

PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH
(MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN)

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
 Tipo de material: Base Granular Clase A - idu
 Fecha de realización del ensayo: 4/07/2019

Ensayo: I.N.V. E - 218 Resistencia a la degradación de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2") por medio de la máquina de los Ángeles: 500 revoluciones
 Granulometría: A
 Número de esferas: 12
 Masa de la carga abrasiva (g): 5000 ± 25
 Tamaño máximo nominal del agregado: 1 "

Tamaño de tamiz				Masa de la fracción (g)
Pasa tamiz		Retenido en tamiz		Granulometría
				A
37,50 mm	1 1/2 "	25,0 mm	1 "	1250
25,0 mm	1 "	19,0 mm	3/4 "	
19,0 mm	3/4 "	12,5 mm	1/2 "	
12,5 mm	1/2 "	9,50 mm	3/8 "	
9,50 mm	3/8 "	6,30 mm	1/4 "	
6,30 mm	1/4 "	4,75 mm	N° 4	
4,75 mm	N° 4	2,36 mm	N° 8	
				5000

Masa de la muestra sea antes del ensayo:	5000 g
Masa de la muestra seca después del ensayo previo al lavado sobre el tamiz de 1,70 mm (N° 12):	2875 g
Pérdida	43 %

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina
 Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y
MCH (MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN)

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
 Tipo de material: Base Granular Clase A - idu
 Fecha de realización del ensayo: 4/07/2019

Ensayo: I.N.V. E - 218 Resistencia a la degradación de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2") por medio de la máquina de los Ángeles: 100 revoluciones
 Granulometría: A
 Número de esferas: 12
 Masa de la carga abrasiva (g): 5000 ± 25
 Tamaño máximo nominal del agregado: 1 "

Tamaño de tamiz				Masa de la fracción (g)
Pasa tamiz		Retenido en tamiz		Granulometría
				A
37,50 mm	1 1/2 "	25,0 mm	1 "	1250
25,0 mm	1 "	19,0 mm	3/4 "	
19,0 mm	3/4 "	12,5 mm	1/2 "	
12,5 mm	1/2 "	9,50 mm	3/8 "	
9,50 mm	3/8 "	6,30 mm	1/4 "	
6,30 mm	1/4 "	4,75 mm	Nº 4	
4,75 mm	Nº 4	2,36 mm	Nº 8	
				5000

Masa de la muestra sea antes del ensayo: 5000 g

Masa de la muestra seca después del ensayo previo al lavado sobre el tamiz de 1,70 4875 g

Pérdida 3 %

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina

Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH
(MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN)

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
Tipo de material: Base Granular Clase A - idu
Fecha de realización del ensayo: 26/06/2019

Ensayo: I.N.V. E - 238 Determinación de la resistencia del agregado grueso a la degradación por abrasión utilizando el aparato micro-deval
Velocidad de rotación (rpm): 100 ± 5
Masa de la carga abrasiva (g): 5000 ± 5
Tiempo de rotación: $2 \text{ h} \pm 1 \text{ min}$
Tamaño máximo del agregado: $1 \frac{1}{2}''$

Tamaño de tamiz				Masa de la fracción (g)
Pasa tamiz		Retenido en tamiz		
19,0 mm	3/4 "	16,0 mm	5/8 "	375
16,0 mm	5/8 "	12,5 mm	1/2 "	375
12,5 mm	1/2 "	9,50 mm	3/8 "	750
				1500

Masa de la muestra sea antes del ensayo: 1500 g

Masa de la muestra seca después del ensayo previo al lavado sobre el tamiz de 1,18 mm (N° 16): 940 g

Pérdida 37,3 %

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina

Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH (MODERADO
CALOR DE HIDRATACIÓN
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
 Tipo de material: Base Granular Clase A - idu
 Fecha de realización del ensayo: 11/07/2019

