

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

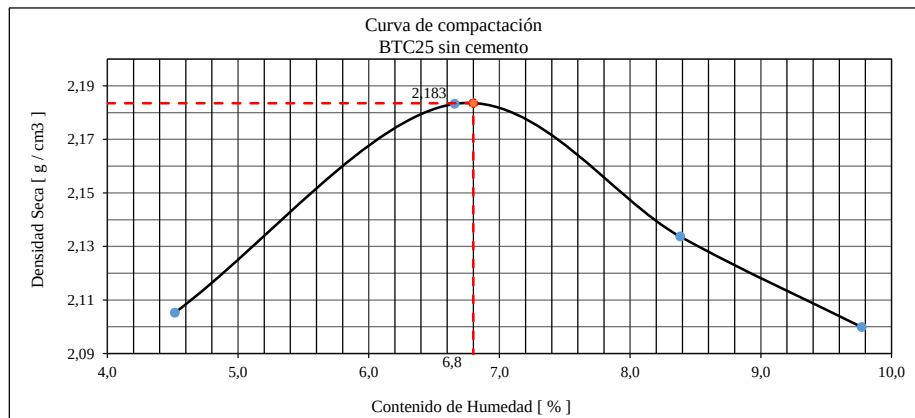
Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
Tipo de material: BTC 25
Fecha de realización del ensayo: 4/09/2019

Ensayo: I.N.V. E - 142-13 Relaciones humedad - peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación)
Método: B
Método de preparación de la muestra: Vía seca

	MOLDE X	MOLDE Y
Diámetro promedio del molde [cm]	10,12	10,12
Altura promedio del molde [cm]	11,64	11,63
Volumen del molde [cm ³]	935,85	935,52

DENSIDAD	1	2	3	4
Número de golpes / capa	25	25	25	25
Peso molde vacío [g]	1778,6	1778,6	1785,8	1785,8
Peso suelo húmedo + molde [g]	3837,0	3957,0	3950,0	3943,0
Peso suelo húmedo [g]	2058,4	2178,4	2164,2	2157,2
Diámetro del molde [cm]	10,12	10,12	10,12	10,12
Altura del molde [cm]	11,63	11,63	11,64	11,64
Volumen del molde [cm ³]	935,52	935,52	935,85	935,85
Densidad húmeda [g / cm ³]	2,20	2,33	2,31	2,31

HUMEDAD	1	2	3	4
Peso muestra húmeda + tara [g]	328,9	292,0	406,7	333,6
Peso muestra seca + tara [g]	316,6	276,0	379,0	307,9
Peso tara [g]	44,2	35,6	48,6	44,9
Contenido de humedad [%]	4,52	6,66	8,38	9,77
Densidad seca [g / cm ³]	2,11	2,18	2,13	2,10



Densidad Seca Máxima:	2,18 g / cm ³
Humedad Óptima:	6,80 %

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

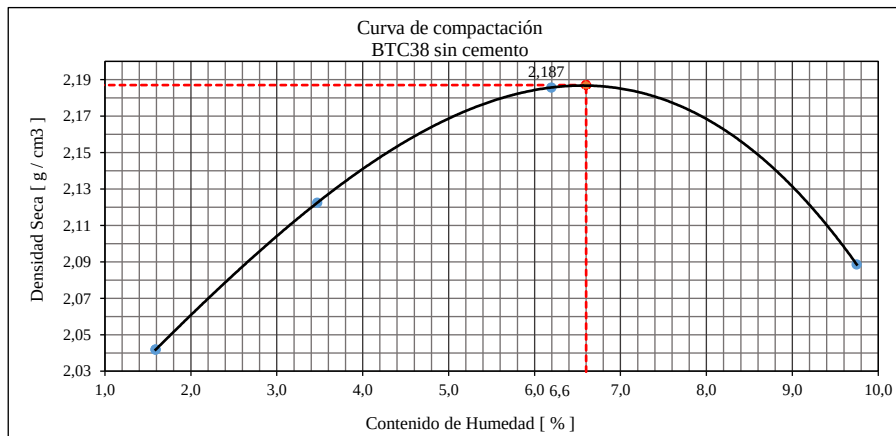
Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
Tipo de material: BTC 38
Fecha de realización del ensayo: 4/09/2019

