gr

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_

ANDRES FÉLPE ZAMORA  
 Pasante

**LABORATORIO**

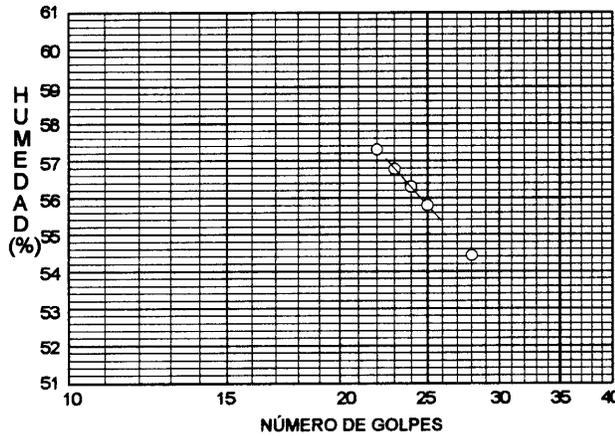
**Anexo 3  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

PROYECTO FACULTAD DE ARTES FECHA 05-13-2003  
 REFERENCIA A1 - 4,20 LOCALIZACIÓN Apique 1  
 DESCRIPCIÓN Arcilla arenosa color gris oscuro de consistencia media

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	N	58P	71	1	67C	88	7B
Peso húmedo + recip. gr.	34,6	34,8	31	32,5	15	17	38,7
Peso seco + recip. gr.	24,2	24,1	21,8	23,1	13,15	14,9	28,7
Peso recipiente gr.	5,1	5,1	5,6	6,7	4,6	4,6	6
Humedad %	54,45	56,32	56,79	57,32	21,64	20,39	44,05
Número de golpes	28	24	23	22			

**LÍMITES**



**GRANULOMETRÍA**

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"	0	0,00	100,00
1/2"	0	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	100,00
4	0	0,00	100,00
10	,3	0,14	99,86
16	,5	0,23	99,77
40	3,7	1,71	98,29
100	26	12,02	87,98
200	48,5	22,42	77,58
Pasa 200			

**RESULTADOS**

LL(%)= 55,81  
 LP(%)= 21,02  
 IL(%)= 0,7

IP(%)= 34,79  
 W(%)= 44,05

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO SUCS  
 A-7-6 CH

**PESO SECO TOTAL**

216,31 gr

**OBSERVACIONES**

---

Andrés Felipe Zamora Gudiño  
 Pasante

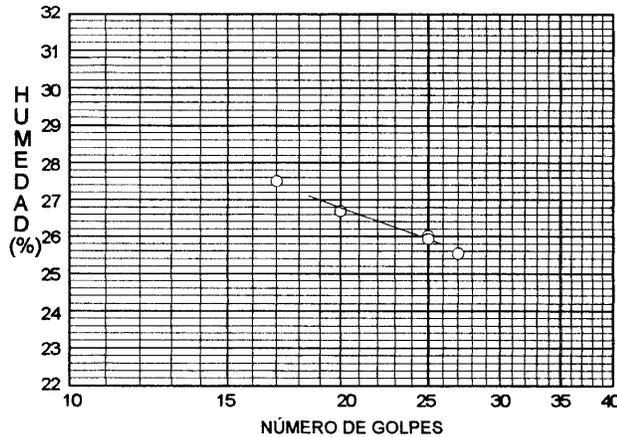
## Anexo 4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PROYECTO FACULTAD DE ARTES FECHA 05-13-2003  
 REFERENCIA A1 - 6,7 LOCALIZACIÓN Apique 1  
 DESCRIPCIÓN Arena limosa color gris de compacidad media

### LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	6L	23	31	2	55	11	1
Peso húmedo + recip. gr.	45	54,9	71,3	57,8	9,7	15,2	72,3
Peso seco + recip. gr.	37	44,8	57,8	46,7	9,1	14,1	58,7
Peso recipiente gr.	5,7	6	7,25	6,35	5,21	6,75	6,7
Humedad %	25,56	26,03	26,71	27,51	15,42	14,97	26,15
Número de golpes	27	25	20	17			

### LÍMITES



### GRANULOMETRÍA

Tamíz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"	0	0,00	100,00
1/2"	0	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	100,00
4	6,3	2,96	97,04
10	15,1	7,10	92,90
16	20,2	9,49	90,51
40	45,3	21,29	78,71
100	114	53,58	46,42
200	162,1	76,19	23,81
Pasa 200			

### RESULTADOS

LL(%)= 25,94      IP(%)= 10,74  
 LP(%)= 15,20      W(%)= 26,15  
 IL(%)= 1,0

### CLASIFICACIÓN

AASHTO    SUCS  
 A-2-6      SM

### PESO SECO TOTAL

212,76 gr

### OBSERVACIONES

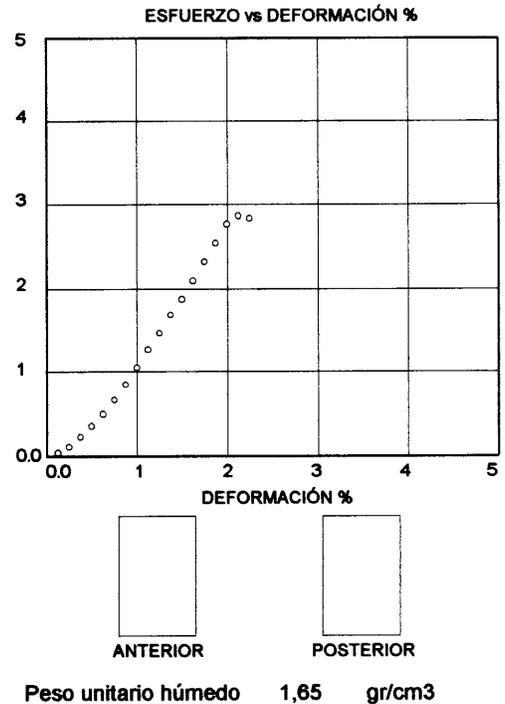
Andrés Felipe Zamora Gudifo  
 Pasante

**LABORATORIO**

**Anexo 5  
COMPRESIÓN SIMPLE O INCONFINADA**

PROYECTO Bloque Facultad de Artes - U. de Narifo FECHA 04-28-2003  
 REFERENCIA Apique No. 1 Profundidad 3.40 m LOCALIZACIÓN Ver figura No.  
 DESCRIPCIÓN Limo arenoso de color habano, presenta conglomerado metereorizado.

Deform. 0,001"	Deform. Unit. %	Carga kg	Área Corr. cm <sup>2</sup>	Esfzo kg/cm <sup>2</sup>
0	0,0000	0,00	0,0000	0,00
5	0,1245	0,97	26,5430	0,04
10	0,2490	2,91	26,5762	0,11
15	0,3735	5,99	26,6094	0,23
20	0,4980	9,71	26,6427	0,36
25	0,6225	13,28	26,6761	0,50
30	0,7471	17,81	26,7095	0,67
35	0,8716	22,67	26,7431	0,85
40	0,9961	28,17	26,7767	1,05
45	1,1206	34,00	26,8104	1,27
50	1,2451	39,34	26,8442	1,47
55	1,3696	45,33	26,8781	1,69
60	1,4941	50,67	26,9121	1,88
65	1,6186	56,67	26,9462	2,10
70	1,7431	62,82	26,9803	2,33
75	1,8676	68,81	27,0145	2,55
80	1,9922	74,80	27,0489	2,77
85	2,1167	77,71	27,0833	2,87
90	2,2412	76,90	27,1178	2,84



**RESISTENCIA MUESTRA**

qu = 2,87 kg/cm<sup>2</sup>  
 c = 1,44 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONTENIDO DE AGUA**

Peso hum. 447,5 grs  
 Peso seco 400 gr  
 Humedad 11,88 %

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Diámetro 5,81 cm  
 Área 26,51 cm<sup>2</sup>  
 Altura 10,2 cm