Ensayo: I.N.V. E - 224 Determinación del valor del 10% de Finos: método seco
 Granulometría: Agregado gradado 37,5 mm a 4,75 mm (1 1/2 " a N° 4)
 Tipo de Agregado: Agregados triturados normales
 Penetración (mm): 20
 Tiempo del ensayo: 10 min ± 30 s
 Velocidad del ensayo: 2 mm / min

Tamaño de tamiz		Masa de la fracción (g)
Retenido en tamiz		
12,5 mm	1/2 "	2575
9,50 mm	3/8 "	

Masa del agregado usado:	M₁	2575 g	
Masa de la muestra retenida en el tamiz N°8 (2,36 mm):	M₂	2285 g	
Masa de la muestra que pasa el tamiz N°8 (2,36 mm):	M₃	287 g	
	M₂ + M₃	2572 g	CUMPLE
Porcentaje de material que pasa el tamiz N°8 (2,36mm) a la máxima fuerza:	m	11,15 %	CUMPLE
Fuerza:	f	146,32 kN	
Fuerza requerida para producir el 10% de finos	F	85 kN	

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina

Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH (MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN)
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
 Tipo de material: Base Granular Clase A - idu
 Fecha de realización del ensayo: 11/07/2019

Ensayo: I.N.V. E - 224 Determinación del valor del 10% de Finos: método húmedo
 Granulometría: Agregado gradado 37,5 mm a 4,75 mm (1 1/2 " a N° 4)
 Tipo de Agregado: Agregados triturados normales
 Penetración (mm): 20
 Tiempo del ensayo: 10 min ± 30 s
 Velocidad del ensayo: 2 mm / min

Tamaño de tamiz		Masa de la fracción en condición saturada (g)
Retenido en tamiz		
12,5 mm	1/2 "	2731
9,50 mm	3/8 "	

Masa del agregado después del secado en el horno:	M₁	2627 g
Masa de la muestra retenida en el tamiz N°8 (2,36 mm):	M₂	2302 g
Masa de la muestra que pasa el tamiz N°8 (2,36 mm):	M₃	325 g
	M₂ + M₃	2627 g CUMPLE
Porcentaje de material que pasa el tamiz N°8 (2,36mm) a la máxima fuerza:	m	12,37 % CUMPLE
Fuerza:	f	127,19 kN
Fuerza requerida para producir el 10% de finos	F	70 kN

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina
 Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH
(MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN)
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra:	Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
Tipo de material:	Base Granular Clase A - idu
Fecha de realización del ensayo:	11/07/2019

Ensayo:	I.N.V. E - 224 Determinación del valor del 10% de Finos: relación húmedo / seco
Granulometría:	Agregado gradado 37,5 mm a 4,75 mm (1 1/2 " a N° 4)
Tipo de Agregado:	Agregados triturados normales
Penetración (mm):	20
Tiempo del ensayo:	10 min ± 30 s
Velocidad del ensayo:	2 mm / min

Fuerza requerida para producir el 10% de finos: condición seca	85 kN
--	-------

Fuerza requerida para producir el 10% de finos: condición húmeda	70 kN
--	-------