Ensayo: I.N.V. E - 142-13 Relaciones humedad - peso unitario seco en los suelos (ensayo modificado de compactación)
Método: B
Método de preparación de la muestra: Vía seca

	MOLDE X	MOLDE Y
Diámetro promedio del molde [cm]	10,12	10,12
Altura promedio del molde [cm]	11,64	11,63
Volumen del molde [cm ³]	935,85	935,52

DENSIDAD	1	2	3	4
Número de golpes / capa	25	25	25	25
Peso molde vacío [g]	1785,8	1785,8	1778,6	1778,6
Peso suelo húmedo + molde [g]	3727,0	3841,0	3950,0	3923,0
Peso suelo húmedo [g]	1941,2	2055,2	2171,4	2144,4
Diámetro del molde [cm]	10,12	10,12	10,12	10,12
Altura del molde [cm]	11,64	11,64	11,63	11,63
Volumen del molde [cm ³]	935,85	935,85	935,52	935,52
Densidad húmeda [g / cm ³]	2,07	2,20	2,32	2,29

HUMEDAD	1	2	3	4
Peso muestra húmeda + tara [g]	281,5	381,3	274,6	337,0
Peso muestra seca + tara [g]	277,9	370,0	261,2	311,0
Peso tara [g]	51,5	44,4	44,9	44,3
Contenido de humedad [%]	1,59	3,47	6,20	9,75
Densidad seca [g / cm ³]	2,04	2,12	2,19	2,09



Densidad Seca Máxima:	2,19 g / cm ³
Humedad Óptima:	6,60 %

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

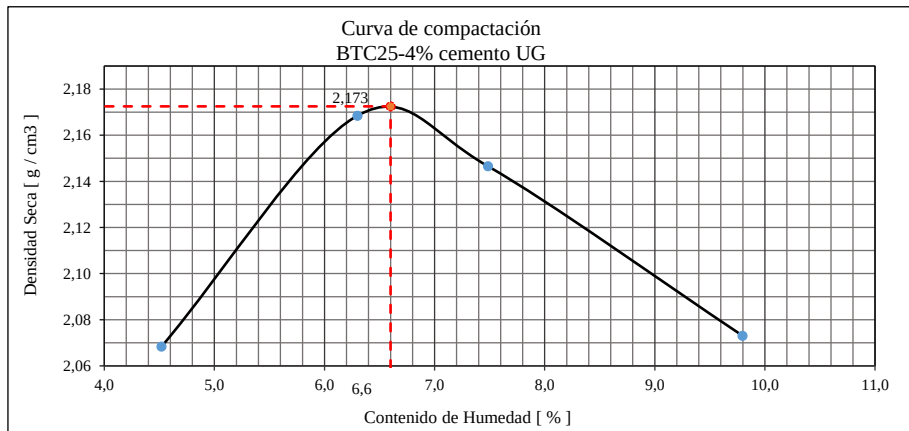
Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
Tipo de material: BTC 25
Fecha de realización del ensayo: 9/09/2019

Ensayo: I.N.V. E - 611-13 Relaciones humedad - densidad de mezclas de suelo-cemento
Método: B
Tipo de cemento: UG (Uso General)
Marca del cemento: Argos
Contenido de cemento: 4%

	MOLDE X	MOLDE Y
Diámetro promedio del molde [cm]	10,12	10,12
Altura promedio del molde [cm]	11,64	11,63
Volumen del molde [cm ³]	935,85	935,52