**OBSERVACIONES**

---

ANDRES FELIPE ZAMORA G

Pasante



**LABORATORIO**

**MEMORIA DE SONDEOS Y RESULTADOS DE ENSAYOS**  
**Anexo 7**

ESTRATOS m	DESCRIPCIÓN	% PASA		LL	IP	IL	CLASIFICACIÓN		qu kg/cm <sup>2</sup>	DENSIDAD HÚMEDA	HUMEDAD NATURAL	
		# 4	# 200				SUCS	AASTHO				
1,90	Arcilla arenosa gris con vetas negras y habanas de consistencia media	100	77,76	60,78	38,41	0,3	MH	A-7A5	0,60	1,88	45,6	
2,30		Limo arenoso color amarillo oxidado de consistencia firme	99,72	65,62	58,15	28,03	0,2	CH	A-7-6	2,67	2,39	34,42
2,60			Limo arenoso color café de consistencia firme	100	75,58	75,78	49,75	0,3	CH	A-7-5	2,85	1,65
3,10	Limo arenoso color amarillo de consistencia firme						ML		3,03	1,64		
3,60	Limo arenoso color café oscuro de consistencia firme						ML		3,62	1,86		
4,10												

PROYECTO Bloque Facultad de Artes - Universidad de Narriño

APIQUE No. 2

LOCALIZACIÓN Figura No.

**LABORATORIO**

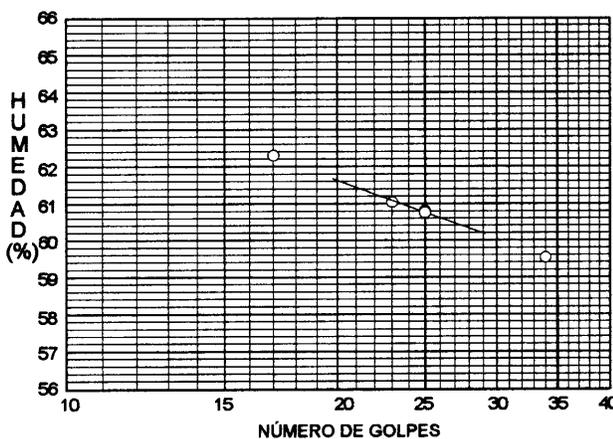
**Anexo 8  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

PROYECTO FACULTAD DE ARTES FECHA 05-13-2003  
 REFERENCIA A2 - 2,00 LOCALIZACIÓN Apique 2  
 DESCRIPCIÓN Arcilla arenosa color gris con vetas habanas y negras

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	85	20	18	81	4	3	71
Peso húmedo + recip. gr.	40,1	34,5	33,4	37,3	13,28	12,4	58,6
Peso seco + recip. gr.	27	23,4	22,5	24,9	11,2	10,6	42
Peso recipiente gr.	5	5,15	4,65	5	5,8	5,9	5,6
Humedad %	59,55	60,82	61,06	62,31	38,52	38,30	45,60
Número de golpes	34	25	23	17			

**LÍMITES**



**GRANULOMETRÍA**

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"	0	0,00	100,00
1/2"	0	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	100,00
4	0	0,00	100,00
10	,6	0,25	99,75
16	1,1	0,46	99,54
40	4,3	1,80	98,20
100	25,1	10,51	89,49
200	53,1	22,24	77,76
Pasa 200			

**RESULTADOS**

LL(%)= 60,78  
 LP(%)= 38,41  
 IL(%)= 0,3

IP(%)= 22,37  
 W(%)= 45,60

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO SUCS  
 A-7-5 MH

**PESO SECO TOTAL**

238,8 gr

**OBSERVACIONES**

---

Andrés Felipe Zamora Gudifo  
 Pasante

**LABORATORIO**

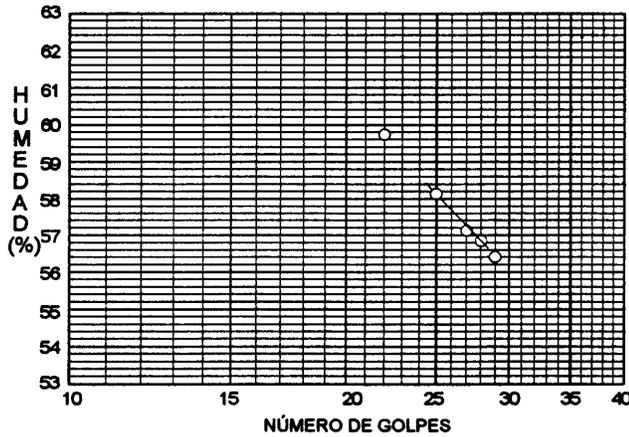
**Anexo 9  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

PROYECTO FACULTAD DE ARTES FECHA 05-13-2003  
 REFERENCIA A2 - 2,50 LOCALIZACIÓN Apique 2  
 DESCRIPCIÓN Arcilla arenosa color amarillo oxidado de consistencia firme

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	2L	15	31	X	71B	4-1C	16
Peso húmedo + recip. gr.	44,5	37,4	34	45	32	23	43,6
Peso seco + recip. gr.	30,9	25,8	24,4	30,6	26,3	19,4	34,1
Peso recipiente gr.	6,8	5,4	7,6	6,5	6,35	6,3	6,5
Humedad %	56,43	56,86	57,14	59,75	28,57	27,48	34,42
Número de golpes	29	28	27	22			

**LÍMITES**



**GRANULOMETRÍA**

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"	0	0,00	100,00
1/2"	0	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	100,00
4	,7	0,28	99,72
10	4,5	1,82	98,18
16	11,2	4,53	95,47
40	26,3	10,63	89,37
100	59	23,84	76,16
200	85,1	34,38	65,62
Pasa 200			

**RESULTADOS**

LL(%)= 58,15  
 LP(%)= 28,03  
 IL(%)= 0,2

IP(%)= 30,12  
 W(%)= 34,42

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO SUCS  
 A-7-6 CH

**PESO SECO TOTAL**

247,51 gr

**OBSERVACIONES**

---

Andrés Felipe Zamora Gudíño  
 Pasante

**LABORATORIO**

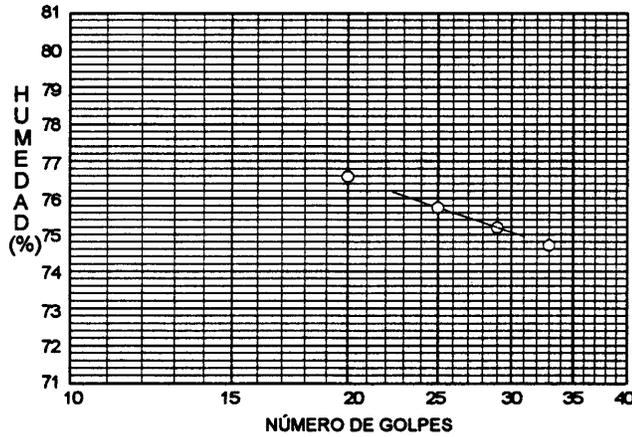
**Anexo 10  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

PROYECTO FACULTAD DE ARTES FECHA 05-13-2003  
 REFERENCIA A2 - 2,60 LOCALIZACIÓN Apique 2  
 DESCRIPCIÓN Arcilla arenosa color amarillo oxidado de consistencia firme

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	16A	30	60	15	3A	4	4
Peso húmedo + recip. gr.	35,7	25,8	28	29,8	12,1	22,2	53,3
Peso seco + recip. gr.	22,4	16,7	18	19	9,5	16,4	35,7
Peso recipiente gr.	4,6	4,6	4,8	4,9	4,2	4,9	4,9
Humedad %	74,72	75,21	75,76	76,60	49,06	50,43	57,14
Número de golpes	33	29	25	20			

**LÍMITES**



**GRANULOMETRÍA**

Tamíz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"	0	0,00	100,00
1/2"	0	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	100,00
4	0	0,00	100,00
10	,1	0,05	99,95
16	1,4	0,70	99,30
40	9	4,51	95,49
100	29,5	14,79	85,21
200	48,7	24,42	75,58
Pasa 200			