Relación húmedo / seco	82,35 %
------------------------	---------

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan

Díaz Zambrano Paula Katalina

Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO: DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH (MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN) UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL																																																																																																																							
Procedencia de la muestra:		Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca																																																																																																																					
Tipo de material:		Base Granular Clase A - idu																																																																																																																					
Fecha de realización del ensayo:		10/07/2019																																																																																																																					
Ensayo:		I.N.V. E - 220 Solidez de los agregados frente a la acción de soluciones de sulfato de sodio o magnesio																																																																																																																					
Tipo de solución empleada:		Sulfato de Magnesio																																																																																																																					
Agregado Fino <table><thead><tr><th colspan="4"></th><th>ANTES</th><th colspan="2">DESPUÉS</th><th></th></tr><tr><th colspan="4">Tamaño de tamiz</th><th>Masa de la fracción antes del ensayo [g]</th><th>Masa de la fracción retenida en el tamiz designado [g]</th><th>% que pasa el tamiz designado después del ensayo</th><th>Pérdida ponderada [%]</th></tr><tr><th colspan="2">Pasa tamiz</th><th colspan="2">Retenido en tamiz</th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr></thead><tbody><tr><td>Nº 30</td><td>600 mm</td><td>Nº 50</td><td>300 mm</td><td>100</td><td>34,0</td><td>66,0</td><td>11,8</td></tr><tr><td>Nº 16</td><td>1,18 mm</td><td>Nº 30</td><td>600 mm</td><td>100</td><td>34,3</td><td>65,7</td><td>11,8</td></tr><tr><td>Nº 8</td><td>2,36 mm</td><td>Nº 16</td><td>1,18 mm</td><td>100</td><td>25,5</td><td>74,5</td><td>10,0</td></tr><tr><td>Nº 4</td><td>4,75 mm</td><td>Nº 8</td><td>2,36 mm</td><td>100</td><td>33,0</td><td>67,0</td><td>11,6</td></tr><tr><td>3/8 "</td><td>9,50 mm</td><td>Nº 4</td><td>4,75 mm</td><td>100</td><td>63,6</td><td>36,4</td><td>12,2</td></tr></tbody></table> Pérdida ponderada del agregado fino57 % Agregado Grueso <table><thead><tr><th colspan="4"></th><th>ANTES</th><th colspan="2">DESPUÉS</th><th></th></tr><tr><th colspan="4">Tamaño de tamiz</th><th>Masa de la fracción antes del ensayo [g]</th><th>Masa de la fracción retenida en el tamiz designado [g]</th><th>% que pasa el tamiz designado después del ensayo</th><th>Pérdida ponderada [%]</th></tr><tr><th colspan="2">Pasa tamiz</th><th colspan="2">Retenido en tamiz</th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr></thead><tbody><tr><td>3/8 "</td><td>9,50 mm</td><td>Nº 4</td><td>4,75 mm</td><td>300</td><td>172</td><td>42,7</td><td>5,0</td></tr><tr><td>3/4 "</td><td>19,0 mm</td><td>3/8 "</td><td>9,50 mm</td><td>1000</td><td>455</td><td>54,5</td><td>16,8</td></tr><tr><td>1 1/2 "</td><td>37,5 mm</td><td>3/4 "</td><td>19,0 mm</td><td>1500</td><td>851</td><td>43,3</td><td>24,9</td></tr></tbody></table> Pérdida promedio del agregado grueso47 % Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan Díaz Zambrano Paula Katalina Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán												ANTES	DESPUÉS			Tamaño de tamiz				Masa de la fracción antes del ensayo [g]	Masa de la fracción retenida en el tamiz designado [g]	% que pasa el tamiz designado después del ensayo	Pérdida ponderada [%]	Pasa tamiz		Retenido en tamiz						Nº 30	600 mm	Nº 50	300 mm	100	34,0	66,0	11,8	Nº 16	1,18 mm	Nº 30	600 mm	100	34,3	65,7	11,8	Nº 8	2,36 mm	Nº 16	1,18 mm	100	25,5	74,5	10,0	Nº 4	4,75 mm	Nº 8	2,36 mm	100	33,0	67,0	11,6	3/8 "	9,50 mm	Nº 4	4,75 mm	100	63,6	36,4	12,2					ANTES	DESPUÉS			Tamaño de tamiz				Masa de la fracción antes del ensayo [g]	Masa de la fracción retenida en el tamiz designado [g]	% que pasa el tamiz designado después del ensayo	Pérdida ponderada [%]	Pasa tamiz		Retenido en tamiz						3/8 "	9,50 mm	Nº 4	4,75 mm	300	172	42,7	5,0	3/4 "	19,0 mm	3/8 "	9,50 mm	1000	455	54,5	16,8	1 1/2 "	37,5 mm	3/4 "	19,0 mm	1500	851	43,3	24,9
				ANTES	DESPUÉS																																																																																																																		
Tamaño de tamiz				Masa de la fracción antes del ensayo [g]	Masa de la fracción retenida en el tamiz designado [g]	% que pasa el tamiz designado después del ensayo	Pérdida ponderada [%]																																																																																																																
Pasa tamiz		Retenido en tamiz																																																																																																																					
Nº 30	600 mm	Nº 50	300 mm	100	34,0	66,0	11,8																																																																																																																
Nº 16	1,18 mm	Nº 30	600 mm	100	34,3	65,7	11,8																																																																																																																
Nº 8	2,36 mm	Nº 16	1,18 mm	100	25,5	74,5	10,0																																																																																																																
Nº 4	4,75 mm	Nº 8	2,36 mm	100	33,0	67,0	11,6																																																																																																																
3/8 "	9,50 mm	Nº 4	4,75 mm	100	63,6	36,4	12,2																																																																																																																
				ANTES	DESPUÉS																																																																																																																		
Tamaño de tamiz				Masa de la fracción antes del ensayo [g]	Masa de la fracción retenida en el tamiz designado [g]	% que pasa el tamiz designado después del ensayo	Pérdida ponderada [%]																																																																																																																
Pasa tamiz		Retenido en tamiz																																																																																																																					
3/8 "	9,50 mm	Nº 4	4,75 mm	300	172	42,7	5,0																																																																																																																
3/4 "	19,0 mm	3/8 "	9,50 mm	1000	455	54,5	16,8																																																																																																																
1 1/2 "	37,5 mm	3/4 "	19,0 mm	1500	851	43,3	24,9																																																																																																																