DENSIDAD	1	2	3	4	5
Número de golpes / capa	25	25	25	25	25
Peso molde vacío [g]	1785,8	1785,8	1785,8	1778,6	1778,6
Peso suelo húmedo + molde [g]	3809,0	3943,0	3945,0	3908,0	3888,0
Peso suelo húmedo [g]	2023,2	2157,2	2159,2	2129,4	2109,4
Diámetro del molde [cm]	10,12	10,12	10,12	10,12	10,12
Altura del molde [cm]	11,64	11,64	11,64	11,63	11,63
Volumen del molde [cm]	935,85	935,85	935,85	935,52	935,52
Densidad húmeda [g / cm ³]	2,16	2,31	2,31	2,28	2,25

HUMEDAD	1	2	3	4	5
Peso muestra húmeda + tara [g]	576,3	596,3	552,3	582,3	589,8
Peso muestra seca + tara [g]	553,6	563,5	516,3	534,4	541,4
Peso tara [g]	51,4	42,8	35,3	45,5	44,3
Contenido de humedad [%]	4,52	6,30	7,48	9,80	9,74
Densidad seca [g / cm ³]	2,07	2,17	2,15	2,07	2,05



Densidad Seca Máxima:	2,17 g / cm ³
Humedad Óptima:	6,60 %

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

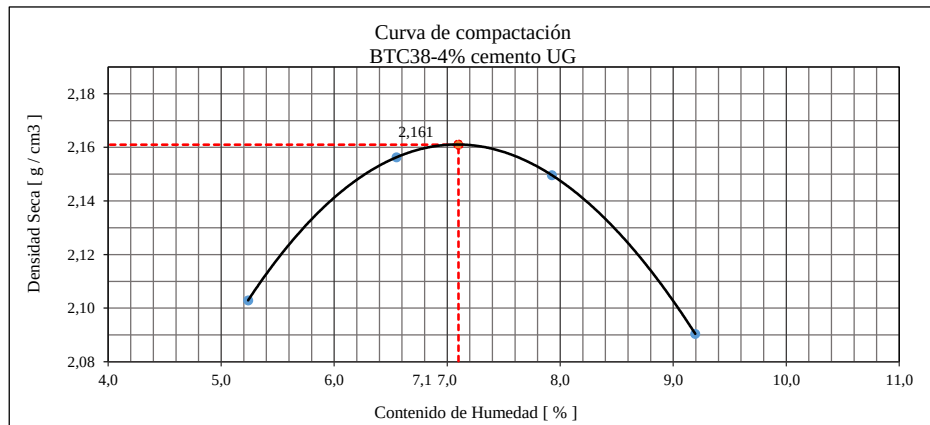
Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
Tipo de material: BTC 38
Fecha de realización del ensayo: 9/09/2019

Ensayo: I.N.V. E - 611-13 Relaciones humedad - densidad de mezclas de suelo-cemento
Método: B
Tipo de cemento: UG (Uso General)
Marca del cemento: Argos
Contenido de cemento: 4%

	MOLDE X	MOLDE Y
Diámetro promedio del molde [cm]	10,12	10,12
Altura promedio del molde [cm]	11,64	11,63
Volumen del molde [cm ³]	935,85	935,52

DENSIDAD	1	2	3	4
Número de golpes / capa	25	25	25	25
Peso molde vacío [g]	1778,6	1785,8	1778,6	1785,8
Peso suelo húmedo + molde [g]	3849,0	3936,0	3949,0	3922,0
Peso suelo húmedo [g]	2070,4	2150,2	2170,4	2136,2
Diámetro del molde [cm]	10,12	10,12	10,12	10,12
Altura del molde [cm]	11,63	11,64	11,63	11,64
Volumen del molde [cm ³]	935,52	935,85	935,52	935,85
Densidad húmeda [g / cm ³]	2,21	2,30	2,32	2,28

HUMEDAD	1	2	3	4
Peso muestra húmeda + tara [g]	582,0	594,1	571,5	675,1
Peso muestra seca + tara [g]	555,0	559,9	532,5	629,4
Peso tara [g]	39,6	37,9	40,5	132,4
Contenido de humedad [%]	5,24	6,55	7,93	9,20
Densidad seca [g / cm ³]	2,10	2,16	2,15	2,09