**RESULTADOS**

LL(%)= 75,76  
 LP(%)= 49,75  
 IL(%)= 0,3

IP(%)= 26,01  
 W(%)= 57,14

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO SUCS  
 A-7-5 CH

**PESO SECO TOTAL**

199,44 gr

**OBSERVACIONES**

---

Andrés Felipe Zamora Gudifo  
 Pasante

**LABORATORIO**

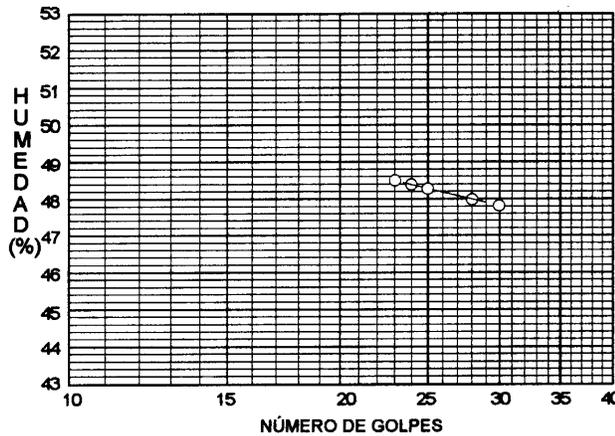
**Anexo 11  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

PROYECTO FACULTAD DE ARTES FECHA 05-13-2003  
 REFERENCIA A2 - 3,4 LOCALIZACIÓN Apique 2  
 DESCRIPCIÓN Arcilla arenosa color amarillo oxidado de consistencia firme

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	17B	2	B	19	81C	1	71B
Peso húmedo + recip. gr.	35,9	38	51,3	39,3	22,9	19,3	45
Peso seco + recip. gr.	26	27,2	36,2	27,9	19,7	16,5	35,4
Peso recipiente gr.	5,3	4,7	5	4,4	5	4,6	5,9
Humedad %	47,83	48,00	48,40	48,51	21,77	23,53	32,54
Número de golpes	30	28	24	23			

**LÍMITES**



**GRANULOMETRÍA**

Tamíz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"	0	0,00	100,00
1/2"	0	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	100,00
4	,3	0,12	99,88
10	,6	0,24	99,76
16	2,4	0,96	99,04
40	9,7	3,89	96,11
100	39	15,63	84,37
200	68,7	27,53	72,47
Pasa 200			

**RESULTADOS**

LL(%)= 48,30  
 LP(%)= 22,65  
 IL(%)= 0,4

IP(%)= 25,65  
 W(%)= 32,54

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO SUCS  
 A-7-6 CL

**PESO SECO TOTAL**

249,51 gr

**OBSERVACIONES**

---

Andrés Felipe Zamora Gudifo  
 Pasante

**LABORATORIO**

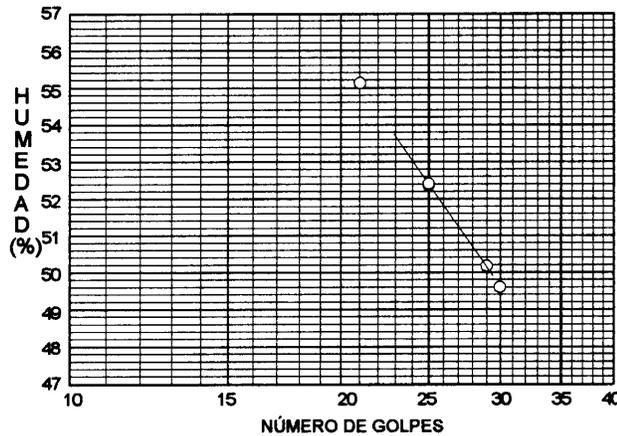
**Anexo 12  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

PROYECTO FACULTAD DE ARTES FECHA 05-13-2003  
 REFERENCIA A2 - 3,60 LOCALIZACIÓN Apique 2  
 DESCRIPCIÓN Limo arenoso color café oscuro de consistencia firme

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	136	101	83	86c	X	Y	17
Peso húmedo + recip. gr.	43,8	40,4	53,3	41	28,8	25,55	59
Peso seco + recip. gr.	30,6	28,1	36,8	28,1	23	20,99	44
Peso recipiente gr.	4	3,6	5,3	4,7	6,1	6,1	6,3
Humedad %	49,62	50,20	52,38	55,13	34,32	30,62	39,79
Número de golpes	30	29	25	21			

**LÍMITES**



**GRANULOMETRÍA**

Tamíz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"	0	0,00	100,00
1/2"	0	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	100,00
4	,1	0,04	99,96
10	1	0,42	99,58
16	3,7	1,55	98,45
40	5,8	2,43	97,57
100	53,6	22,49	77,51
200	92,8	38,93	61,07
Pasa 200			

**RESULTADOS**

LL(%)= 52,43  
 LP(%)= 32,47  
 IL(%)= 0,4

IP(%)= 19,96  
 W(%)= 39,79

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO SUCS  
 A-7-5 MH

**PESO SECO TOTAL**

238,36 gr

**OBSERVACIONES**

---

Andrés Felipe Zamora Gudifo  
 Pasante

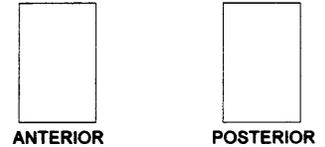
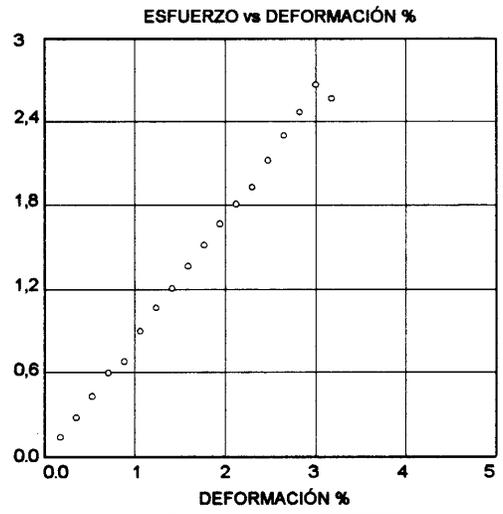


**LABORATORIO**

**Anexo 14  
COMPRESIÓN SIMPLE O INCONFINADA**

PROYECTO Bloque Facultad de Artes - U. de Narifo FECHA 04-28-2003  
 REFERENCIA Apique No. 2 Profundidad 2,50 m LOCALIZACIÓN Ver figura No.  
 DESCRIPCIÓN Limo arenoso color amarillo oxidado de consistencia firme

Deform. 0.001"	Deform. Unit. %	Carga kg	Área Corr. cm <sup>2</sup>	Esfzo kg/cm <sup>2</sup>
0	0,0000	0,00	0,0000	0,00
5	0,1764	3,40	25,0241	0,14
10	0,3528	6,98	25,0684	0,28
15	0,5292	10,85	25,1129	0,43
20	0,7056	15,22	25,1575	0,60
25	0,8819	17,16	25,2023	0,68
30	1,0583	22,67	25,2472	0,90
35	1,2347	27,04	25,2923	1,07
40	1,4111	30,76	25,3375	1,21
45	1,5875	34,81	25,3830	1,37
50	1,7639	38,53	25,4285	1,52
55	1,9403	42,58	25,4743	1,67
60	2,1167	46,14	25,5202	1,81
65	2,2931	49,38	25,5663	1,93
70	2,4694	54,24	25,6125	2,12
75	2,6458	59,09	25,6589	2,30
80	2,8222	63,46	25,7055	2,47
85	2,9986	68,81	25,7522	2,67
90	3,1750	66,38	25,7991	2,57



Peso unitario húmedo 2,39 gr/cm<sup>3</sup>

**RESISTENCIA MUESTRA**

qu = 2,67 kg/cm<sup>2</sup>  
 c = 1,34 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONTENIDO DE AGUA**