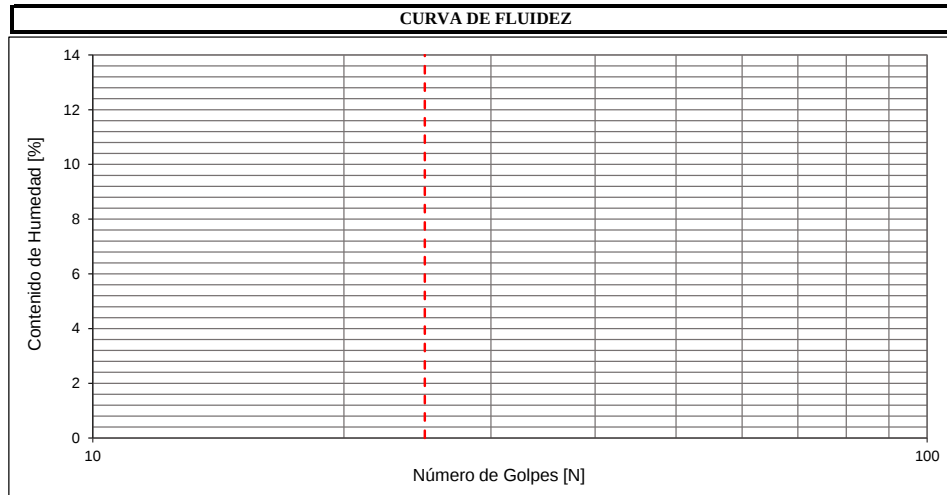
PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH
(MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN)

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
Tipo de material: Base Granular Clase A - idu
Fecha de realización del ensayo: 22/07/2019

Ensayo: I.N.V. E - 125 Determinación del límite líquido de los suelos
Vía: Húmeda
Método: A
Ensayo: I.N.V. E - 126 Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos
Método: Manual