Densidad Seca Máxima: 2,16 g / cm³

Humedad Óptima: 7,10 %

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 Pencil, Mosquera - Cundinamarca
Tipo de material: BTC 38
Fecha de realización del ensayo: 26/11/2019

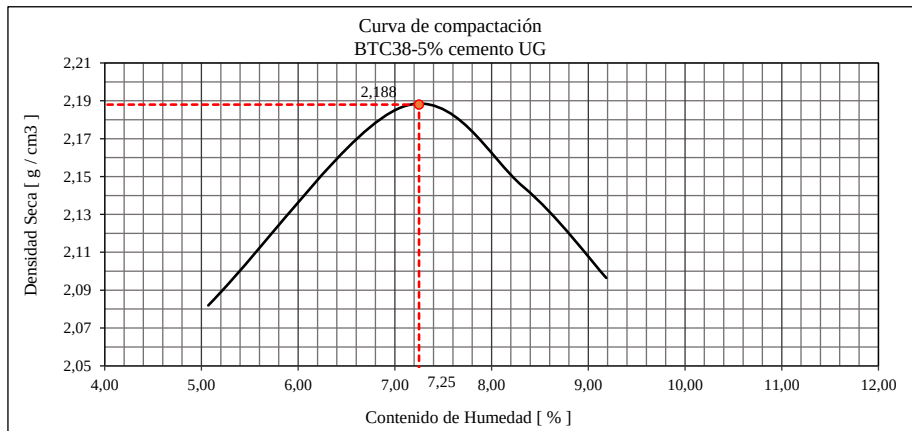
Ensayo: I.N.V. E - 611-13 Relaciones humedad - densidad de mezclas de suelo-cemento
Método: B
Tipo de cemento: UG (Uso General)
Marca del cemento: Argos
Contenido de cemento: 5%

MOLDE X

Diámetro promedio del molde [cm]	10,12
Altura promedio del molde [cm]	11,64
Volumen del molde [cm ³]	935,85

DENSIDAD	1	2	3	4
Número de golpes / capa	25	25	25	25
Peso molde vacío [g]	1785,8	1785,8	1785,8	1785,8
Peso suelo húmedo + molde [g]	3833,0	3977,0	3960,0	3928,0
Peso suelo húmedo [g]	2047,2	2191,2	2174,2	2142,2
Diámetro del molde [cm]	10,12	10,12	10,12	10,12
Altura del molde [cm]	11,64	11,64	11,64	11,64
Volumen del molde [cm ³]	935,85	935,85	935,85	935,85
Densidad húmeda [g / cm ³]	2,19	2,34	2,32	2,29

HUMEDAD	1	2	3	4
Peso muestra húmeda + tara [g]	525,0	541,6	657,6	557,3
Peso muestra seca + tara [g]	502,2	508,7	609,8	514,2
Peso tara [g]	52,6	43,6	35,7	45,0
Contenido de humedad [%]	5,07	7,07	8,33	9,19
Densidad seca [g / cm ³]	2,08	2,19	2,14	2,10



Densidad Seca Máxima: 2,19 g / cm³

Humedad Óptima: 7,25 %

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: BTC 25
Fecha de realización del ensayo: 10/09/2019