Peso hum. 430,7 grs  
 Peso seco 410 gr  
 Humedad 5,05 %

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Diámetro 5,64 cm  
 Área 24,98 cm<sup>2</sup>  
 Altura 7,2 cm

**OBSERVACIONES**

---

ANDRES FELIPE ZAMORA G

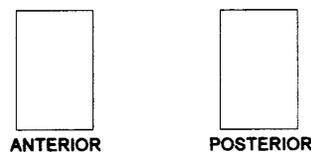
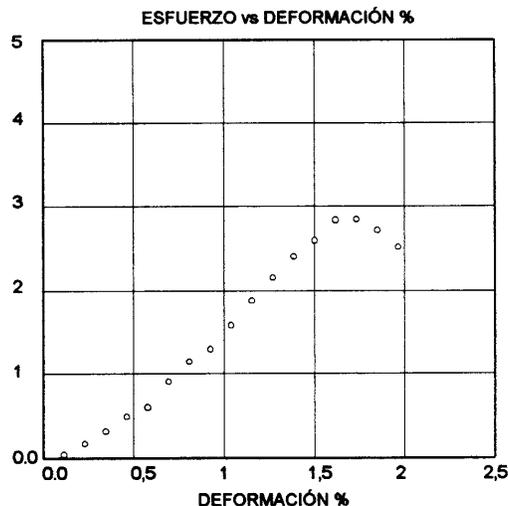
Pasante

**LABORATORIO**

**Anexo 15  
COMPRESIÓN SIMPLE O INCONFINADA**

PROYECTO Bloque Facultad de Artes - U. de Narifo FECHA 04-28-2003  
 REFERENCIA Apique No. 2 Profundidad 2,60 m LOCALIZACIÓN Ver figura No.  
 DESCRIPCIÓN Limo arenoso color café de consistencia firme

Deform. 0.001"	Deform. Unit. %	Carga kg	Área Corr. cm <sup>2</sup>	Esfzo kg/cm <sup>2</sup>
0	0,0000	0,00	0,0000	0,00
5	0,1155	0,97	25,1891	0,04
10	0,2309	4,21	25,2182	0,17
15	0,3464	8,10	25,2475	0,32
20	0,4618	12,30	25,2767	0,49
25	0,5773	15,22	25,3061	0,60
30	0,6927	23,15	25,3355	0,91
35	0,8082	29,14	25,3650	1,15
40	0,9236	33,03	25,3945	1,30
45	1,0391	40,48	25,4242	1,59
50	1,1545	48,08	25,4539	1,89
55	1,2700	55,05	25,4836	2,16
60	1,3855	61,52	25,5135	2,41
65	1,5009	66,36	25,5434	2,60
70	1,6164	72,53	25,5734	2,84
75	1,7318	72,86	25,6034	2,85
80	1,8473	69,62	25,6335	2,72
85	1,9627	64,76	25,6637	2,52



Peso unitario húmedo 1,65 gr/cm<sup>3</sup>

**RESISTENCIA MUESTRA**

qu = 2,85 kg/cm<sup>2</sup>  
 c = 1,43 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONTENIDO DE AGUA**

Peso hum. 457,4 grs  
 Peso seco 410 gr  
 Humedad 11,56 %

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Diámetro 5,66 cm  
 Área 25,16 cm<sup>2</sup>  
 Altura 11 cm

**OBSERVACIONES**

---

ANDRES FELIPE ZAMORA G

Pasante

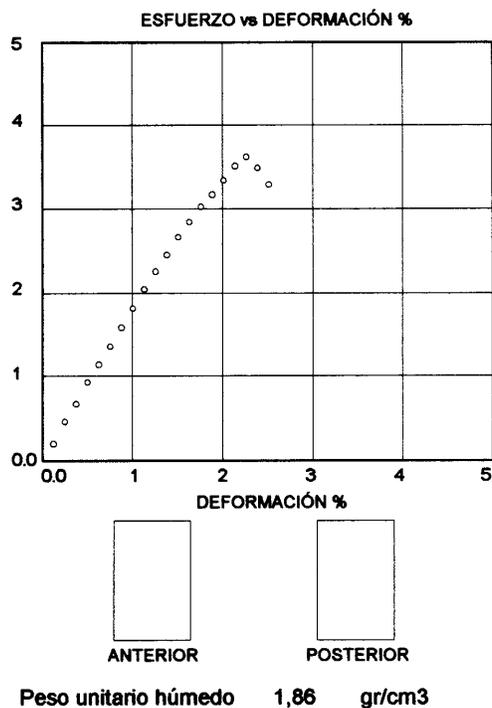


**LABORATORIO**

**Anexo 17  
COMPRESIÓN SIMPLE O INCONFINADA**

PROYECTO Bloque Facultad de Artes - U. de Nariffo FECHA 04-28-2003  
 REFERENCIA Apique No. 2 Profundidad 3,80 m LOCALIZACIÓN Ver figura No.  
 DESCRIPCIÓN Limo arenoso color café oscuro de consistencia firme

Deform. 0.001"	Deform. Unit. %	Carga kg	Área Corr. cm <sup>2</sup>	Esfzo kg/cm <sup>2</sup>
0	0,0000	0,00	0,0000	0,00
5	0,1257	4,86	24,0502	0,20
10	0,2515	11,01	24,0806	0,46
15	0,3772	16,19	24,1109	0,67
20	0,5030	22,34	24,1414	0,93
25	0,6287	27,52	24,1720	1,14
30	0,7545	32,87	24,2026	1,36
35	0,8802	38,53	24,2333	1,59
40	1,0059	44,04	24,2641	1,82
45	1,1317	49,87	24,2949	2,05
50	1,2574	55,05	24,3259	2,26
55	1,3832	59,90	24,3569	2,46
60	1,5089	65,08	24,3880	2,67
65	1,6347	69,62	24,4192	2,85
70	1,7604	73,99	24,4504	3,03
75	1,8861	77,71	24,4818	3,17
80	2,0119	81,76	24,5132	3,34
85	2,1376	86,13	24,5447	3,51
90	2,2634	89,05	24,5763	3,62
95	2,3891	85,81	24,6079	3,49
100	2,5149	80,95	24,6397	3,29



**RESISTENCIA MUESTRA**

qu = 3,62 kg/cm<sup>2</sup>  
 c = 1,81 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONTENIDO DE AGUA**

Peso hum. 450,3 gra  
 Peso seco 450,30 gr  
 Humedad 0,00 %

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Diámetro 5,53 cm  
 Área 24,02 cm<sup>2</sup>  
 Altura 10,1 cm

**OBSERVACIONES**

---

ANDRES FELIPE ZAMORA G  
 Pasante

**LABORATORIO**

**MEMORIA DE SONDEOS Y RESULTADOS DE ENSAYOS  
Anexo 18**

PROYECTO Bloque Facultad de Artes - Universidad de Narino APIQUE No. 3 LOCALIZACIÓN Ver Figura No.