LÍMITE LÍQUIDO					
	Unidad	1	2	3	4
Número de golpes	N	-	-	-	-
Recipiente	#	-	-	-	-
Peso del recipiente	g	-	-	-	-
Peso del recipiente + suelo húmedo	g	-	-	-	-
Peso recipiente + suelo seco	g	-	-	-	-
Contenido de humedad	%	-	-	-	-



Limite Líquido (LL)	NL
---------------------	----

LÍMITE PLÁSTICO			
	Unidad	1	2
Recipiente	#	-	-
Peso del recipiente	g	-	-
Peso del recipiente + suelo húmedo	g	-	-
Peso recipiente + suelo seco	g	-	-
Contenido de humedad	%	-	-

Contenido de humedad promedio:	-	%
--------------------------------	---	---

Limite Plástico (LP):	NP
-----------------------	----

Índice de Plasticidad (IP) = LL - LP:	NL - NP
---------------------------------------	---------

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina

Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH (MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN)
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
 Tipo de material: Base Granular Clase A - idu
 Fecha de realización del ensayo: 10/07/2019

Ensayo: I.N.V. E - 133 Equivalente de arena de suelos y agregados finos
 Procedimiento: B
 Agitador: Operación manual

	Ensayo # 1			Ensayo # 2			Ensayo # 3			Promedio
	Prueba			Prueba			Prueba			
	Nº 1	Nº 2	Nº3	Nº 1	Nº 2	Nº3	Nº 1	Nº 2	Nº3	
Lectura de Arena - mm	46	41	48	55	60	64	66	66	47	55
Lectura de Arcilla - mm	257	294	292	344	317	307	232	326	272	294
Equivalente de Arena - %	18	14	17	16	19	21	29	21	18	20
Equivalente de Arena Promedio:							E.A.	20	%	

Rea Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina
 Rev Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH
(MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN)
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra:	Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
Tipo de material:	Base Granular Clase A - idu
Fecha de realización del ensayo:	5/07/2019

Ensayo:	I.N.V. E - 235 Valor de azul de metileno en agregados finos
---------	---

Masa de la muestra de ensayo:	M_1	30 g suelo
Volumen total añadido de la solución:	V_1	11 mL sln
Valor de Azul de metileno:	V.A.	4 mg sln / g suelo

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina

Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH (MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN)
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
 Tipo de material: Base Granular Clase A - idu
 Fecha de realización del ensayo: 11/07/2019

Ensayo: I.N.V. E - 121 Determinación del contenido orgánico de un suelo mediante el ensayo de pérdida por ignición

N° del Recipiente	Antes		Después	
	Masa del Recipiente (g)	Masa de Suelo + Recipiente (g)	Masa de Suelo + Recipiente (g)	Materia Orgánica (%)
	[C]	[A]	[B]	[(A - B) / (A - C)] * 100
1	21,36	51,98	51,75	0,75
2	21,14	48,56	48,38	0,66
3	20,54	49,15	48,99	0,56
4	20,28	46,38	46,23	0,57

Contenido de materia orgánica promedio:	0,64 %
---	--------

Ortiz Amaya Cesar Duvan

Díaz Zambrano Paula Katalina

Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH
(MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN)
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
 Tipo de material: Base Granular Clase A - idu
 Fecha de realización del ensayo: 3/07/2019

Ensayo: I.N.V. E - 211 Determinación de terrones de arcilla y partículas deleznales en los agregados

Intervalos de tamaños de la muestra de ensayo	Masa de la muestra de ensayo (g)	Masa de las partículas retenidas sobre el tamiz designado (g)	Porcentaje de terrones de arcilla y de partículas deleznales (%)
	[M]	[R]	[(M - R) / M] *100
Nº 4 - 3/8 "	1012	968	4,3
3/8 " - 3/4 "	2046	2004	2,1
3/4 " - 1 1/2 "	3098	3086	0,4

Porcentaje promedio de terrones de arcilla y de partículas deleznales en el agregado grueso:	3,2 %
--	-------