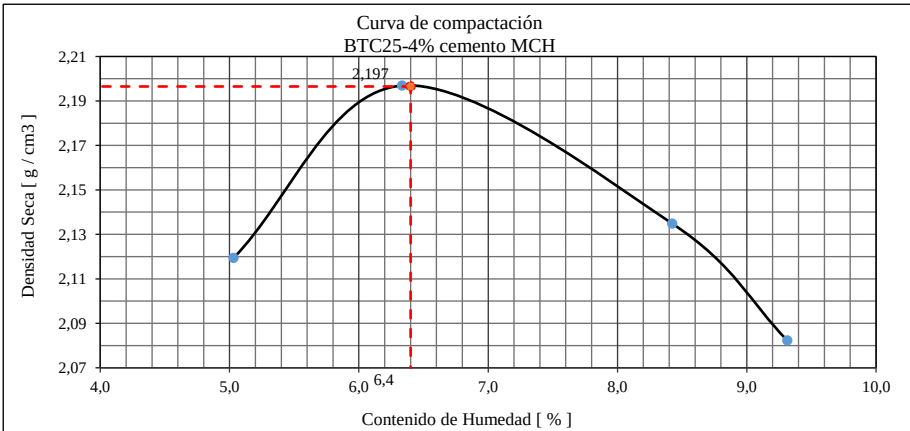
Ensayo: I.N.V. E - 611-13 Relaciones humedad - densidad de mezclas de suelo-cemento
Método: B
Tipo de cemento: MCH (Moderado Calor de Hidratación)
Marca del cemento: Argos
Contenido de cemento: 4%

MOLDE X

Diámetro promedio del molde [cm]	10,12
Altura promedio del molde [cm]	11,64
Volumen del molde [cm ³]	935,85

DENSIDAD	1	2	3	4
Número de golpes / capa	25	25	25	25
Peso molde vacío [g]	1785,8	1785,8	1785,8	1785,8
Peso suelo húmedo + molde [g]	3869,0	3972,0	3952,0	3916,0
Peso suelo húmedo [g]	2083,2	2186,2	2166,2	2130,2
Diámetro del molde [cm]	10,12	10,12	10,12	10,12
Altura del molde [cm]	11,64	11,64	11,64	11,64
Volumen del molde [cm ³]	935,85	935,85	935,85	935,85
Densidad húmeda [g / cm ³]	2,23	2,34	2,31	2,28

HUMEDAD	1	2	3	4
Peso muestra húmeda + tara [g]	605,4	609,6	610,1	627,1
Peso muestra seca + tara [g]	578,5	576,1	566,2	577,4
Peso tara [g]	43,8	47,2	45,0	43,8
Contenido de humedad [%]	5,03	6,33	8,42	9,31
Densidad seca [g / cm ³]	2,12	2,20	2,13	2,08



Densidad Seca Máxima: 2,20 g / cm³

Humedad Óptima: 6,40 %

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

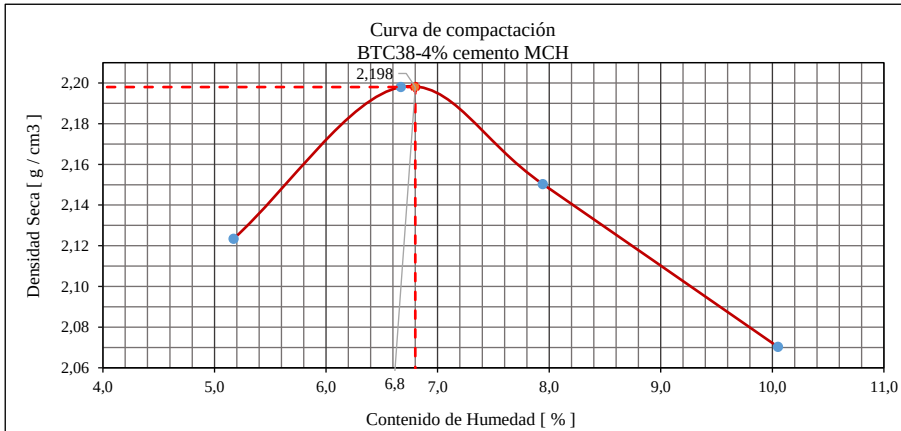
Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
Tipo de material: BTC 38
Fecha de realización del ensayo: 10/09/2019

Ensayo: I.N.V. E - 611-13 Relaciones humedad - densidad de mezclas de suelo-cemento
Método: B
Tipo de cemento: MCH (Moderado Calor de Hidratación)
Marca del cemento: Argos
Contenido de cemento: 4%

	MOLDE X	MOLDE Y
Diámetro promedio del molde [cm]	10,12	10,12
Altura promedio del molde [cm]	11,64	11,63
Volumen del molde [cm ³]	935,85	935,52

DENSIDAD	1	2	3	4
Número de golpes / capa	25	25	25	25
Peso molde vacío [g]	1785,8	1778,6	1785,8	1778,6
Peso suelo húmedo + molde [g]	3875,8	3972,0	3958,0	3910,0
Peso suelo húmedo [g]	2090,0	2193,4	2172,2	2131,4
Diámetro del molde [cm]	10,12	10,12	10,12	10,12
Altura del molde [cm]	11,64	11,63	11,64	11,63
Volumen del molde [cm ³]	935,85	935,52	935,85	935,52
Densidad húmeda [g / cm ³]	2,23	2,34	2,32	2,28

HUMEDAD	1	2	3	4
Peso muestra húmeda + tara [g]	690,2	691,4	695,3	697,5
Peso muestra seca + tara [g]	658,0	650,7	647,3	638,5
Peso tara [g]	35,4	40,6	43,0	51,5
Contenido de humedad [%]	5,17	6,67	7,94	10,05
Densidad seca [g / cm ³]	2,12	2,20	2,15	2,07



Densidad Seca Máxima:	2,20 g / cm ³
Humedad Óptima:	6,80 %

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

PROYECTO DE GRADO:

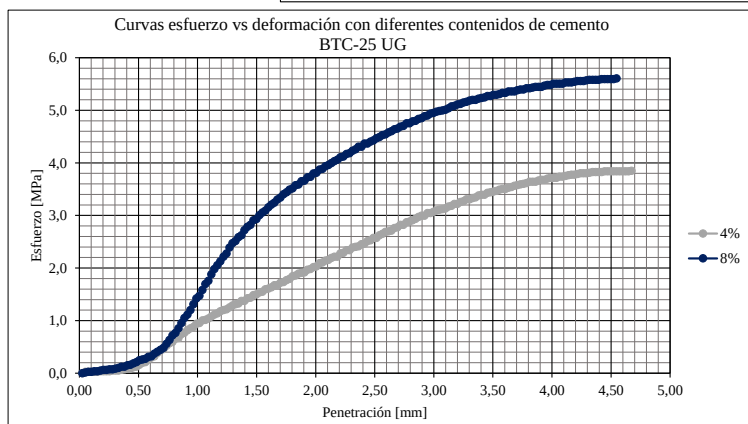
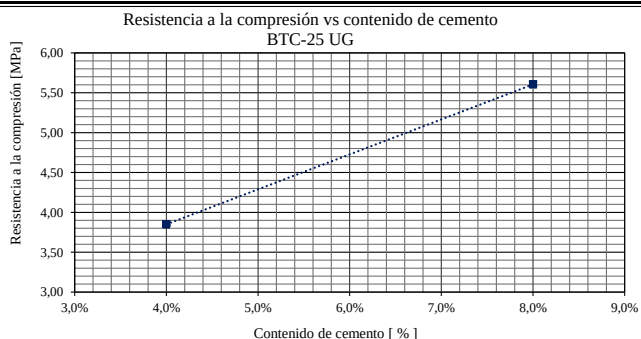
DISEÑO Y ANÁLISIS DE BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTOS TIPO UG (USO GENERAL) Y MCH (MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN)

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

Procedencia de la muestra: Cantera El Pencil, Mosquera - Cundinamarca
 Tipo de material: BTC 25
 Tipo de cemento: UG (Uso General)
 Fecha de realización del ensayo: 7/11/2019

Ensayo: I.N.V. E - 614-13 Resistencia a la compresión de cilindros moldeados de Suelo - Cemento
 Método: A
 Material: Pasa tamiz de 19,0 mm - 3/4"
 Número de capas: 5

	ESPÉCIMEN	ESPÉCIMEN
Número de identificación del espécimen	4%	8%
Diámetro promedio del espécimen [mm]	101,42	101,45
Área de la sección transversal [mm ²]	8078,22	8083,00
Carga máxima [N]	31100,00	45300,00
Resistencia a la compresión [Mpa]	3,85	5,60
Edad del espécimen	7 días	7 días



Resistencia a la compresión obtenida	3,85	MPa
Contenido de cemento óptimo (escogido) para BTC-25 con cemento UG	4	%

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)

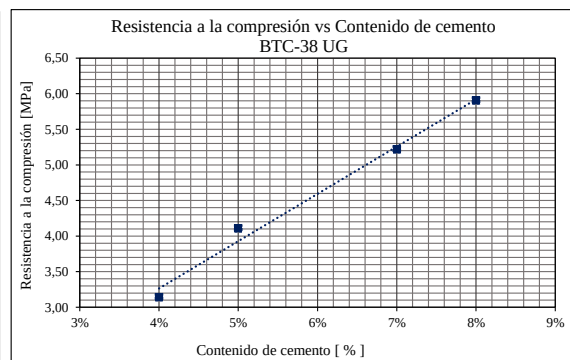
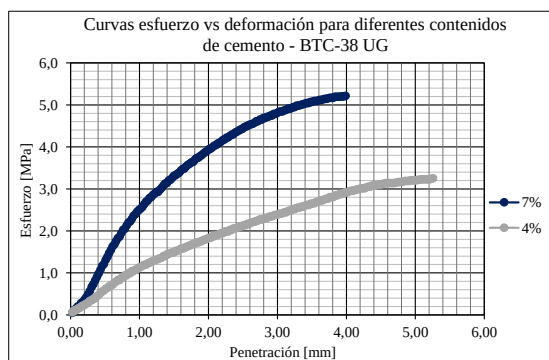
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Procedencia de la muestra: Cantera El Pencal, Mosquera - Cundinamarca
 Tipo de material: BTC 38
 Tipo de cemento: UG (Uso General)
 Fecha de realización del ensayo: 25/11/2019

Ensayo: I.N.V. E - 614-13 Resistencia a la compresión de cilindros moldeados de Suelo - Cemento
 Método: A
 Material: Pasa tamiz de 19,0 mm - 3/4''
 Número de capas: 5

	ESPÉCIMEN	ESPÉCIMEN	ESPÉCIMEN	ESPÉCIMEN
Número de identificación del espécimen	4%	5%	7%	8%
Diámetro promedio del espécimen [mm]	101,28	101,30	101,48	101,30
Área de la sección transversal [mm ²]	8056,73	8059,51	8087,65	8059,51
Carga máxima [N]	25300,00	33100,00	42200,00	47600,00
Resistencia a la compresión [Mpa]	3,14	4,11	5,22	5,91
Edad del espécimen	7 días	7 días	7 días	7 días



Resistencia a la compresión mínima obtenida	4,11	MPa
Contenido de cemento óptimo (escogido) para BTC-38 con cemento UG	5	%

Realizado por: Ortiz Amaya Cesar Duvan
Díaz Zambrano Paula Katalina

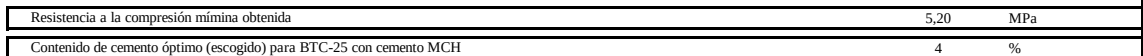
Revisado por: Ing. Juan Miguel Sánchez Durán

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

Procedencia de la muestra:	Cantera El Pencil, Mosquera - Cundinamarca
Tipo de material:	BTC 25
Tipo de cemento:	MCH (Moderado calor de hidratación)
Fecha de realización del ensayo:	7/11/2019
Ensayo:	I.N.V. E - 614-13 Resistencia a la compresión de cilindros moldeados de Suelo - Cemento
Método:	A
Material:	Pasa tamiz de 19,0 mm - 3/4"
Número de capas:	5

Resistencia a la compresión vs contenido de cemento
BTC-25 MCH

Contenido de cemento [%]	Resistencia a la compresión [MPa]
4,0%	5,2
8,0%	10,0



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