ESTRATOS	DESCRIPCIÓN	% PASA		LL	IP	IL	CLASIFICACIÓN		qu kg/cm <sup>2</sup>	DENSIDAD HÚMEDA	HUMEDAD NATURAL
		# 4	# 200				SUCS	AASTHO			
 <p>m 1,90</p> <p>3,20</p>	Limo arcillosos de color café con betas negras y habanas de consistencia dura	100	63,11	62,08	32,49	1,2	MH	A-7-5	3,06	1,66	68,47
 <p>3,20</p> <p>3,50</p>	Limo arcilloso color café con betas negras y habanas de consistencia dura	100	56,12	57,72	30,14	0,4	MH	A-7-5	2,99	1,65	40,19

**LABORATORIO**

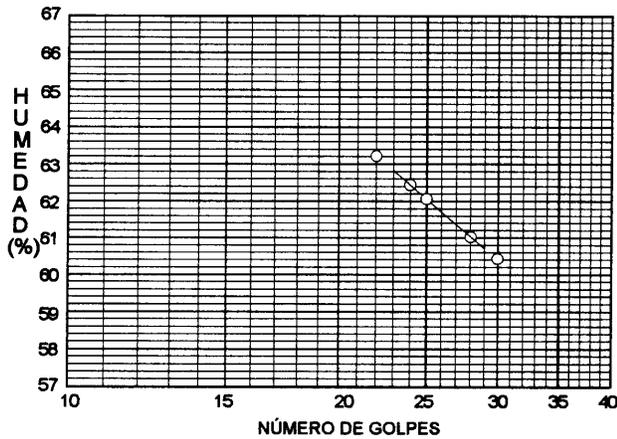
**Anexo 19  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

PROYECTO FACULTAD DE ARTES FECHA 05-13-2003  
 REFERENCIA A3 - 2,50 LOCALIZACIÓN Apique 3  
 DESCRIPCIÓN Arcilla color café con vetas negras y habanas de consistencia firme

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	19	17b	3A	86c	30	81A	2
Peso húmedo + recip. gr.	40,3	45,5	41,8	41,2	21,8	24,2	60,8
Peso seco + recip. gr.	27	30,3	27,5	27,1	17,6	19,6	38
Peso recipiente gr.	5	5,4	4,6	4,8	4,8	5,3	4,7
Humedad %	60,45	61,04	62,45	63,23	32,81	32,17	68,47
Número de golpes	30	28	24	22			

**LÍMITES**



**GRANULOMETRÍA**

Tamíz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"	0	0,00	100,00
1/2"	0	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	100,00
4	0	0,00	100,00
10	1	0,56	99,44
16	4,2	2,34	97,66
40	17,2	9,60	90,40
100	40,6	22,66	77,34
200	66,1	36,89	63,11
Pasa 200			

**RESULTADOS**

LL(%)= 62,08      IP(%)= 29,59  
 LP(%)= 32,49      W(%)= 68,47  
 IL(%)= 1,2

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO    SUCS  
 A-7-5      MH

**PESO SECO TOTAL**

179,2 gr

**OBSERVACIONES**

---

Andrés Felipe Zamora Gudíño  
 Pasante

**LABORATORIO**

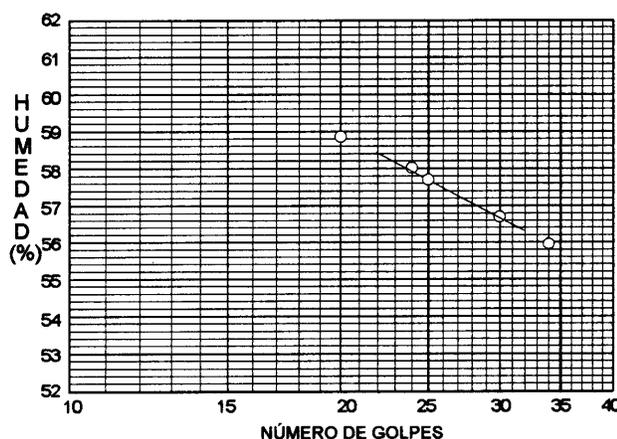
**Anexo 20  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

PROYECTO FACULTAD DE ARTES FECHA 05-13-2003  
 REFERENCIA A3 - 3,40 LOCALIZACIÓN Apique 3  
 DESCRIPCIÓN Limo arenoso color café con vetas grises y puntos de oxidación, de consistencia firme,

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	11M	5	16	71B	2	14	15
Peso húmedo + recip. gr.	28,2	26,7	28,7	28,3	23,9	26,4	62,8
Peso seco + recip. gr.	20,7	19,1	20,4	20	19,9	21,8	46,2
Peso recipiente gr.	7,3	5,7	6,1	5,9	6,2	7	4,9
Humedad %	55,97	56,72	58,04	58,87	29,20	31,08	40,19
Número de golpes	34	30	24	20			

**LÍMITES**



**GRANULOMETRÍA**

Tamíz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"	0	0,00	100,00
1/2"	0	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	100,00
4	0	0,00	100,00
10	,4	0,21	99,79
16	4,6	2,43	97,57
40	16,3	8,62	91,38
100	53,6	28,33	71,67
200	83	43,88	56,12
Pasa 200			

**RESULTADOS**

LL(%)= 57,72  
 LP(%)= 30,14  
 IL(%)= 0,4

IP(%)= 27,58  
 W(%)= 40,19

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO SUCS  
 A-7-5 MH

**PESO SECO TOTAL**

189,17 gr

**OBSERVACIONES**

---

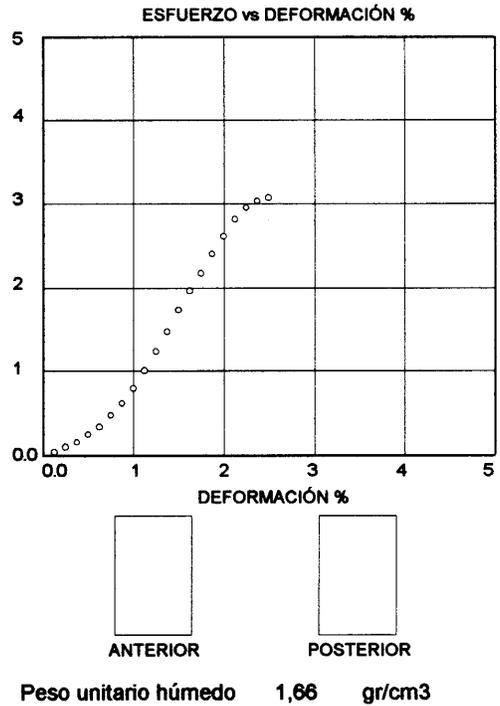
Andrés Felipe Zamora Gudíño  
 Pasante

**LABORATORIO**

**Anexo 21  
COMPRESIÓN SIMPLE O INCONFINADA**

PROYECTO Bloque Facultad de Artes - U. de Narifio FECHA 04-28-2003  
 REFERENCIA Apique No. 3 Profundidad 2,50 m LOCALIZACIÓN Ver figura No.  
 DESCRIPCIÓN Limo arcillosos de color café con betas negras y habanas de consistencia dura

Deform. 0.001"	Deform. Unit. %	Carga kg	Área Corr. cm <sup>2</sup>	Esfzo kg/cm <sup>2</sup>
0	0,0000	0,00	0,0000	0,00
5	0,1245	1,13	27,5643	0,04
10	0,2490	2,75	27,5987	0,10
15	0,3735	4,37	27,6332	0,16
20	0,4980	6,98	27,6678	0,25
25	0,6225	9,39	27,7024	0,34
30	0,7471	13,28	27,7372	0,48
35	0,8716	17,32	27,7721	0,62
40	0,9961	22,18	27,8070	0,80
45	1,1206	28,01	27,8420	1,01
50	1,2451	34,65	27,8771	1,24
55	1,3696	41,28	27,9123	1,48
60	1,4941	48,57	27,9476	1,74
65	1,6186	55,05	27,9829	1,97
70	1,7431	61,20	28,0184	2,18
75	1,8676	67,51	28,0539	2,41
80	1,9922	73,66	28,0896	2,62
85	2,1167	79,33	28,1253	2,82
90	2,2412	83,36	28,1611	2,96
95	2,3657	85,81	28,1971	3,04
100	2,4902	86,94	28,2331	3,08



**RESISTENCIA MUESTRA**

qu = 3,08 kg/cm<sup>2</sup>  
 c = 1,54 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONTENIDO DE AGUA**

Peso hum. 466 grs  
 Peso seco 466,00 gr  
 Humedad 0,00 %

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Diámetro 5,92 cm  
 Área 27,53 cm<sup>2</sup>  
 Altura 10,2 cm