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina

Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH (MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN)
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
 Tipo de material: Base Granular Clase A - idu
 Fecha de realización del ensayo: 6/07/2019

Ensayo: I.N.V. E - 230 Índices de aplanamiento y de alargamiento de los agregados para carreteras

Granulometría	Masa de la fracción (g)	INDICE DE APLANAMIENTO		INDICE DE ALARGAMIENTO	
		Masa de las partículas planas de la fracción (g)	Indice de aplanamiento para la fracción	Masa de las partículas alargadas de la fracción (g)	Indice de alargamiento para la fracción
Retenido en el tamiz	[R _i]	[m _i]	IA _i = [m _i / R _i] *100	[n _i]	IL _i = [n _i / R _i] *100
1 " - 25,0 mm	1186,53	89,19	8	181,97	16
3/4 " - 19,0 mm	1162,74	117,40	11	523,10	45
1/2 " - 12,5 mm	1227,35	257,53	21	236,49	20
3/8 " - 9,5 mm	860,16	109,09	13	200,00	24
1/4 " - 6,3 mm	1091,46	150,79	14	402,51	37

Masa total de la muestra empleada en la determinación del índice de aplanamiento:	M ₁	5528 g
Masa de todas las partículas aplanadas:	M ₃	724 g
Índice de aplanamiento global:	IA = [M ₃ / M ₁] * 100	14
Masa total de la muestra empleada en la determinación del índice de alargamiento:	M ₁₁	5528 g
Masa de todas las partículas alargadas:	M ₁₃	1544 g
Índice de alargamiento global:	IL = [M ₁₃ / M ₁₁] * 100	28

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina
 Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH (MODERADO CALOR DE
HIDRATACIÓN
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
 Tipo de material: Base Granular Clase A - IDU
 Fecha de realización del ensayo: 6/07/2019

Ensayo: I.N.V. E - 227 Porcentaje de partículas fracturadas en un agregado grueso
 Método: Por masa
 Criterio de fractura evaluado: Una cara

Granulometría	Masa de la fracción (g)	Masa de las partículas con una cara fracturada (g)	Masa de las partículas no fracturadas (g)	Porcentaje de partículas con una cara fracturada (%)
Retenido en el tamiz	[M]	[F]	[N]	$P_i = [F / (F + N)] * 100$
1 " - 25,0 mm	1074,07	395,24	678,83	37
3/4 " - 19,0 mm	1028,65	452,20	576,45	44
1/2 " - 12,5 mm	687,96	275,27	412,69	40
3/8 " - 9,5 mm	285,95	114,85	171,10	40

Porcentaje promedio de partículas con una cara fracturada:	P	40 %
--	----------	------

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina

Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO:
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH (MODERADO)
CALOR DE HIDRATACIÓN

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

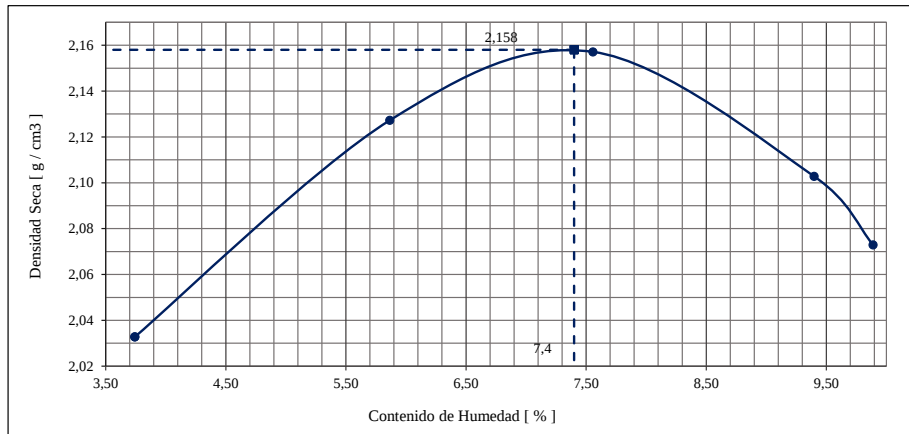
Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
Tipo de material: Base Granular Tipo A - idu
Fecha de realización del ensayo: 18/07/2019

Ensayo: I.N.V. E - 142 Relaciones humedad - peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación)
Método: C
Diámetro del molde: 152,4 mm - 6''
Material: Pasa tamiz de 19,0 mm - 3/4''
Número de capas: 5

	MOLDE A	MOLDE B
Diámetro promedio del molde [cm]	15,26	15,23
Altura promedio del molde [cm]	11,66	11,69
Volumen del molde [cm ³]	2131,36	2129,56

DENSIDAD	1	2	3	4	5
Número de golpes / capa	56	56	56	56	56
Peso molde vacío [g]	3009	2954	2954	2954	2954
Peso suelo húmedo + molde [g]	7500	7754	7899	7857	7809
Peso suelo húmedo [g]	4491	4800	4945	4903	4855
Diámetro del molde [cm]	15,23	15,26	15,26	15,26	15,26
Altura del molde [cm]	11,69	11,66	11,66	11,66	11,66
Volumen del molde [cm]	2129,56	2131,36	2131,36	2131,36	2131,36
Densidad húmeda [g / cm ³]	2,11	2,25	2,32	2,30	2,28

HUMEDAD	1	2	3	4	5
Peso muestra húmeda + tara [g]	588	984	929	331	440
Peso muestra seca + tara [g]	574	940	873	306	404
Peso tara [g]	200	190	132	40	40
Contenido de humedad [%]	#####	5,87	7,56	9,40	9,89
Densidad seca [g / cm ³]	#####	2,13	2,16	2,10	2,07



Densidad Seca Máxima:	2,16 g / cm ³
Humedad Óptima:	7,40 %

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina
Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

PROYECTO DE GRADO:

DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH (MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN)

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra:	Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
Tipo de material:	Base Granular Tipo A - idu
Fecha de realización del ensayo:	18/07/2019
Ensayo:	CBR
Método:	C
Diámetro del molde:	152,4 mm - 6"
Material:	Pasa tamiz de 19,0 mm - 3/4"
Número de capas:	5

COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	17	7	6
Altura molde (mm)	171,49	177,78	177,78
Diámetro (cm)	15,615	15,228	15,254
Área (cm ²)	191,502	182,128	182,750
Volumen total (cm ³)	3284,07	3237,86	3248,93
Altura disco esp. (mm)	48,06	51,03	50,07
Volumen sin disco (cm ³)	2363,71	2308,56	2333,95
N° Capas	5	5	5
N° Golpes X capa	10	25	56

Condiciones de la muestra

Peso húmedo + Molde (g)	9011	9280	9352
Peso del molde (g)	3901	4067	3996
Peso húmedo (g)	5110	5213	5356
Volumen sin disco (cm ³)	2363,71	2308,56	2333,95
Densidad húmeda [g/cm ³]	2,162	2,258	2,295
Peso húmedo + tara (g)	321,76	204,66	169,81
Peso seco + tara (g)	298,58	191,28	160,64
Peso agua (g)	23,18	13,38	9,17
Peso tara (g)	35,66	45,55	35,95
Peso muestra seca (g)	262,92	145,73	124,69
Contenido humedad (%)	8,82%	9,18%	7,35%

DENSIDAD SECA [g/cm ³]	1,99	2,07	2,14
------------------------------------	------	------	------

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

NÚMERO DE MOLDE 17

TIEMPO ACUMULADO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
(Horas)	(Días)		(mm)	(%)
0	0	1028,00		
24	1			
48	2			
72	3			
96	4	1030,00	2	1,166