**OBSERVACIONES**

---

ANDRES FELIPE ZAMORA G

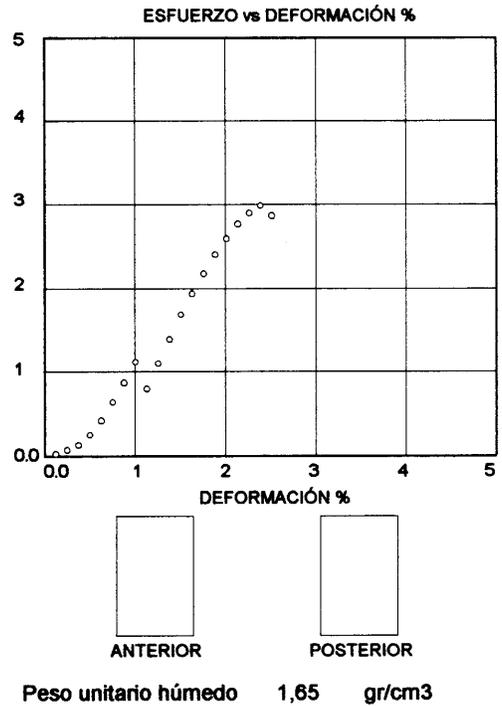
Pasante

**LABORATORIO**

**Anexo 22  
COMPRESIÓN SIMPLE O INCONFINADA**

PROYECTO Bloque Facultad de Artes - U. de Nariffo FECHA 04-28-2003  
 REFERENCIA Apique No. 3 Profundidad 3,40 m LOCALIZACIÓN Ver figura No.  
 DESCRIPCIÓN Limo arcillosos de color café con betas negras y habanas de consistencia dura

Deform. 0.001"	Deform. Unit. %	Carga kg	Área Corr. cm <sup>2</sup>	Esfzo kg/cm <sup>2</sup>
0	0,0000	0,00	0,0000	0,00
5	0,1257	0,49	27,5646	0,02
10	0,2515	1,94	27,5994	0,07
15	0,3772	3,72	27,6342	0,13
20	0,5030	6,80	27,6692	0,25
25	0,6287	11,66	27,7042	0,42
30	0,7545	17,81	27,7393	0,64
35	0,8802	24,29	27,7745	0,87
40	1,0059	31,25	27,8097	1,12
45	1,1317	22,18	27,8451	0,80
50	1,2574	30,76	27,8806	1,10
55	1,3832	38,86	27,9161	1,39
60	1,5089	47,27	27,9518	1,69
65	1,6347	54,24	27,9875	1,94
70	1,7604	61,20	28,0233	2,18
75	1,8861	67,67	28,0592	2,41
80	2,0119	73,18	28,0952	2,60
85	2,1376	78,04	28,1313	2,77
90	2,2634	81,76	28,1675	2,90
95	2,3891	84,19	28,2036	2,99
100	2,5149	80,95	28,2402	2,87



**RESISTENCIA MUESTRA**

qu = 2,99 kg/cm<sup>2</sup>  
 c = 1,50 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONTENIDO DE AGUA**

Peso hum. 458,1 grs  
 Peso seco 458,10 gr  
 Humedad 0,00 %

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Diámetro 5,92 cm  
 Área 27,53 cm<sup>2</sup>  
 Altura 10,1 cm

**OBSERVACIONES**

---

ANDRES FELIPE ZAMORA G

Pasante

**LABORATORIO**

**MEMORIA DE SONDEOS Y RESULTADOS DE ENSAYOS**  
**Anexo 23**

PROYECTO Bloque Facultad de Artes - Universidad de Nariño APIQUE No. 4 LOCALIZACIÓN Ver Figura No.

ESTRATOS m	DESCRIPCIÓN	% PASA		LL	IP	IL	CLASIFICACIÓN		qu kg/cm <sup>2</sup>	DENSIDAD HÚMEDA	HUMEDAD NATURAL
		# 4	# 200				SUCS	AASTHO			
2,55	Limo arcilloso de color amarillo oxidado de consistencia dura	100	80,54	58,14	35,35	0,3	MH	A-7-5	3,92	1,59	43,21
2,90		99,22	74,84	63,28	41,73	0,2	MH	A-7-5	3,42	1,79	45,84
3,40		Limo arenoso color café con presencia de grava meteorizada en pequeña cantidad									
4,40	Limo arcilloso color café de consistencia firme	100	76,20	54,25	54,25	0,5	MH	A-7-5	1,90	1,73	42,62

**LABORATORIO**

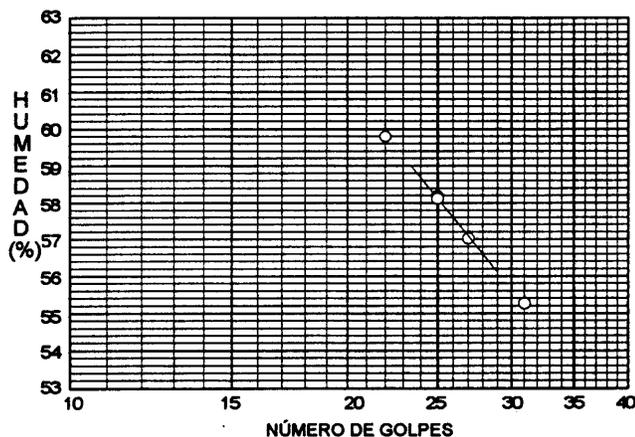
**Anexo 24  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

PROYECTO FACULTAD DE ARTES FECHA 05-13-2003  
 REFERENCIA A4 - 3,10 LOCALIZACIÓN Apique 4  
 DESCRIPCIÓN Limo arcilloso de color amarillo oxidado de consistencia firme,

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	71	Y	3	14	1	6L	11M
Peso húmedo + recip. gr.	38	49,7	42,6	49,75	15,4	20,95	42,1
Peso seco + recip. gr.	26,5	33,9	29,1	33,9	13,5	16,4	31,6
Peso recipiente gr.	5,7	6,2	5,9	7,4	6,45	6	7,3
Humedad %	55,29	57,04	58,19	59,81	26,95	43,75	43,21
Número de golpes	31	27	25	22			

**LÍMITES**



**GRANULOMETRÍA**

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"	0	0,00	100,00
1/2"	0	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	100,00
4	0	0,00	100,00
10	,1	0,03	99,97
16	1	0,31	99,69
40	6,6	2,04	97,96
100	27,4	8,46	91,54
200	63	19,46	80,54
Pasa 200			

**RESULTADOS**

LL(%)= 58,14  
 LP(%)= 35,35  
 IL(%)= 0,3

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO SUCS  
 A-7-5 MH

**PESO SECO TOTAL**

323,72 gr

**OBSERVACIONES**

---

Andrés Felipe Zamora Gudíño

Pasante

**LABORATORIO**

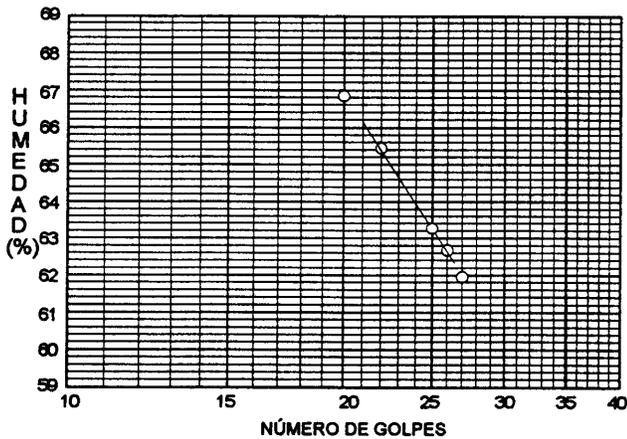
**Anexo 25  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

PROYECTO FACULTAD DE ARTES FECHA 05-13-2003  
 REFERENCIA A4 - 3,20 LOCALIZACIÓN Apique 4  
 DESCRIPCIÓN Limo arenoso color café con presencia de grava meteorizada en pequeña cantidad,

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	B	136	2M	1E	23	11	Z
Peso húmedo + recip. gr.	40,2	34,4	38	35,8	12,1	13,1	65,1
Peso seco + recip. gr.	27	22,8	25,5	23,5	10,4	11,4	46,9
Peso recipiente gr.	5,7	4,3	6,4	5,4	6,4	7,25	7,2
Humedad %	61,97	62,70	65,45	66,85	42,50	40,96	45,84
Número de golpes	27	26	22	20			

**LÍMITES**



**GRANULOMETRÍA**

Tamíz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"	0	0,00	100,00
1/2"	0	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	100,00
4	1,4	0,78	99,22
10	1,8	1,00	99,00
16	2,7	1,51	98,49
40	6,6	3,68	96,32
100	24,8	13,84	86,16
200	45,1	25,16	74,84
Pasa 200			

**RESULTADOS**

LL(%)= 63,28  
 LP(%)= 41,73  
 IL(%)= 0,2

IP(%)= 21,55  
 W(%)= 45,84

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO SUCS  
 A-7-5 MH

**PESO SECO TOTAL**

179,24 gr

**OBSERVACIONES**

---

Andrés Felipe Zamora Gudifo  
 Pasante

**LABORATORIO**

**Anexo 26**

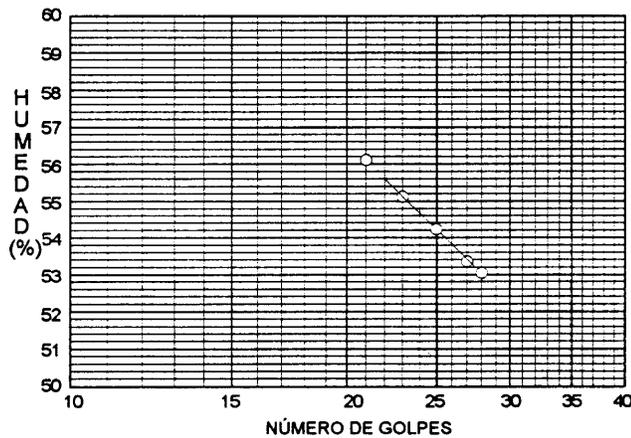
**CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

PROYECTO	FACULTAD DE ARTES	FECHA	05-13-2003
REFERENCIA	A4 - 4,00	LOCALIZACIÓN	Apique 4
DESCRIPCIÓN	Limo arcilloso color café de consistencia firme		

**LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG**

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	2	83	101	58	16	5	14
Peso húmedo + recip. gr.	40,1	40,4	32,7	42,3	22,2	20,35	55,7
Peso seco + recip. gr.	28	28,15	22,5	29	18,25	17,15	41,1
Peso recipiente gr.	5,2	5,2	4	5,3	6,5	6,1	7
Humedad %	53,07	53,38	55,14	56,12	33,62	28,96	42,82
Número de golpes	28	27	23	21			

**LÍMITES**



**GRANULOMETRÍA**

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"	0	0,00	100,00
1/2"	0	0,00	100,00
3/8"	0	0,00	100,00
4	0	0,00	100,00
10	,6	0,25	99,75
16	,8	0,33	99,67
40	3,4	1,41	98,59
100	28,7	11,90	88,10
200	57,4	23,80	76,20
Pasa 200			

**RESULTADOS**

LL(%)= 54,25  
 LP(%)= 31,29  
 IL(%)= 0,5

**CLASIFICACIÓN**

AASHTO SUCS  
 A-7-5 MH

**PESO SECO TOTAL**

241,14 gr

**OBSERVACIONES**

---



---

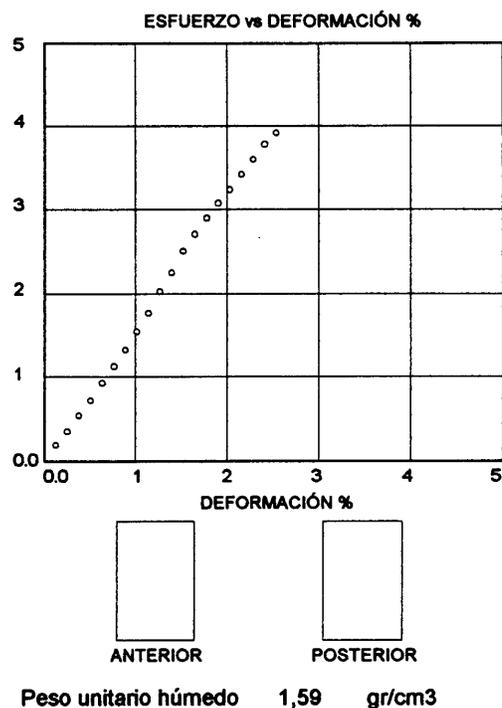
Andrés Felipe Zamora Gudiño  
 Pasante

**LABORATORIO**

**Anexo 27  
COMPRESIÓN SIMPLE O INCONFINADA**

PROYECTO Bloque Facultad de Artes - U. de Naríño FECHA 04-28-2003  
 REFERENCIA Apique No. 4 Profundidad 3,10 m LOCALIZACIÓN Ver figura No.  
 DESCRIPCIÓN Limo arcillosos de color amarillo oxidado de consistencia dura

Deform. 0.001"	Deform. Unt. %	Carga kg	Área Corr. cm <sup>2</sup>	Esfzo kg/cm <sup>2</sup>
0	0,0000	0,00	0,0000	0,00
5	0,1270	4,86	25,0118	0,19
10	0,2540	8,74	25,0436	0,35
15	0,3810	13,60	25,0755	0,54
20	0,5080	18,13	25,1075	0,72
25	0,6350	23,31	25,1396	0,93
30	0,7620	28,33	25,1718	1,13
35	0,8890	33,51	25,2041	1,33
40	1,0160	39,18	25,2364	1,55
45	1,1430	44,85	25,2688	1,77
50	1,2700	51,48	25,3013	2,03
55	1,3970	56,99	25,3339	2,25
60	1,5240	63,79	25,3666	2,51
65	1,6510	68,81	25,3993	2,71
70	1,7780	73,66	25,4322	2,90
75	1,9050	78,36	25,4651	3,08
80	2,0320	82,57	25,4981	3,24
85	2,1590	87,43	25,5312	3,42
90	2,2860	91,96	25,5644	3,60
95	2,4130	96,65	25,5977	3,78
100	2,5400	100,36	25,6310	3,92



**RESISTENCIA MUESTRA**

qu = 3,92 kg/cm<sup>2</sup>  
 c = 1,96 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONTENIDO DE AGUA**

Peso hum. 396,6 grs  
 Peso seco 396,60 gr  
 Humedad 0,00 %

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Diámetro 5,64 cm  
 Área 24,98 cm<sup>2</sup>  
 Altura 10 cm

**OBSERVACIONES**

---

ANDRES FELIPE ZAMORA G

Pasante

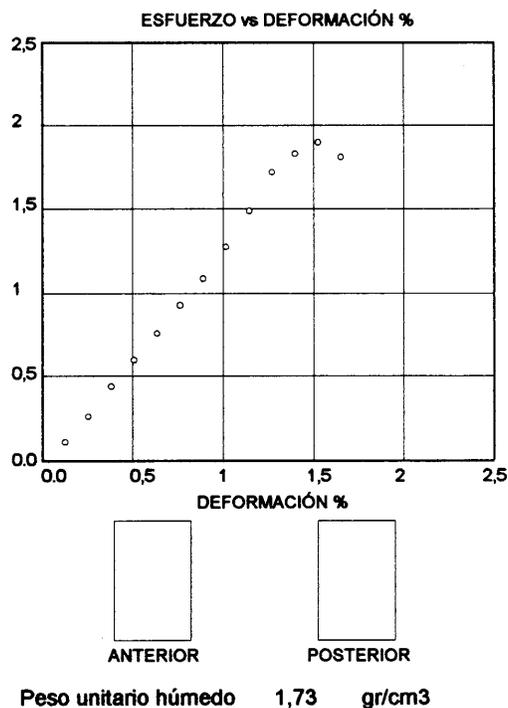


**LABORATORIO**

**Anexo 29  
COMPRESIÓN SIMPLE O INCONFINADA**

PROYECTO Bloque Facultad de Artes - U. de Narifo FECHA 04-28-2003  
 REFERENCIA Apique No. 4 Profundidad 4,00 m LOCALIZACIÓN Ver figura No.  
 DESCRIPCIÓN Limo arcilloso color café de consistencia firme

Deform. 0.001"	Deform. Unit. %	Carga kg	Área Corr. cm2	Esfzo kg/cm2
0	0,0000	0,00	0,0000	0,00
5	0,1270	2,91	25,5525	0,11
10	0,2540	6,64	25,5850	0,26
15	0,3810	11,33	25,6176	0,44
20	0,5080	15,36	25,6503	0,60
25	0,6350	19,59	25,6831	0,76
30	0,7620	23,96	25,7160	0,93
35	0,8890	28,17	25,7489	1,09
40	1,0160	33,03	25,7819	1,28
45	1,1430	38,53	25,8151	1,49
50	1,2700	44,36	25,8483	1,72
55	1,3970	47,44	25,8816	1,83
60	1,5240	49,22	25,9149	1,90
65	1,6510	46,95	25,9484	1,81



**RESISTENCIA MUESTRA**

qu = 1,90 kg/cm2  
 c = 0,95 Kg/cm2

**CONTENIDO DE AGUA**

Peso hum. 440,3 grs  
 Peso seco 440,3 gr  
 Humedad 0,00 %

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Diámetro 5,70 cm  
 Área 25,52 cm2  
 Altura 10 cm

**OBSERVACIONES**

---

ANDRES FELIPE ZAMORA G  
 Pasante

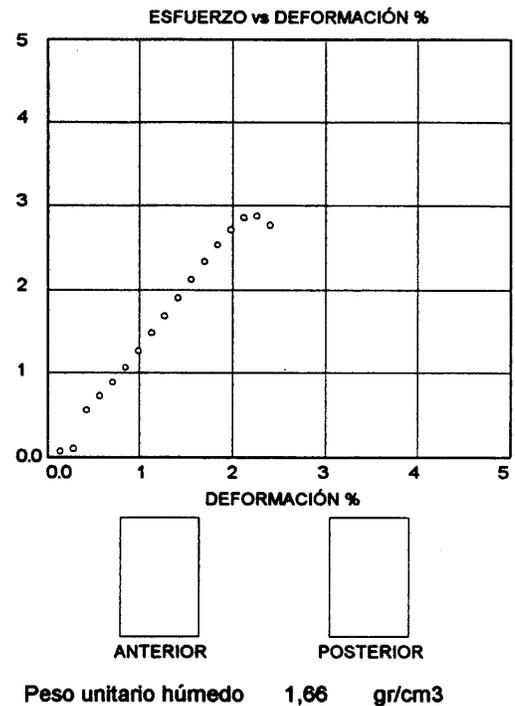


**LABORATORIO**

**Anexo31  
COMPRESIÓN SIMPLE O INCONFINADA**

PROYECTO Bloque Facultad de Artes - U. de Narino FECHA 06-09-2003  
 REFERENCIA Estrato No. 2 LOCALIZACIÓN Ver figura No.  
 DESCRIPCIÓN Limo arcilloso color café de consistencia firme

Deform. 0.001"	Deform. Unit. %	Carga kg	Área Corr. cm <sup>2</sup>	Esfzo kg/cm <sup>2</sup>
0	0,0000	0,00	0,0000	0,00
5	0,1414	1,94	28,6004	0,07
10	0,2829	2,91	28,6410	0,10
15	0,4243	16,19	28,6817	0,56
20	0,5657	21,05	28,7225	0,73
25	0,7071	25,58	28,7634	0,89
30	0,8486	30,92	28,8044	1,07
35	0,9900	36,75	28,8456	1,27
40	1,1314	42,90	28,8868	1,49
45	1,2728	48,89	28,9282	1,69
50	1,4143	55,37	28,9697	1,91
55	1,5557	61,85	29,0113	2,13
60	1,6971	68,00	29,0531	2,34
65	1,8385	73,99	29,0949	2,54
70	1,9800	79,33	29,1369	2,72
75	2,1214	83,38	29,1790	2,86
80	2,2628	84,03	29,2212	2,88
85	2,4042	80,95	29,2636	2,77



**RESISTENCIA MUESTRA**

qu = 2,88 kg/cm<sup>2</sup>  
 c = 1,44 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONTENIDO DE AGUA**

Peso hum. 424,5 grs  
 Peso seco 395 gr  
 Humedad 7,47 %

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Diámetro 6,03 cm  
 Área 28,56 cm<sup>2</sup>  
 Altura 8,98 cm

**OBSERVACIONES**

---

ANDRES FELIPE ZAMORA G

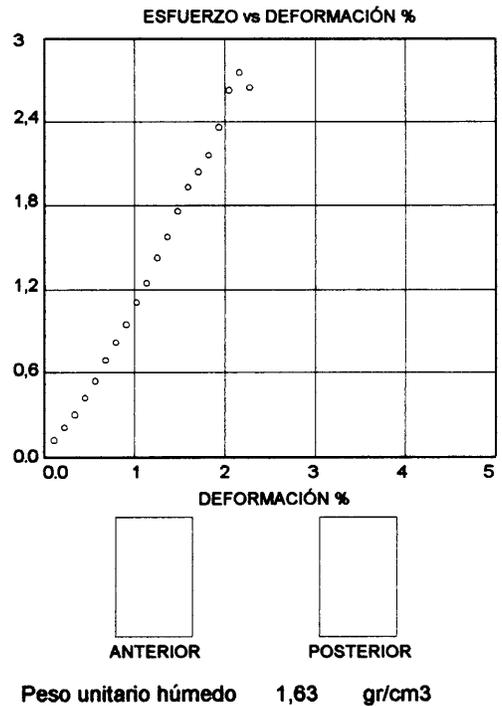
Pasante

**LABORATORIO**

**Anexo32  
COMPRESIÓN SIMPLE O INCONFINADA**

PROYECTO Bloque Facultad de Artes - U. de Narifo      FECHA 06-09-2003  
 REFERENCIA Estrato No. 3      LOCALIZACIÓN Ver figura No.  
 DESCRIPCIÓN Limo arcilloso color café de consistencia firme

Deform. 0.001"	Deform. Unit. %	Carga kg	Área Corr. cm <sup>2</sup>	Esfzo kg/cm <sup>2</sup>
0	0,0000	0,00	0,0000	0,00
5	0,1137	3,24	26,9106	0,12
10	0,2274	5,67	26,9413	0,21
15	0,3411	8,10	26,9720	0,30
20	0,4548	11,33	27,0028	0,42
25	0,5685	14,57	27,0337	0,54
30	0,6822	18,62	27,0646	0,69
35	0,7959	22,18	27,0957	0,82
40	0,9096	25,90	27,1267	0,95
45	1,0233	30,11	27,1579	1,11
50	1,1370	34,00	27,1891	1,25
55	1,2507	38,86	27,2204	1,43
60	1,3644	43,07	27,2518	1,58
65	1,4781	47,92	27,2833	1,76
70	1,5918	52,62	27,3148	1,93
75	1,7055	55,69	27,3464	2,04
80	1,8192	59,09	27,3781	2,16
85	1,9329	64,76	27,4098	2,36
90	2,0466	72,05	27,4416	2,63
95	2,1603	75,77	27,4735	2,76
100	2,2739	72,86	27,5054	2,65



**RESISTENCIA MUESTRA**

qu = 2,76 kg/cm<sup>2</sup>  
 c = 1,38 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONTENIDO DE AGUA**

Peso hum. 489,7 grs  
 Peso seco 450 gr  
 Humedad 8,82 %

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Diámetro 5,85 cm  
 Área 26,88 cm<sup>2</sup>  
 Altura 11,17 cm

**OBSERVACIONES**

---

ANDRES FELIPE ZAMORA G  
 Pasante