NÚMERO DE MOLDE 7

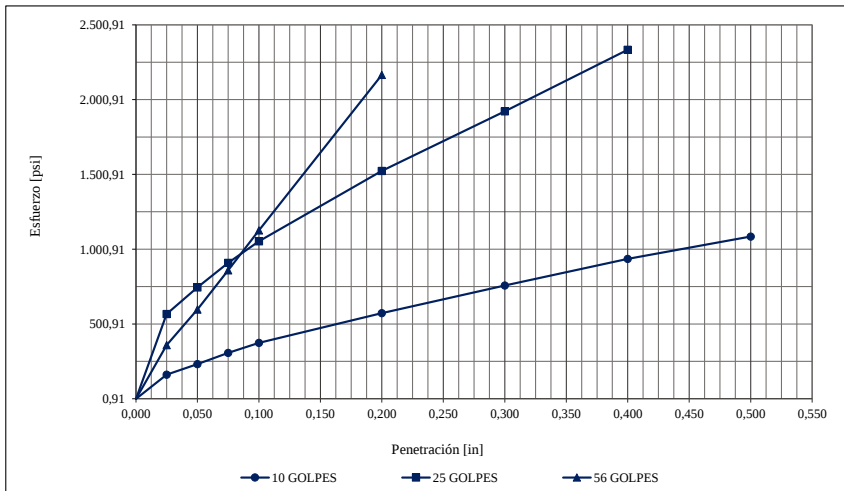
TIEMPO ACUMULADO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
(Horas)	(Días)		(mm)	(%)
0	0	920,00		
24	1			
48	2			
72	3			
96	4	922,00	2	1,124985938

NÚMERO DE MOLDE 6

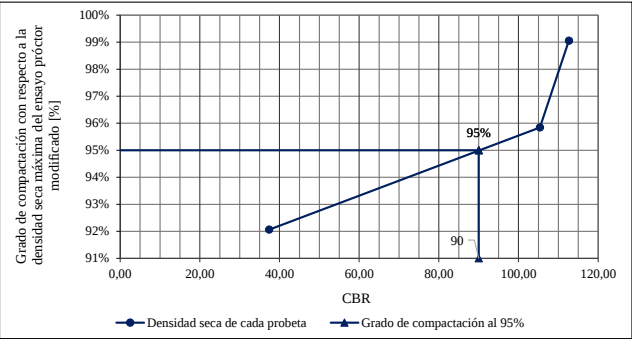
TIEMPO ACUMULADO		LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO	
(Horas)	(Días)		(mm)	(%)
0	0	947,00		
24	1			
48	2			
72	3			
96	4	949,00	2	1,124985938

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		MOLDE N° 17		MOLDE N° 7		MOLDE N° 6	
(mm)	(pulg)	CARGA (lb)	ESFUERZO (psi)	CARGA (lb)	ESFUERZO (psi)	CARGA (lb)	ESFUERZO (psi)
0,00	0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,64	0,025	486	162,01	1702	567,46	1077	359,08
1,27	0,050	696	232,12	2236	745,20	1792	597,27
1,91	0,075	922	307,46	2729	909,70	2581	860,29
2,54	0,100	1122	373,98	3161	1053,77	3379	1126,36
5,08	0,200	1720	573,25	4574	1524,63	6500	2166,61
7,62	0,300	2275	758,17	5770	1923,17		
10,16	0,400	2809	936,19	7003	2334,41		
12,70	0,500	3257	1085,51				



	CRB a 0,1 pulgadas	CBR a 0,2 pulgadas	DENSIDAD SECA	Grado de compactación
MOLDE 17 - 10 GOLPES	37,40	38,22	1,99	0,92
MOLDE 7 - 25 GOLPES	105,38	101,64	2,07	0,96
MOLDE 6 - 56 GOLPES	112,64	144,44	2,14	0,99



Grado de compactación con respecto a la máxima seca del proctor modificado	95,00 %
CBR al 95%	90,00

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina

Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán