

**ANEXO 1**  
**CARACTERIZACIÓN DE MUESTRA**  
**DE SUELO N°1**



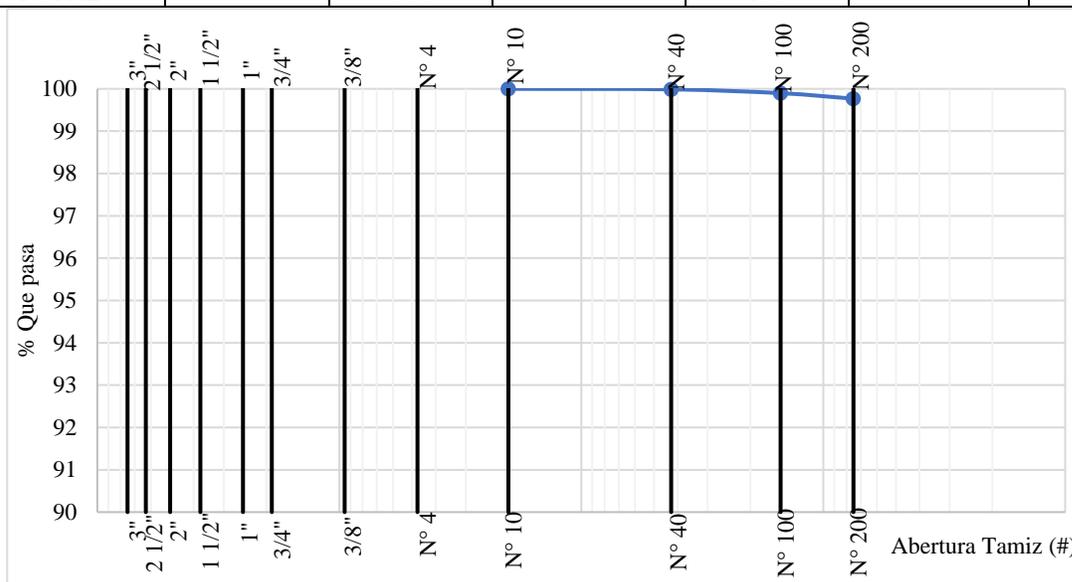
UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (ASTM D422-AASHTO T88)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 23/4/2021  
**Muestra:** 1

Denominacion	Abertura [mm]	Masa Retenida [g]	Masa Retenida Acumulada[g]	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75	0	0	0	0	100
2 1/2"	63	0	0	0	0	100
2"	50	0	0	0	0	100
1 1/2"	37,5	0	0	0	0	100
1"	25	0	0	0	0	100
3/4"	19	0	0	0	0	100
3/8"	9,5	0	0	0	0	100
N° 4	4,75	0	0	0	0	100
N° 10	2	0,06	0,06	0,012	0,012	99,988
N° 40	0,425	0,45	0,51	0,09	0,102	99,898
N° 100	0,15	0,65	1,16	0,13	0,232	99,768
N° 200	0,075	0,56	1,72	0,112	0,344	99,656
Base		498,28		99,656	100	
TOTAL		500		100		



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



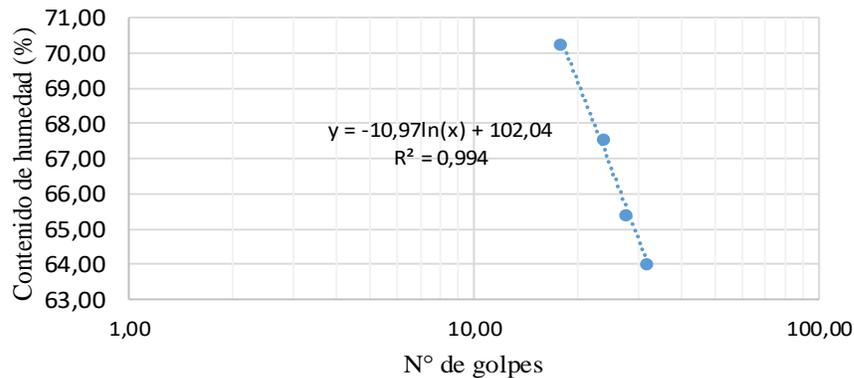
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/4/2022  
**Muestra:** 1

Capsula	1	2	3	4
Nº de golpes	18,00	24,00	28,00	32,00
Suelo humedo + capsula [g]:	30,94	36,04	36,66	35,74
Suelo Seco + capsula [g]:	23,42	26,76	27,23	26,61
Peso del agua [g]:	7,52	9,28	9,43	9,13
Peso de la capsula [ g ]:	12,71	13,01	12,80	12,34
Peso del suelo seco [g]:	10,71	13,75	14,43	14,27
Contenido de humedad [%]:	70,21	67,49	65,35	63,98

LIMITE LIQUIDO



capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	14,76	15,37	15,16
Suelo Seco + capsula [ g ]=	14,25	14,83	14,76
Peso del agua [ g ]=	0,51	0,54	0,4
Peso de la capsula [ g ]:	12,05	12,52	13,09
Peso del suelo seco [ g ]=	2,2	2,31	1,67
Contenido de humedad [%]=	23,18	23,38	23,95

<b>Limite Liquido[%]=</b>	66,73
<b>Limite Plastico [%]=</b>	23,50
<b>Indice de Plasticidad[%]=</b>	43,23

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



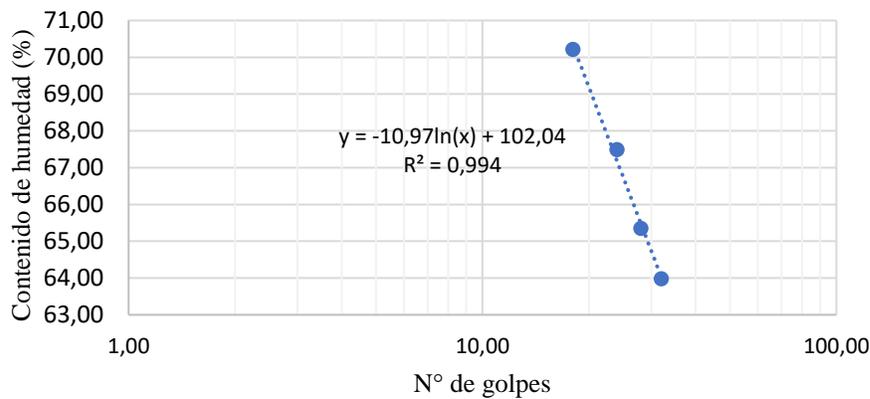
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/4/2022  
**Muestra:** 2

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	16,00	25,00	29,00	35,00
Suelo humedo + capsula [g]:	30,91	36,00	36,10	35,64
Suelo Seco + capsula [g]:	23,40	26,85	27,00	26,70
Peso del agua [g]:	7,51	9,15	9,10	8,94
Peso de la capsula[ g ]:	12,71	13,01	12,80	12,34
Peso del suelo seco [g]:	10,69	13,84	14,20	14,36
Contenido de humedad [%]:	70,25	66,11	64,08	62,26

LIMITE LIQUIDO



capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula (gr)=	14,36	15,27	15,17
Suelo Seco + capsula (gr)=	13,92	14,73	14,77
Peso del agua (gr)=	0,44	0,54	0,4
Peso de la capsula	12,05	12,52	13,09
Peso del suelo seco (gr)=	1,87	2,21	1,68
Contenido de humedad (%)=	23,53	24,43	23,81

<b>Limite Liquido[%]=</b>	66,73
<b>Limite Plastico [%]=</b>	23,92
<b>Indice de Plasticidad[%]=</b>	42,80

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

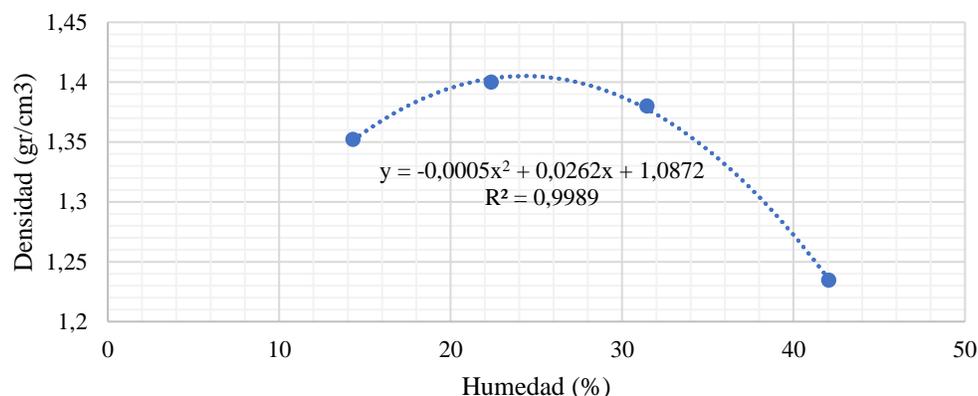


ENSAYO DE COMPACTACION T99 (AASHTO T272)

Proyecto: Proyecto de Grado II Fecha: 8/4/2022  
procedencia: Barrio Juan Nicolai Muestra: 2  
Elaborado por: Maria Nely Chavarria Barroso

N° de capas:	3	3	3	3
N° de golpes por capa:	25,00	25,00	25,00	25,00
Peso suelo húmedo + molde [g]:	5626,50	5784,00	5879,10	5822,30
Peso del molde [g]:	4172,70	4172,70	4172,70	4172,70
Peso suelo húmedo [g]:	1453,80	1611,30	1706,40	1649,60
Volumen de la muestra [cm <sup>3</sup> ]:	940,59	940,59	940,59	940,59
Densidad suelo húmedo [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,55	1,71	1,81	1,75
Capsula N°:	1,00	2,00	3,00	4,00
Peso suelo húmedo + capsula [g]:	197,43	203,91	208,99	227,73
Peso suelo seco + capsula [g]:	175,00	170,06	163,93	165,57
Peso del agua [g]:	22,43	33,85	45,06	62,16
Peso de la capsula [g]:	18,10	18,67	20,64	17,77
Peso suelo seco [g]:	156,90	151,39	143,29	147,80
Contenido de humedad (%):	14,30	22,36	31,45	42,06
Densidad suelo seco [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,35	1,40	1,38	1,23
Densidad máxima [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,43			
Humedad Óptima [%]:	26,20			

CURVA DE COMPACTACION



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
LABORATORISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PESO ESPECIFICO-(ASTM D854-AASHTO T100)**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II **Fecha:** 7/5/2021  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai **Muestra:** 1  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

Número de ensayo	1	2	3	4	5
Temp. Ensayada [°C]	29,00	26,00	23,00	20,00	16,00
Masa del suelo seco $W_s$ [g]	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
peso del frasco+agua+W <sub>f</sub> w	660,08	659,95	659,82	659,69	659,51
Peso del frasco+agua+suelo	710,58	710,40	710,26	710,23	710,15
Densidad Relativa $G_s$	2,71	2,71	2,71	2,72	2,72
Factor de corrección $k=0,99$	0,998	0,999	0,993	1,000	1,001
Densidad Relativa Corregida $\gamma_\sigma$	2,72	2,71	2,73	2,72	2,72

Densidad relativa  $\gamma_s$  :

**2,72 [g/cm<sup>3</sup>]**

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

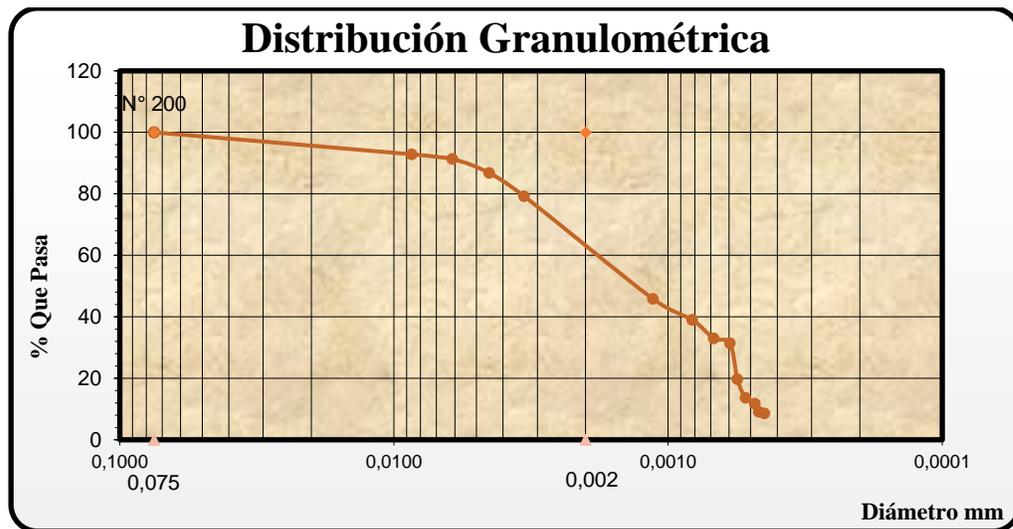


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE**  
**COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**GRANULOMETRIA-MÉTODO HIDRÓMETRO (ASTM D422)**

**Proyecto:** Proyecto de grado II      **Fecha:** 31/3/2024      **Peso específico:** 2,715      **Corrección (cm):**1  
**procedencia:** Barrio juan nicolai      **Muestra:** 1      **Peso suelo seco:** 65 gr      **Factor (a):** 0,983  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso      **Modelo de Hidrometro:** 152 H      **Agente dispersante:** (NaPO<sub>3</sub>)<sub>6</sub>

Hora de Lectura	Tiempo Trasnsc. Min	Temp. °C	Lectura Real R'	Lectura Correg. R.	Prof. Efec. L	Constante K Tabla	L/t	Ct	Lectura Correg. Rc	Diametro Particula mm	% mas fino
16:08	0	22	-	-	-	0,013	0,00	0,40	-	0,075	100
16:09	1	22	-	-	-	0,013	0,00	0,40	-	0,075	100
16:11	3	22	-	-	-	0,013	0,00	0,40	-	0,075	100
16:15	7	22	-	-	-	0,013	0,00	0,40	-	0,075	100
16:23	15	22	60	61	6,5	0,013	0,43	0,40	61,40	0,0086	92,86
16:38	30	22	59	60	6,6	0,013	0,22	0,40	60,40	0,0061	91,34
17:08	60	22	56	57	7,1	0,013	0,12	0,40	57,40	0,0045	86,81
18:08	120	22	51	52	7,9	0,013	0,07	0,40	52,40	0,0034	79,24
15:00	1380	25	28	29	11,2	0,013	0,01	1,30	30,30	0,0011	45,82
15:00	2760	30	21	22	12,9	0,012	0,00	3,80	25,80	0,0008	39,02
15:00	4140	30	17	18	13,5	0,012	0,00	3,80	21,80	0,0007	32,97
15:00	5520	30	16	17	13,7	0,012	0,00	3,80	20,80	0,0006	31,46
15:00	6900	29	9	10	14,8	0,012	0,00	3,05	13,05	0,0006	19,74
15:00	8280	29	5	6	15,5	0,012	0,00	3,05	9,05	0,0005	13,69
15:00	9660	30	3	4	15,8	0,012	0,00	3,80	7,80	0,0005	11,80
15:00	11040	27	3	4	15,8	0,012	0,00	2,00	6,00	0,0005	9,07
15:00	12420	26	3	4	15,8	0,012	0,00	1,65	5,65	0,0004	8,54



<b>% Pasa 200</b>	=	<b>99,66</b>
<b>% Limo Parcial</b>	=	<b>36,37</b>
<b>% Arcilla Parcial</b>	=	<b>63,28</b>

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

**ANEXO 2**  
**CARACTERIZACIÓN DE MUESTRA**  
**DE SUELO N°2**



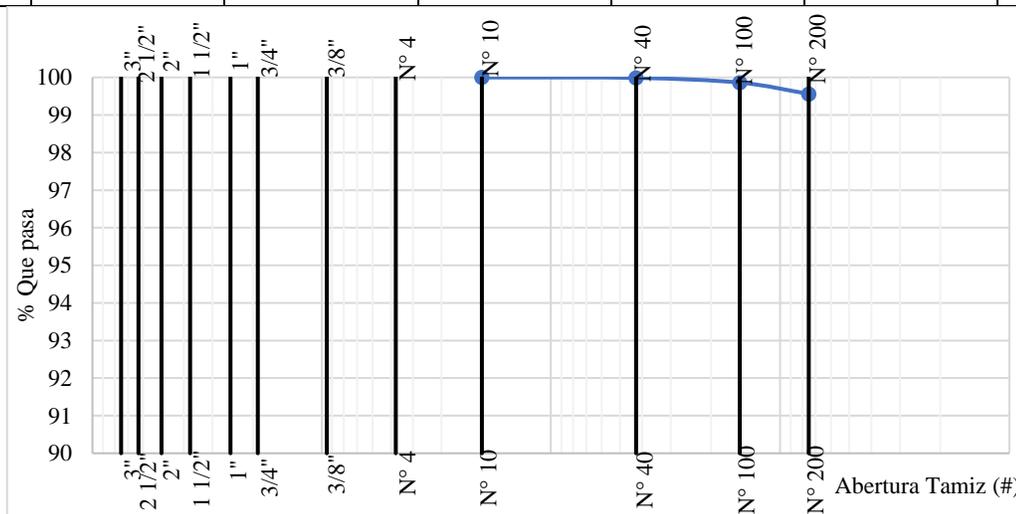
**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ENSAYO DE GRANULOMETRIA (ASTM D422-AASHTO T88)**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/8/2021  
**Muestra:** M-2

Denominacion	Abertura [mm]	Masa Retenida [g]	Masa Retenida Acumulada[g]	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75	0,00	0	0	0	100
2 1/2"	63	0,00	0	0	0	100
2"	50	0,00	0	0	0	100
1 1/2"	37,5	0,00	0	0	0	100
1"	25	0,00	0	0	0	100
3/4"	19	0,00	0	0	0	100
3/8"	9,5	0,00	0	0	0	100
N° 4	4,75	0,00	0	0	0	100
N° 10	2	0,06	0,06	0,012	0,012	99,988
N° 40	0,425	0,63	0,69	0,126	0,138	99,862
N° 100	0,15	1,50	2,19	0,3	0,438	99,562
N° 200	0,075	1,62	3,81	0,324	0,762	99,238
Base		496,19		99,238	100	
TOTAL		500		100		



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

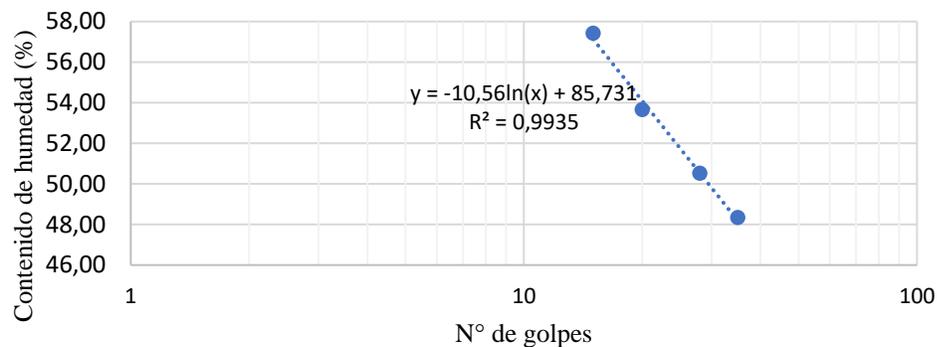
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 19/4/2022  
**Muestra:** M-2

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	15	20	28	35
Suelo humedo + capsula [g]:	50,02	53,04	48,09	54,21
Suelo Seco + capsula [g]:	36,95	39,32	36,12	40,64
Peso del agua [g]:	13,07	13,72	11,97	13,57
Peso de la capsula[ g ]:	14,19	13,75	12,43	12,57
Peso del suelo seco [g]:	22,76	25,57	23,69	28,07
Contenido de humedad [%]:	57,43	53,66	50,53	48,34

LIMITE LIQUIDO



capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	13,8	13,72	13,7
Suelo Seco + capsula [ g ]=	13,36	13,31	13,28
Peso del agua [ g ]=	0,44	0,41	0,42
Peso de la capsula [ g ]:	11,35	11,16	11,08
Peso del suelo seco [ g ]=	2,01	2,15	2,2
Contenido de humedad [%]=	21,89	19,07	19,09

<b>Limite Liquido[%]=</b>	51,74
<b>Limite Plastico [%]=</b>	20,02
<b>Indice de Plasticidad[%]=</b>	31,72

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



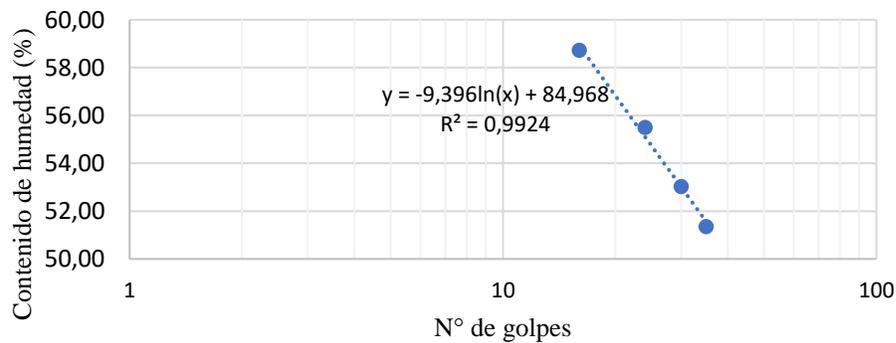
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 19/4/2022  
**Muestra:** M-2

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	16	24	30	35
Suelo humedo + capsula [g]:	30,82	24,89	27,2	24,37
Suelo Seco + capsula [g]:	24,73	20,45	22,29	20,19
Peso del agua [g]:	6,09	4,44	4,91	4,18
Peso de la capsula[ g ]:	14,36	12,45	13,03	12,05
Peso del suelo seco [g]:	10,37	8,00	9,26	8,14
Contenido de humedad [%]:	58,73	55,50	53,02	51,35

LIMITE LIQUIDO



capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	14,07	13,87	14,15
Suelo Seco + capsula [ g ]=	13,65	13,4	13,68
Peso del agua [ g ]=	0,42	0,47	0,47
Peso de la capsula [ g ]:	11,46	11,08	11,35
Peso del suelo seco [ g ]=	2,19	2,32	2,33
Contenido de humedad [%]=	19,18	20,26	20,17

<b>Limite Liquido[%]=</b>	54,72
<b>Limite Plastico [%]=</b>	19,87
<b>Indice de Plasticidad[%]=</b>	34,85

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



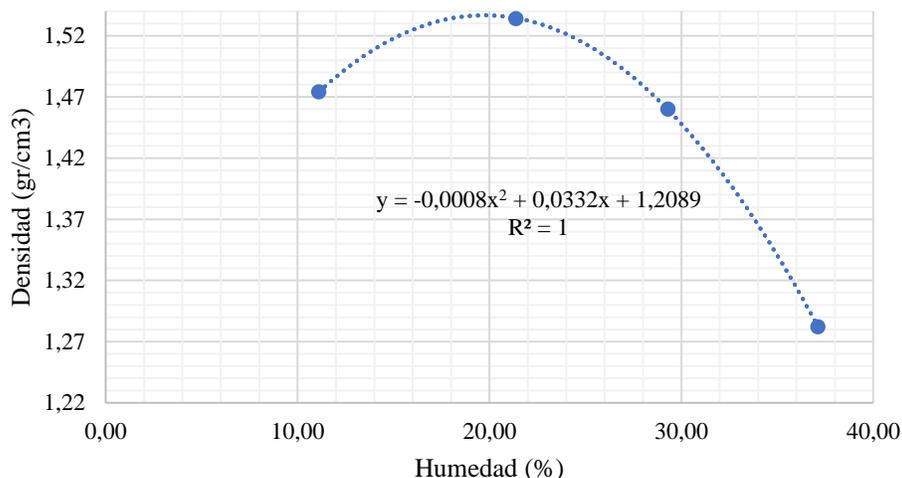
ENSAYO DE COMPACTACIÓN T99 (AASHTO T272)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 19/4/2022  
**Muestra:** M-2

<b>N° de capas:</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>N° de golpes por capa:</b>	25,00	25,00	25,00	25,00
<b>Peso suelo húmedo + molde [g]:</b>	5712,6	5924,5	5948,8	5826,2
<b>Peso del molde [g]:</b>	4165,3	4165,3	4165,3	4165,3
<b>Peso suelo húmedo [g]:</b>	1547,30	1759,20	1783,50	1660,90
<b>Volumen de la muestra [cm<sup>3</sup>]:</b>	944,727	944,727	944,727	944,727
<b>Densidad suelo húmedo [g/cm<sup>3</sup>]:</b>	1,64	1,86	1,89	1,76
<b>Capsula N°:</b>	1,00	2,00	3,00	4,00
<b>Peso suelo húmedo + capsula [g]:</b>	123,91	221,84	192,07	182,4
<b>Peso suelo seco + capsula [g]:</b>	113,36	186,4	152,54	137,96
<b>Peso del agua [g]:</b>	10,55	35,44	39,53	44,44
<b>Peso de la capsula [g]:</b>	18,36	20,65	17,64	18,24
<b>Peso suelo seco [g]:</b>	95,00	165,75	134,90	119,72
<b>Contenido de humedad (%):</b>	11,11	21,38	29,30	37,12
<b>Densidad suelo seco [g/cm<sup>3</sup>]:</b>	1,47	1,53	1,46	1,28
<b>Densidad máxima [g/cm<sup>3</sup>]:</b>	1,55			
<b>Humedad Óptima [%]:</b>	20,75			

CURVA DE COMPACTACION



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE  
COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PESO ESPECIFICO-(ASTM D854-AASHTO T100)**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II **Fecha:** 25/8/2021  
**procedencia:** Barrio San Blas **Muestra:** M-2  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

Número de ensayo	1	2	3	4	5
Temp. Ensayada [°C]	29,00	27,00	25,00	21,00	18,00
Masa del suelo seco $W_s$ [g]	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
peso del frasco+agua+W <sub>fw</sub>	660,08	660,00	659,91	659,73	659,60
Peso del frasco+agua+suelo	710,91	710,85	710,82	710,78	710,72
Densidad Relativa $G_s$	2,74	2,74	2,75	2,76	2,77
Factor de corrección $k=0,99$	0,9977	0,9983	0,9989	0,9998	1,0004
Densidad Relativa Corregida $\gamma_\sigma$	2,75	2,75	2,75	2,76	2,77

Densidad relativa  $\gamma_s$  : **2,757 [g/cm<sup>3</sup>]**

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

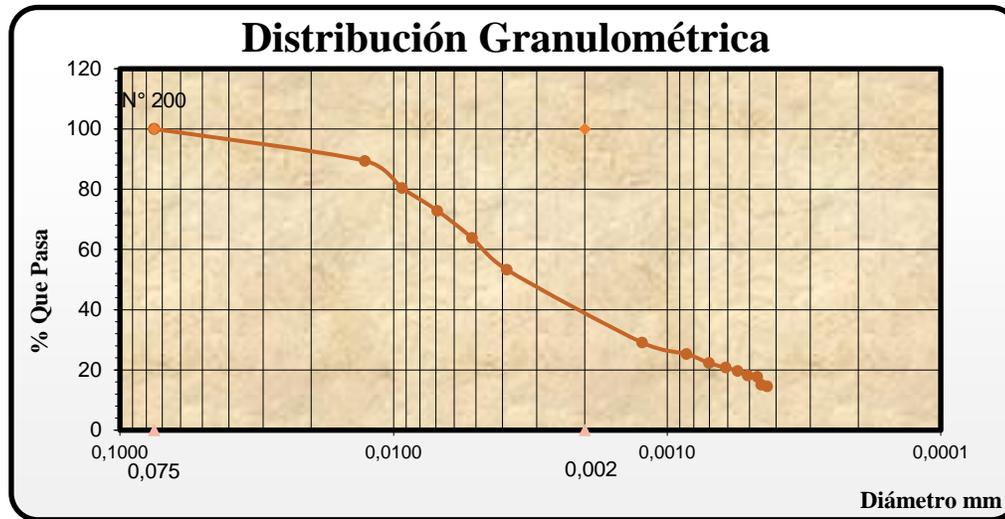


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE  
 COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

GRANULOMETRIA-MÉTODO HIDRÓMETRO (ASTM D422)

**Proyecto:** Proyecto de grado II **Fecha:** 24/3/2022 **Peso específico:** 2,757 **Corrección (cm):** 1  
**procedencia:** Barrio San Blas **Muestra:** M-2 **Peso suelo seco:** 65 gr **Factor (a):** 0,9786  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso **Modelo de Hidrometro:** 152 H **Agente dispersante:** (NaPO<sub>3</sub>)<sub>6</sub>

Hora de Lectura	Tiempo Transc. Min	Temp. °C	Lectura Real R'	Lectura Correg. R.	Prof. Efec. L	Constante K Tabla	L/t	Ct	Lectura Correg. Rc	Diametro Particula mm	% mas fino
16:32	0	22	-	-	-	0,012915	0,00	0,40	-	0,075	100
16:33	1	22	-	-	-	0,012915	0,00	0,40	-	0,075	100
16:35	3	22	-	-	-	0,012915	0,00	0,40	-	0,075	100
16:39	7	22	58	59	6,8	0,012915	0,97	0,40	59,40	0,0127	89,43
16:47	15	22	52	53	7,8	0,012915	0,52	0,40	53,40	0,0093	80,40
17:02	30	22	47	48	8,6	0,012915	0,29	0,40	48,40	0,0069	72,87
17:32	60	22	41	42	9,6	0,012915	0,16	0,40	42,40	0,0052	63,83
18:32	120	22	34	35	10,7	0,012915	0,09	0,40	35,40	0,0039	53,30
15:00	1380	25	17	18	13,5	0,012466	0,01	1,30	19,30	0,0012	29,06
15:00	2760	30	12	13	14,3	0,011796	0,01	3,80	16,80	0,0008	25,29
15:00	4140	30	10	11	14,7	0,011796	0,00	3,80	14,80	0,0007	22,28
15:00	5520	30	9	10	14,8	0,011796	0,00	3,80	13,80	0,0006	20,78
15:00	6900	29	9	10	14,8	0,011926	0,00	3,05	13,05	0,0006	19,65
15:00	8280	29	8	9	15	0,011926	0,00	3,05	12,05	0,0005	18,14
15:00	9660	30	7	8	15,2	0,011796	0,00	3,80	11,80	0,0005	17,77
15:00	11040	27	7	8	15,2	0,012186	0,00	2,00	10,00	0,0005	15,06
15:00	12420	26	7	8	15,2	0,012326	0,00	1,65	9,65	0,0004	14,53



<b>% Pasa 200</b>	<b>=</b>	<b>99,24</b>
<b>% Limo Parcial</b>	<b>=</b>	<b>59,90</b>
<b>% Arcilla Parcial</b>		<b>39,34</b>
<b>=</b>		

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

**ANEXO 3**  
**CARACTERIZACIÓN DE LAS**  
**CENIZAS DE CARBÓN**



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE  
COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PESO ESPECIFICO-(ASTM D854-AASHTO T100)**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso  
**Fecha:** 6/5/2021  
**Muestra:** 1

Número de ensayo	1	2	3	4	5
Temp. Ensayada [°C]	30,00	27,00	25,00	20,00	15,00
Masa del suelo seco W <sub>s</sub> [g]	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
peso del frasco+agua+W <sub>f</sub> w	660,13	660,00	659,91	659,69	659,47
Peso del frasco+agua+suelo	707,16	707,10	706,55	706,43	706,00
Densidad Relativa G <sub>s</sub>	2,43	2,43	2,40	2,41	2,39
Factor de corrección k=0,99	0,9977	0,9986	0,9930	1,0000	1,0009
Densidad Relativa Corregida $\gamma_{\sigma}$	2,43	2,44	2,42	2,41	2,39

El peso especifico relativo de la muestra es de:

**2,415 [g/cm<sup>3</sup>]**

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

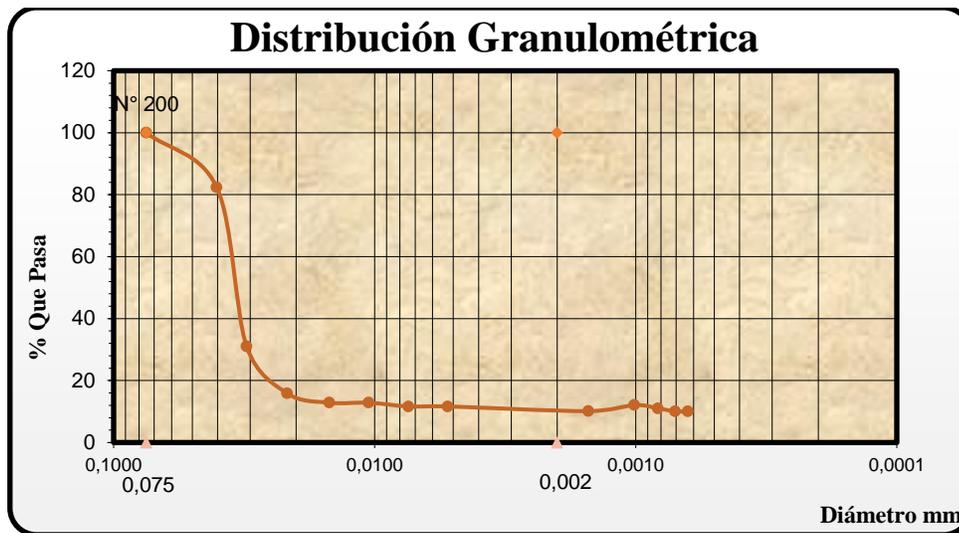


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE  
COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

GRANULOMETRIA-MÉTODO HIDRÓMETRO (ASTM D422)

**Proyecto:** Proyecto de grado II      **Fecha:** 9/5/2022      **Peso específico:** 2,415      **Corrección (cm):**1  
**procedencia:** Cenizas de Carbon      **Muestra:** 1      **Peso suelo seco:** 65 gr      **Factor (a):** 1,05  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso      **Modelo de Hidrometro:** 152 H      **Agente dispersante:** (NaPO<sub>3</sub>)<sub>6</sub>

Hora de Lectura	Tiempo Transc. Min	Temp. °C	Lectura Real R'	Lectura Correg. R.	Prof. Efec. L	Constante K Tabla	L/t	Ct	Lectura Correg. Rc	Diametro Particula mm	% mas fino
9:02	0	18	-	-	-	-	0,000	-0,50	-	0,075	100
9:03	1	18	54	55	7,3	0,014920	7,300	-0,50	54,50	0,0403	82,42
9:04	3	18	20	21	12,9	0,014920	4,300	-0,50	20,50	0,0309	31,00
9:09	7	18	10	11	14,7	0,014920	2,100	-0,50	10,50	0,0216	15,88
9:24	15	18	8	9	15	0,014920	1,000	-0,50	8,50	0,0149	12,85
9:54	30	18	8	9	15	0,014920	0,500	-0,50	8,50	0,0106	12,85
10:54	60	19	7	8	15,2	0,014740	0,253	-0,30	7,70	0,0074	11,64
12:00	120	19	7	8	15,2	0,014740	0,127	-0,30	7,70	0,0052	11,64
12:00	1440	19	6	7	15,3	0,014740	0,011	-0,30	6,70	0,0015	10,13
12:00	2880	24	6	7	15,3	0,013880	0,005	1,00	8,00	0,0010	12,10
12:00	4320	25	5	6	15,5	0,013720	0,004	1,30	7,30	0,0008	11,04
12:00	5760	26	4	5	15,6	0,013570	0,003	1,65	6,65	0,0007	10,06
12:00	7200	26	4	5	15,6	0,013570	0,002	1,65	6,65	0,0006	10,06



<b>% Pasa 200</b>	<b>=</b>	<b>100,00</b>
<b>%</b>	<b>=</b>	<b>89,53</b>
<b>%</b>	<b>=</b>	<b>10,47</b>

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

**ANEXO 4**

**ENSAYO DE SUELO M-1 + CENIZAS  
DE CARBÓN**

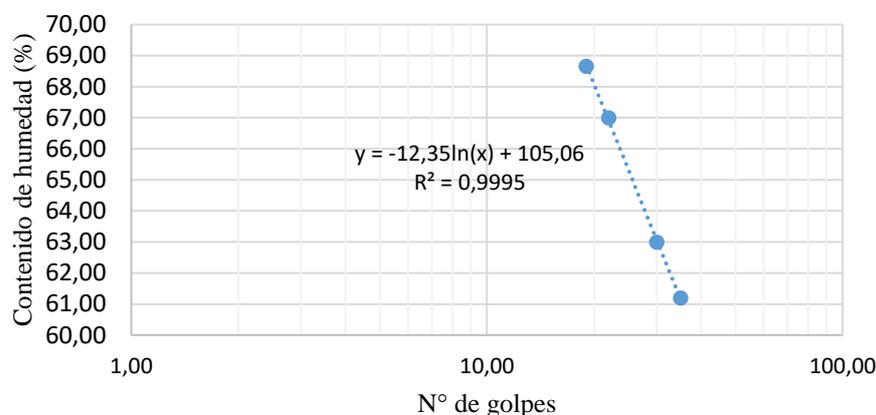


LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II **Fecha:** 19/4/2022  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 10 % **Muestra:** M-1  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso **Procedencia:** Juan Nicolai

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	19,00	22,00	30,00	35,00
Suelo humedo + capsula [g]:	35,58	34,26	32,83	30,12
Suelo Seco + capsula [g]:	26,36	26,00	25,29	23,37
Peso del agua [g]:	9,22	8,26	7,54	6,75
Peso de la capsula [ g ]:	12,93	13,67	13,32	12,34
Peso del suelo seco [g]:	13,43	12,33	11,97	11,03
Contenido de humedad [%]:	68,65	66,99	62,99	61,20

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2
Suelo humedo + capsula [ g ]=	13,36	13,82
Suelo Seco + capsula [ g ]=	13,27	13,74
Peso del agua [ g ]=	0,09	0,08
Peso de la capsula [ g ]:	12,98	13,49
Peso del suelo seco [ g ]=	0,29	0,25
Contenido de humedad [%]=	31,03	32,00

<b>Limite Liquido [%]=</b>	65,31
<b>Limite Plastico [%]=</b>	31,52
<b>Indice de Plasticidad [%]=</b>	33,79

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**Fecha:** 20/4/2022

**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 10 %

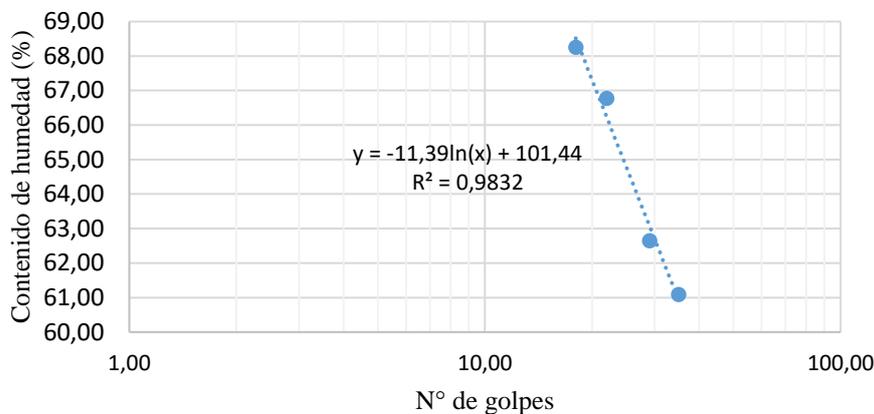
**Muestra:** M-1

**Elaborado por** Maria Nely Chavarria Barroso

**Procedencia:** Juan Nicolai

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	18,00	22,00	29,00	35,00
Suelo humedo + capsula [g]:	35,48	34,23	32,73	30,10
Suelo Seco + capsula [g]:	26,32	25,99	25,25	23,35
Peso del agua [g]:	9,16	8,24	7,48	6,75
Peso de la capsula [ g ]:	12,90	13,65	13,31	12,30
Peso del suelo seco [g]:	13,42	12,34	11,94	11,05
Contenido de humedad [%]:	68,26	66,77	62,65	61,09

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	13,34	12,96	13,62
Suelo Seco + capsula [ g ]=	13,25	12,88	13,59
Peso del agua [ g ]=	0,09	0,08	0,03
Peso de la capsula [ g ]:	12,97	12,63	13,5
Peso del suelo seco [ g ]=	0,28	0,25	0,09
Contenido de humedad [%]=	32,14	32,00	33,33

<b>Limite Liquido [%]=</b>	64,78
<b>Limite Plastico [%]=</b>	32,49
<b>Indice de Plasticidad [%]=</b>	32,28

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



ENSAYO DE COMPACTACIÓN T99 (AASHTO T272)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**Fecha:** 30/02/2022

**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 10 %

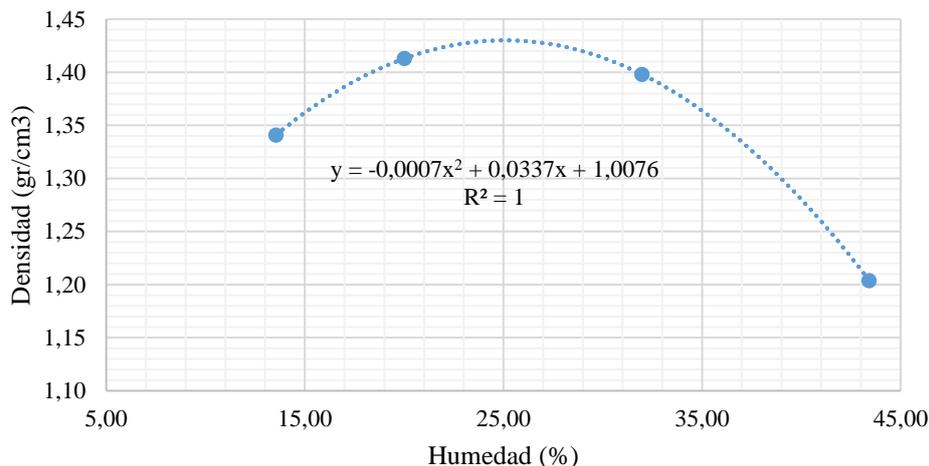
**Muestra:** M-1

**Elaborado por** Maria Nely Chavarria Barroso

**Procedencia** Juan Nicolai

N° de capas:	3	3	3	3
N° de golpes por capa:	25,00	25,00	25,00	25,00
Peso suelo húmedo + molde [g ]:	5603,90	5766,90	5907,10	5795,70
Peso del molde [g ]:	4171,70	4171,70	4171,70	4171,70
Peso suelo húmedo [g ]:	1432,20	1595,20	1735,40	1624,00
Volumen de la muestra [cm <sup>3</sup> ]:	940,59	940,59	940,59	940,59
Densidad suelo húmedo [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,52	1,70	1,85	1,73
Capsula N°:	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula [g ]:	122,68	133,88	138,19	139,56
Peso suelo seco + capsula [g ]:	109,51	113,69	107,79	101,35
Peso del agua [g ]:	13,17	20,19	30,40	38,21
Peso de la capsula [g ]:	12,35	12,83	12,72	13,35
Peso suelo seco [g ]:	97,16	100,86	95,07	88,00
Contenido de humedad (%):	13,55	20,02	31,98	43,42
Densidad suelo seco [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,34	1,41	1,40	1,20
Densidad máxima [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,41			
Humedad Óptima [%]:	24,07			

CURVA DE COMPACTACION



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

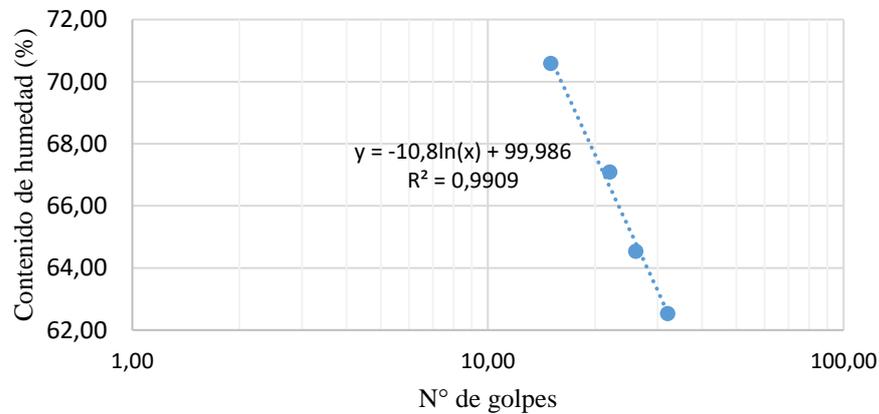
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 15 %  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 20/4/2022  
**Muestra:** M-1  
**Procedencia:** Juan Nicolai

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	15,00	22,00	26,00	32,00
Suelo humedo + capsula [g]:	53,10	49,20	50,00	47,60
Suelo Seco + capsula [g]:	36,25	34,56	35,42	34,20
Peso del agua [g]:	16,85	14,64	14,58	13,40
Peso de la capsula [ g ]:	12,38	12,74	12,83	12,77
Peso del suelo seco [g]:	23,87	21,82	22,59	21,43
Contenido de humedad [%]:	70,59	67,09	64,54	62,53

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	15,46	16,7	16,17
Suelo Seco + capsula [ g ]=	14,74	15,74	15,19
Peso del agua [ g ]=	0,72	0,96	0,98
Peso de la capsula [ g ]:	12,98	13,4	12,79
Peso del suelo seco [ g ]=	1,76	2,34	2,4
Contenido de humedad [%]=	40,91	41,03	40,83

<b>Limite Liquido [%]=</b>	65,22
<b>Limite Plastico [%]=</b>	40,92
<b>Indice de Plasticidad [%]=</b>	24,30

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



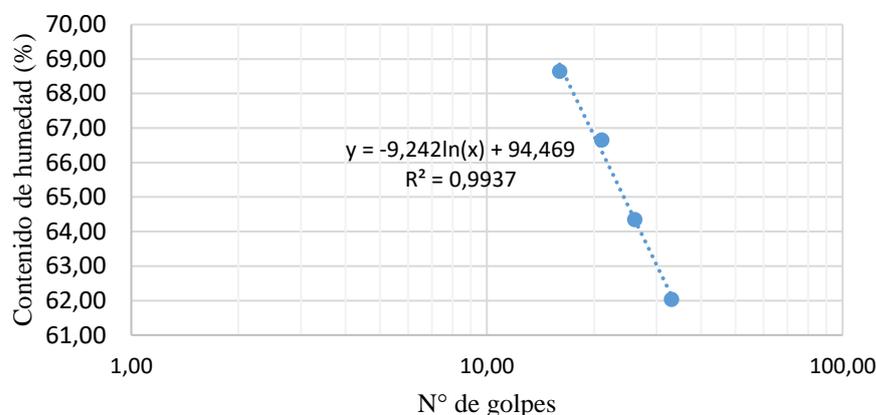
UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II **Fecha:** 20/4/2022  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 15 % **Muestra:** M-1  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso **Procedencia:** Juan Nicolai

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	16,00	21,00	26,00	33,00
Suelo humedo + capsula [g]:	52,98	49,11	49,96	47,60
Suelo Seco + capsula [g]:	36,45	34,54	35,41	34,20
Peso del agua [g]:	16,53	14,57	14,55	13,40
Peso de la capsula [ g ]:	12,37	12,68	12,80	12,60
Peso del suelo seco [g]:	24,08	21,86	22,61	21,60
Contenido de humedad [%]:	68,65	66,65	64,35	62,04

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	15,44	17,6	16,1
Suelo Seco + capsula [ g ]=	14,73	16,4	15,17
Peso del agua [ g ]=	0,71	1,2	0,93
Peso de la capsula [ g ]:	12,98	13,4	12,79
Peso del suelo seco [ g ]=	1,75	3	2,38
Contenido de humedad [%]=	40,57	40,00	39,08

Limite Liquido[%]=	64,72
Limite Plastico [%]=	39,88
Indice de Plasticidad[%]=	24,84

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
 LABORATORISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
 ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



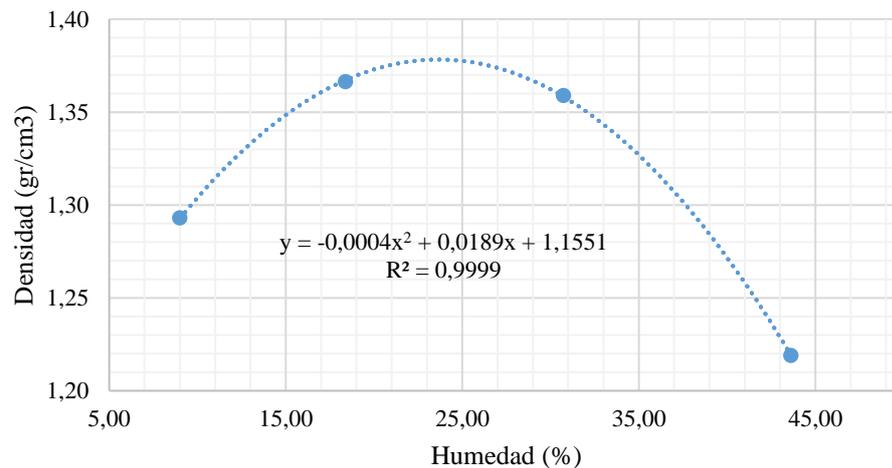
ENSAYO DE COMPACTACIÓN T99 (AASHTO T272)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 15 %  
**Elaborado por** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 4/3/2022  
**Muestra:** M-1  
**Procedencia** Juan Nicolai

N° de capas:	3	3	3	3
N° de golpes por capa:	25,00	25,00	25,00	25,00
Peso suelo húmedo + molde [g ]:	5482,60	5678,40	5828,10	5803,60
Peso del molde [g ]:	4156,90	4156,90	4156,90	4156,90
Peso suelo húmedo [g ]:	1325,70	1521,50	1671,20	1646,70
Volumen de la muestra [cm <sup>3</sup> ]:	940,59	940,59	940,59	940,59
Densidad suelo húmedo [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,41	1,62	1,78	1,75
Capsula N°:	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula [g ]:	107,66	129,89	148,91	181,03
Peso suelo seco + capsula [g ]:	99,93	111,72	117,08	129,94
Peso del agua [g ]:	7,73	18,17	31,83	51,09
Peso de la capsula [g ]:	14,06	12,91	13,54	12,79
Peso suelo seco [g ]:	85,87	98,81	103,54	117,15
Contenido de humedad (%):	9,00	18,39	30,74	43,61
Densidad suelo seco [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,29	1,37	1,36	1,22
Densidad máxima [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,38			
Humedad Óptima [%]:	23,63			

CURVA DE COMPACTACION



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

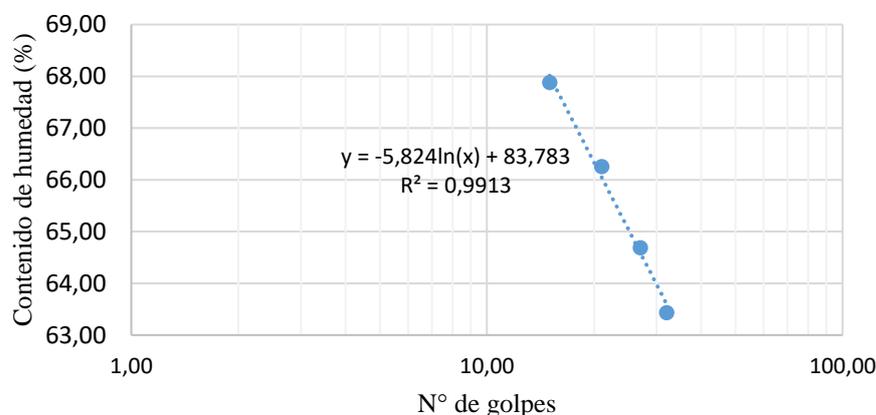


LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II **Fecha:** 4/5/2022  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 20 % **Muestra:** M-1  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso **Procedencia:** Juan Nicolai

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	15,00	21,00	27,00	32,00
Suelo humedo + capsula [g]:	46,72	42,27	42,59	39,49
Suelo Seco + capsula [g]:	32,52	30,51	30,81	28,77
Peso del agua [g]:	14,20	11,76	11,78	10,72
Peso de la capsula [ g ]:	11,60	12,76	12,60	11,87
Peso del suelo seco [g]:	20,92	17,75	18,21	16,90
Contenido de humedad [%]:	67,88	66,25	64,69	63,43

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	16,27	14,69	15,25
Suelo Seco + capsula [ g ]=	15,21	14,02	14,51
Peso del agua [ g ]=	1,06	0,67	0,74
Peso de la capsula [ g ]:	12,68	12,43	12,72
Peso del suelo seco [ g ]=	2,53	1,59	1,79
Contenido de humedad [%]=	41,90	42,14	41,34

Limite Liquido [%]=	65,04
Limite Plastico [%]=	41,79
Indice de Plasticidad [%]=	23,24

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

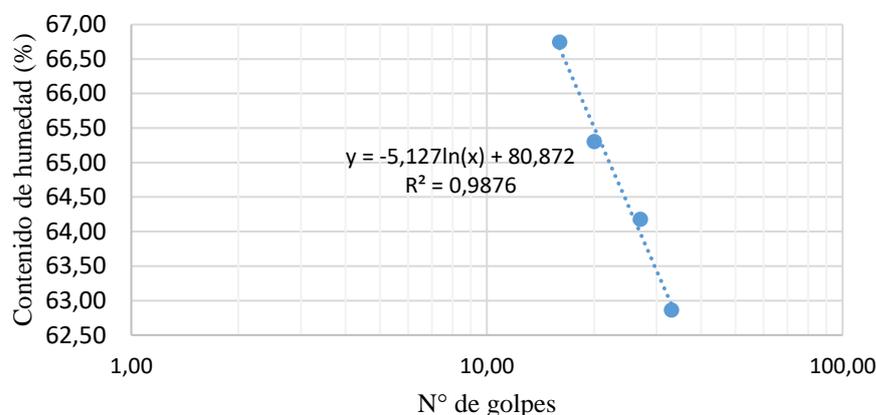


LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II **Fecha:** 4/5/2022  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 20 % **Muestra:** M-1  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso **Procedencia:** Juan Nicolai

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	16,00	20,00	27,00	33,00
Suelo humedo + capsula [g]:	46,70	42,25	42,53	39,41
Suelo Seco + capsula [g]:	32,65	30,60	30,83	28,78
Peso del agua [g]:	14,05	11,65	11,70	10,63
Peso de la capsula [ g ]:	11,60	12,76	12,60	11,87
Peso del suelo seco [g]:	21,05	17,84	18,23	16,91
Contenido de humedad [%]:	66,75	65,30	64,18	62,86

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	16,25	14,59	15,15
Suelo Seco + capsula [ g ]=	15,22	13,96	14,44
Peso del agua [ g ]=	1,03	0,63	0,71
Peso de la capsula [ g ]:	12,68	12,43	12,72
Peso del suelo seco [ g ]=	2,54	1,53	1,72
Contenido de humedad [%]=	40,55	41,18	41,28

<b>Limite Liquido [%]=</b>	64,37
<b>Limite Plastico [%]=</b>	41,00
<b>Indice de Plasticidad [%]=</b>	23,37

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



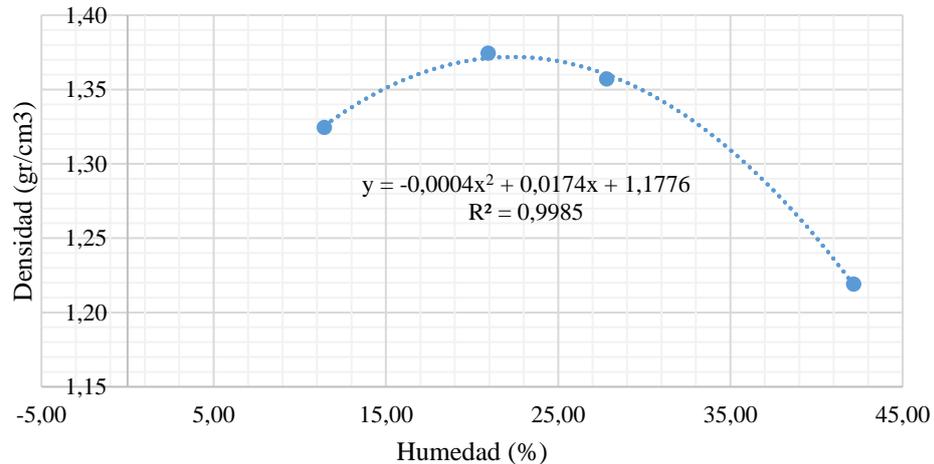
ENSAYO DE COMPACTACIÓN T99 (AASHTO T272)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 20 %  
**Elaborado por** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 24/3/2022  
**Muestra:** M-1  
**Procedencia** Juan Nicolai

N° de capas:	3	3	3	3
N° de golpes por capa:	25,00	25,00	25,00	25,00
Peso suelo húmedo + molde [g ]:	5560,00	5735,30	5803,50	5801,80
Peso del molde [g ]:	4171,70	4171,70	4171,70	4171,70
Peso suelo húmedo [g ]:	1388,30	1563,60	1631,80	1630,10
Volumen de la muestra [cm <sup>3</sup> ]:	940,59	940,59	940,59	940,59
Densidad suelo húmedo [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,48	1,66	1,73	1,73
Capsula N°:	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula [g ]:	148,20	161,48	142,63	198,35
Peso suelo seco + capsula [g ]:	134,31	135,71	115,40	143,26
Peso del agua [g ]:	13,89	25,77	27,23	55,09
Peso de la capsula [g ]:	12,77	12,63	17,56	12,59
Peso suelo seco [g ]:	121,54	123,08	97,84	130,67
Contenido de humedad (%):	11,43	20,94	27,83	42,16
Densidad suelo seco [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,32	1,37	1,36	1,22
Densidad máxima [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,37			
Humedad Óptima [%]:	21,75			

CURVA DE COMPACTACION



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

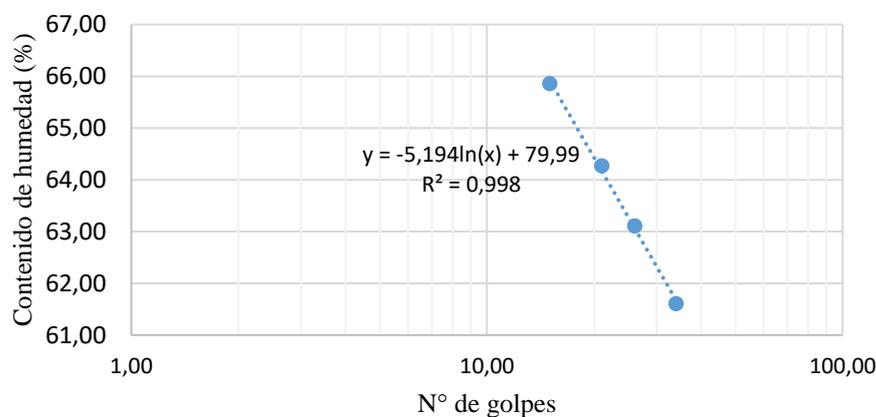


LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II **Fecha:** 6/5/2022  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 25 % **Muestra:** M-1  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso **Procedencia:** Juan Nicolai

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	15,00	21,00	26,00	34,00
Suelo humedo + capsula [g]:	48,22	40,13	42,48	44,35
Suelo Seco + capsula [g]:	34,12	29,41	30,95	32,25
Peso del agua [g]:	14,10	10,72	11,53	12,10
Peso de la capsula [ g ]:	12,71	12,73	12,68	12,61
Peso del suelo seco [g]:	21,41	16,68	18,27	19,64
Contenido de humedad [%]:	65,86	64,27	63,11	61,61

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	15,25	15,02	15,5
Suelo Seco + capsula [ g ]=	14,38	14,18	14,42
Peso del agua [ g ]=	0,87	0,84	1,08
Peso de la capsula [ g ]:	12,32	12,18	11,86
Peso del suelo seco [ g ]=	2,06	2	2,56
Contenido de humedad [%]=	42,23	42,00	42,19

<b>Limite Liquido [%]=</b>	63,27
<b>Limite Plastico [%]=</b>	42,14
<b>Indice de Plasticidad [%]=</b>	21,13

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

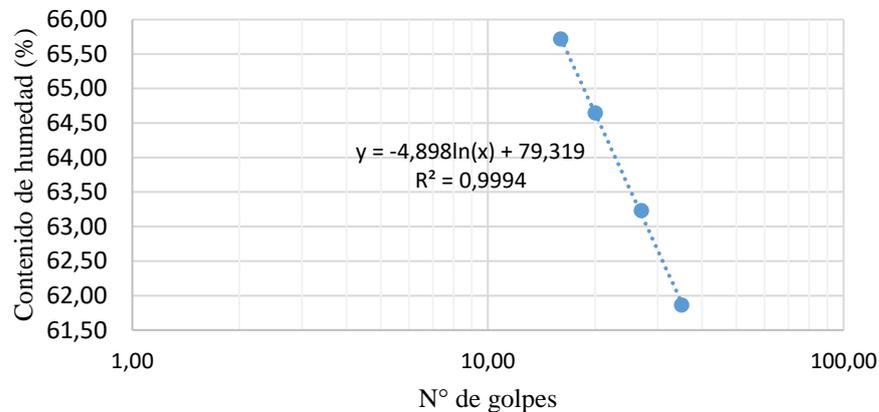
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 25 %  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 6/5/2022  
**Muestra:** M-1  
**Procedencia:** Juan Nicolai

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	16,00	20,00	27,00	35,00
Suelo humedo + capsula [g]:	48,19	40,16	42,47	44,40
Suelo Seco + capsula [g]:	34,12	29,39	30,93	32,25
Peso del agua [g]:	14,07	10,77	11,54	12,15
Peso de la capsula [ g ]:	12,71	12,73	12,68	12,61
Peso del suelo seco [g]:	21,41	16,66	18,25	19,64
Contenido de humedad [%]:	65,72	64,65	63,23	61,86

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	16,25	15,08	16
Suelo Seco + capsula [ g ]=	15,07	14,22	14,76
Peso del agua [ g ]=	1,18	0,86	1,24
Peso de la capsula [ g ]:	12,32	12,18	11,86
Peso del suelo seco [ g ]=	2,75	2,04	2,9
Contenido de humedad [%]=	42,91	42,16	42,76

<b>Limite Liquido [%]=</b>	63,55
<b>Limite Plastico [%]=</b>	42,61
<b>Indice de Plasticidad [%]=</b>	20,94

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



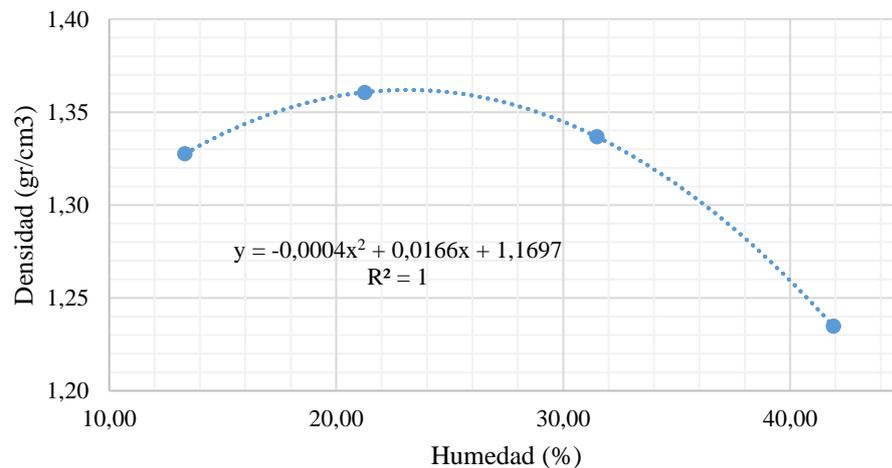
ENSAYO DE COMPACTACIÓN T99 (AASHTO T272)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 25 %  
**Elaborado por** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/3/2022  
**Muestra:** M-1  
**Procedencia** Juan Nicolai

N° de capas:	3	3	3	3
N° de golpes por capa:	25,00	25,00	25,00	25,00
Peso suelo húmedo + molde [g ]:	5566,80	5702,90	5803,90	5798,70
Peso del molde [g ]:	4156,90	4156,90	4156,90	4156,90
Peso suelo húmedo [g ]:	1409,90	1546,00	1647,00	1641,80
Volumen de la muestra [cm <sup>3</sup> ]:	937,00	937,00	937,00	937,00
Densidad suelo húmedo [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,50	1,65	1,76	1,75
Capsula N°:	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula [g ]:	128,43	153,00	160,60	194,34
Peso suelo seco + capsula [g ]:	114,83	128,32	125,10	142,06
Peso del agua [g ]:	13,60	24,68	35,50	52,28
Peso de la capsula [g ]:	12,87	12,27	12,39	17,31
Peso suelo seco [g ]:	101,96	116,05	112,71	124,75
Contenido de humedad (%):	13,34	21,27	31,50	41,91
Densidad suelo seco [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,33	1,36	1,34	1,23
Densidad máxima [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,34			
Humedad Óptima [%]:	20,75			

CURVA DE COMPACTACION



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

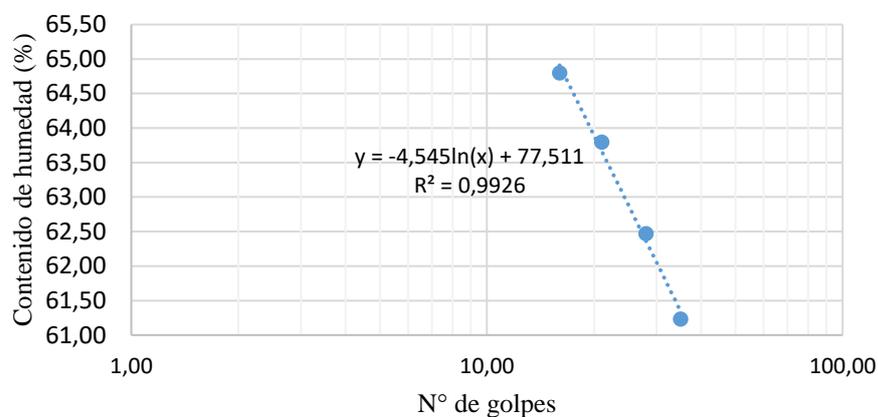


LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II **Fecha:** 7/5/2022  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 30 % **Muestra:** M-1  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso **Procedencia:** Juan Nicolai

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	16,00	21,00	28,00	35,00
Suelo humedo + capsula [g]:	43,55	43,32	40,63	50,57
Suelo Seco + capsula [g]:	31,42	31,39	29,86	36,15
Peso del agua [g]:	12,13	11,93	10,77	14,42
Peso de la capsula [ g ]:	12,70	12,69	12,62	12,60
Peso del suelo seco [g]:	18,72	18,70	17,24	23,55
Contenido de humedad [%]:	64,80	63,80	62,47	61,23

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	15,98	14,64	14,68
Suelo Seco + capsula [ g ]=	14,89	13,89	13,85
Peso del agua [ g ]=	1,09	0,75	0,83
Peso de la capsula [ g ]:	12,35	12,17	11,88
Peso del suelo seco [ g ]=	2,54	1,72	1,97
Contenido de humedad [%]=	42,91	43,60	42,13

<b>Limite Liquido [%]=</b>	62,88
<b>Limite Plastico [%]=</b>	42,88
<b>Indice de Plasticidad [%]=</b>	20,00

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

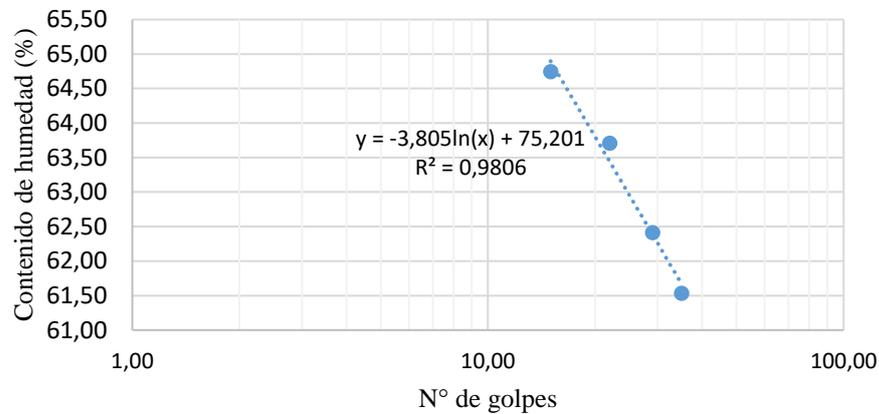
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 30 %  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 7/5/2022  
**Muestra:** M-1  
**Procedencia:** Juan Nicolai

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	15,00	22,00	29,00	35,00
Suelo humedo + capsula [g]:	43,54	43,31	40,62	50,56
Suelo Seco + capsula [g]:	31,42	31,39	29,86	36,10
Peso del agua [g]:	12,12	11,92	10,76	14,46
Peso de la capsula[ g ]:	12,70	12,68	12,62	12,60
Peso del suelo seco [g]:	18,72	18,71	17,24	23,50
Contenido de humedad [%]:	64,74	63,71	62,41	61,53

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	16,12	15,63	15,58
Suelo Seco + capsula [ g ]=	15	14,58	14,45
Peso del agua [ g ]=	1,12	1,05	1,13
Peso de la capsula [ g ]:	12,35	12,17	11,88
Peso del suelo seco [ g ]=	2,65	2,41	2,57
Contenido de humedad [%]=	42,26	43,57	43,97

<b>Limite Liquido[%]=</b>	62,95
<b>Limite Plastico [%]=</b>	43,27
<b>Indice de Plasticidad[%]=</b>	19,69

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



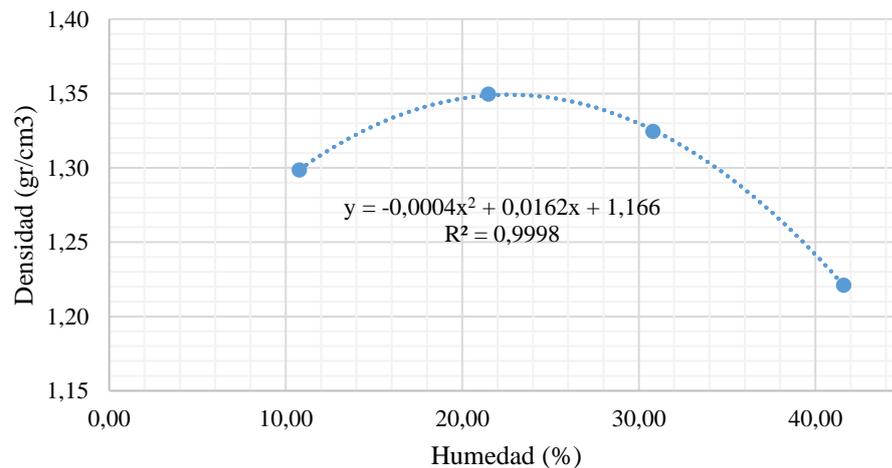
ENSAYO DE COMPACTACIÓN T99 (AASHTO T272)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 30 %  
**Elaborado por** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 28/3/2022  
**Muestra:** M-1  
**Procedencia** Juan Nicolai

N° de capas:	3	3	3	3
N° de golpes por capa:	25,00	25,00	25,00	25,00
Peso suelo húmedo + molde [g ]:	5509,80	5699,10	5786,50	5783,30
Peso del molde [g ]:	4156,90	4156,90	4156,90	4156,90
Peso suelo húmedo [g ]:	1352,90	1542,20	1629,60	1626,40
Volumen de la muestra [cm <sup>3</sup> ]:	940,59	940,59	940,59	940,59
Densidad suelo húmedo [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,44	1,64	1,73	1,73
Capsula N°:	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula [g ]:	121,25	118,69	177,98	173,39
Peso suelo seco + capsula [g ]:	110,68	99,95	140,13	126,08
Peso del agua [g ]:	10,57	18,74	37,85	47,31
Peso de la capsula [g ]:	12,54	12,74	17,27	12,38
Peso suelo seco [g ]:	98,14	87,21	122,86	113,70
Contenido de humedad (%):	10,77	21,49	30,81	41,61
Densidad suelo seco [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,30	1,35	1,32	1,22
Densidad máxima [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,33			
Humedad Óptima [%]:	20,25			

CURVA DE COMPACTACION



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

**ANEXO 5**

**ENSAYO DE SUELO M-2 + CENIZAS  
DE CARBÓN**



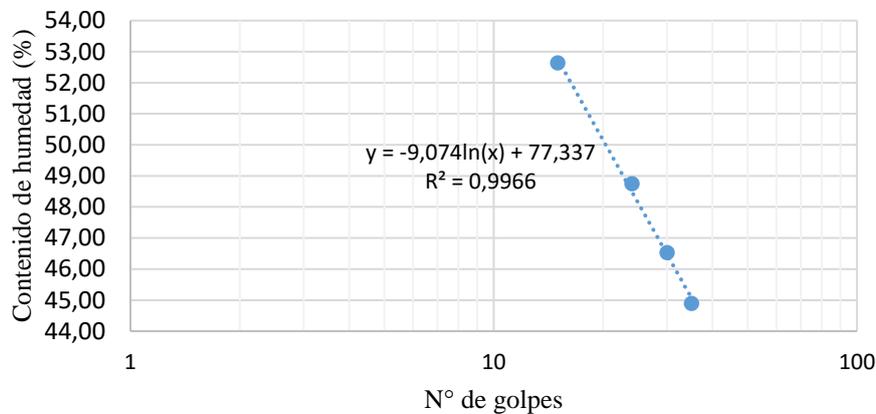
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbono 10 %  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 18/5/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia:** San Blas

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	15	24	30	35
Suelo humedo + capsula [g]:	53,04	48,62	44,99	40,94
Suelo Seco + capsula [g]:	39,39	36,76	34,8	32,2
Peso del agua [g]:	13,65	11,86	10,19	8,74
Peso de la capsula [g]:	13,46	12,43	12,9	12,73
Peso del suelo seco [g]:	25,93	24,33	21,90	19,47
Contenido de humedad [%]:	52,64	48,75	46,53	44,89

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	14,72	16,06	15,16
Suelo Seco + capsula [ g ]=	14,18	15,35	14,44
Peso del agua [ g ]=	0,54	0,71	0,72
Peso de la capsula [ g ]:	12,4	13,02	12,01
Peso del suelo seco [ g ]=	1,78	2,33	2,43
Contenido de humedad [%]=	30,34	30,47	29,63

<b>Limite Liquido [%]=</b>	48,13
<b>Limite Plastico [%]=</b>	30,15
<b>Indice de Plasticidad [%]=</b>	17,98

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



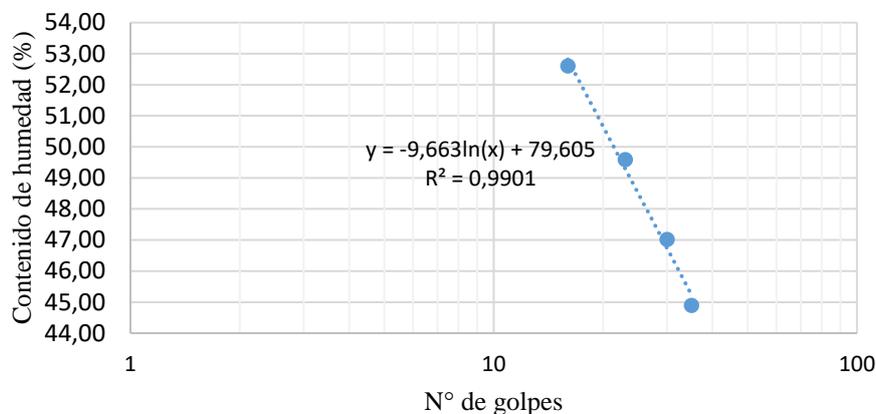
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbono 10 %  
**Elaborado por** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 18/5/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia:** San Blas

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	16	23	30	35
Suelo humedo + capsula [g]:	53	48,6	44,98	40,94
Suelo Seco + capsula [g]:	39,37	36,61	34,72	32,2
Peso del agua [g]:	13,63	11,99	10,26	8,74
Peso de la capsula [ g ]:	13,46	12,43	12,9	12,73
Peso del suelo seco [g]:	25,91	24,18	21,82	19,47
Contenido de humedad [%]:	52,61	49,59	47,02	44,89

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	15,72	17,06	16,16
Suelo Seco + capsula [ g ]=	14,95	16,12	15,18
Peso del agua [ g ]=	0,77	0,94	0,98
Peso de la capsula [ g ]:	12,4	13,02	12,01
Peso del suelo seco [ g ]=	2,55	3,1	3,17
Contenido de humedad [%]=	30,20	30,32	30,91

<b>Limite Liquido[%]=</b>	48,50
<b>Limite Plastico [%]=</b>	30,48
<b>Indice de Plasticidad[%]=</b>	18,02

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



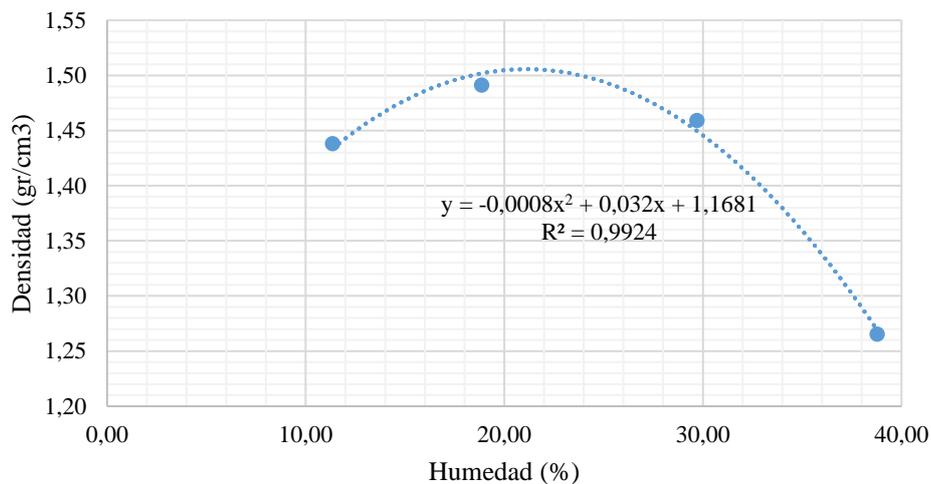
ENSAYO DE COMPACTACIÓN T99 (AASHTO T272)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 10 %  
**Elaborado por** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia** San Blas

N° de capas:	3	3	3	3
N° de golpes por capa:	25,00	25,00	25,00	25,00
Peso suelo húmedo + molde [g]:	5678,70	5840,50	5953,60	5824,70
Peso del molde [g]:	4165,70	4165,70	4165,70	4165,70
Peso suelo húmedo [g]:	1513,00	1674,80	1787,90	1659,00
Volumen de la muestra [cm <sup>3</sup> ]:	944,73	944,73	944,73	944,73
Densidad suelo húmedo [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,60	1,77	1,89	1,76
Capsula N°:	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula [g]:	112,19	152,22	132,69	149,58
Peso suelo seco + capsula [g]:	102,04	130,10	105,24	111,53
Peso del agua [g]:	10,15	22,12	27,45	38,05
Peso de la capsula [g]:	12,68	12,90	12,83	13,43
Peso suelo seco [g]:	89,36	117,20	92,41	98,10
Contenido de humedad (%):	11,36	18,87	29,70	38,79
Densidad suelo seco [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,44	1,49	1,46	1,27
Densidad máxima [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,49			
Humedad Óptima [%]:	20,00			

CURVA DE COMPACTACION



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



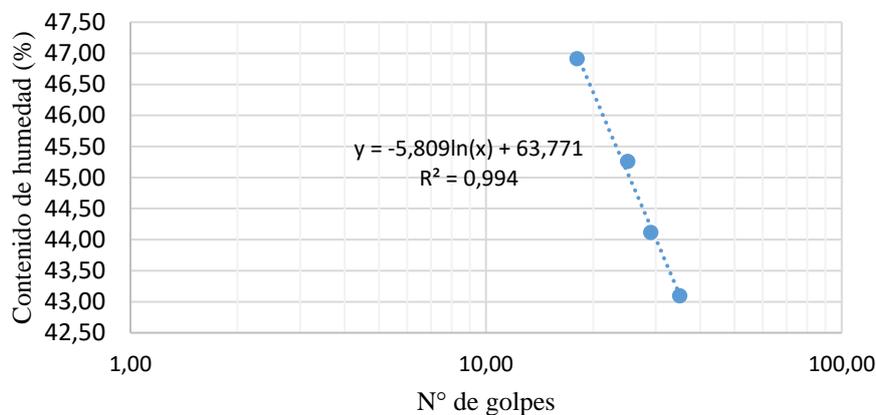
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 15 %  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 23/5/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia:** San Blas

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	18,00	25,00	29,00	35,00
Suelo humedo + capsula [g]:	50,94	42,55	52,78	47,13
Suelo Seco + capsula [g]:	39,23	33,10	40,18	36,80
Peso del agua [g]:	11,71	9,45	12,60	10,33
Peso de la capsula [ g ]:	14,27	12,22	11,62	12,83
Peso del suelo seco [g]:	24,96	20,88	28,56	23,97
Contenido de humedad [%]:	46,92	45,26	44,12	43,10

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	15,57	15,97	15,72
Suelo Seco + capsula [ g ]=	14,91	15,25	15,11
Peso del agua [ g ]=	0,66	0,72	0,61
Peso de la capsula [ g ]:	12,77	12,97	13,17
Peso del suelo seco [ g ]=	2,14	2,28	1,94
Contenido de humedad [%]=	30,84	31,58	31,44

<b>Limite Liquido[%]=</b>	45,07
<b>Limite Plastico [%]=</b>	31,29
<b>Indice de Plasticidad[%]=</b>	13,78

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



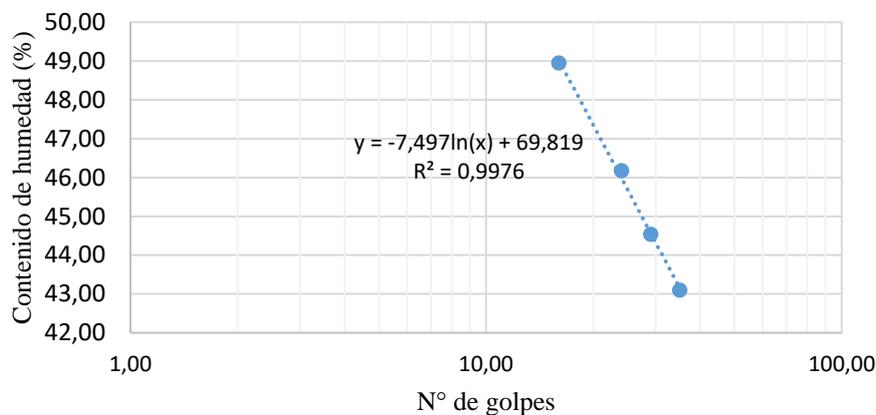
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 15 %  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 23/5/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia** San Blas

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	16,00	24,00	29,00	35,00
Suelo humedo + capsula [g]:	51,94	43,56	52,90	47,13
Suelo Seco + capsula [g]:	39,56	33,66	40,18	36,80
Peso del agua [g]:	12,38	9,90	12,72	10,33
Peso de la capsula[ g ]:	14,27	12,22	11,62	12,83
Peso del suelo seco [g]:	25,29	21,44	28,56	23,97
Contenido de humedad [%]:	48,95	46,18	44,54	43,10

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	16,57	16,97	15,7
Suelo Seco + capsula [ g ]=	15,66	16,01	15,1
Peso del agua [ g ]=	0,91	0,96	0,6
Peso de la capsula [ g ]:	12,77	12,97	13,17
Peso del suelo seco [ g ]=	2,89	3,04	1,93
Contenido de humedad [%]=	31,49	31,58	31,09

<b>Limite Liquido[%]=</b>	45,69
<b>Limite Plastico [%]=</b>	31,38
<b>Indice de Plasticidad[%]=</b>	14,30

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



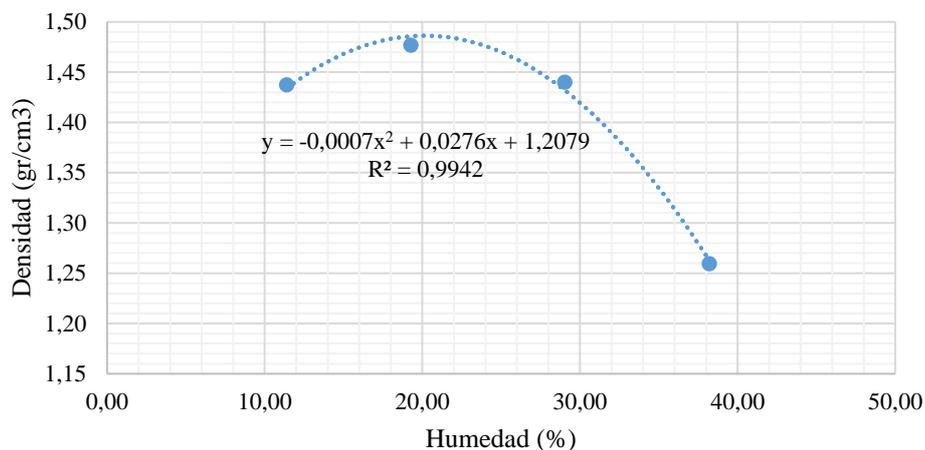
ENSAYO DE COMPACTACIÓN T99 (AASHTO T272)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 15 %  
**Elaborado por** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia** San Blas

N° de capas:	3	3	3	3
N° de golpes por capa:	25,00	25,00	25,00	25,00
Peso suelo húmedo + molde [g]:	5678,70	5830,00	5921,30	5810,20
Peso del molde [g]:	4165,70	4165,70	4165,70	4165,70
Peso suelo húmedo [g]:	1513,00	1664,30	1755,60	1644,50
Volumen de la muestra [cm <sup>3</sup> ]:	944,73	944,73	944,73	944,73
Densidad suelo húmedo [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,60	1,76	1,86	1,74
Capsula N°:	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula [g]:	148,15	122,91	133,97	152,15
Peso suelo seco + capsula [g]:	134,29	105,10	106,66	114,02
Peso del agua [g]:	13,86	17,81	27,31	38,13
Peso de la capsula [g]:	12,84	12,75	12,64	14,22
Peso suelo seco [g]:	121,45	92,35	94,02	99,80
Contenido de humedad (%):	11,41	19,29	29,05	38,21
Densidad suelo seco [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,44	1,48	1,44	1,26
Densidad máxima [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,48			
Humedad Óptima [%]:	19,71			

CURVA DE COMPACTACION



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



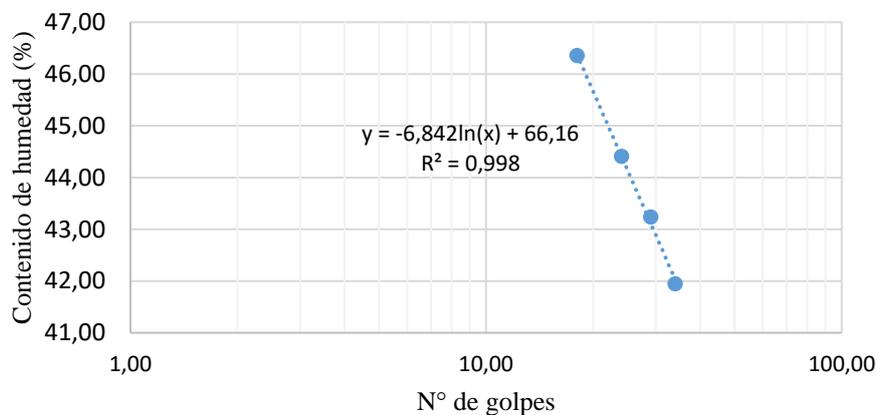
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 20 %  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 24/5/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia:** San Blas

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	18,00	24,00	29,00	34,00
Suelo humedo + capsula [g]:	54,74	45,15	44,10	38,64
Suelo Seco + capsula [g]:	41,88	35,38	34,48	30,98
Peso del agua [g]:	12,86	9,77	9,62	7,66
Peso de la capsula [ g ]:	14,14	13,38	12,23	12,72
Peso del suelo seco [g]:	27,74	22,00	22,25	18,26
Contenido de humedad [%]:	46,36	44,41	43,24	41,95

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	16,82	16,45	15,94
Suelo Seco + capsula [ g ]=	15,89	15,73	15,24
Peso del agua [ g ]=	0,93	0,72	0,7
Peso de la capsula [ g ]:	13,08	13,48	13,14
Peso del suelo seco [ g ]=	2,81	2,25	2,1
Contenido de humedad [%]=	33,10	32,00	33,33

<b>Limite Liquido[%]=</b>	44,14
<b>Limite Plastico [%]=</b>	32,81
<b>Indice de Plasticidad[%]=</b>	11,33

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



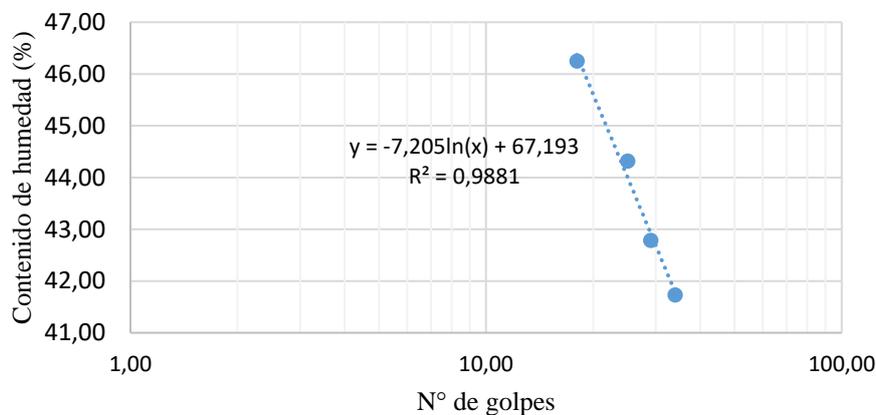
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 20 %  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 24/5/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia** San Blas

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	18,00	25,00	29,00	34,00
Suelo humedo + capsula [g]:	54,71	45,13	44,00	38,60
Suelo Seco + capsula [g]:	41,88	35,38	34,48	30,98
Peso del agua [g]:	12,83	9,75	9,52	7,62
Peso de la capsula[ g ]:	14,14	13,38	12,23	12,72
Peso del suelo seco [g]:	27,74	22,00	22,25	18,26
Contenido de humedad [%]:	46,25	44,32	42,79	41,73

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	16,72	16,35	15,84
Suelo Seco + capsula [ g ]=	15,83	15,64	15,18
Peso del agua [ g ]=	0,89	0,71	0,66
Peso de la capsula [ g ]:	13,08	13,48	13,14
Peso del suelo seco [ g ]=	2,75	2,16	2,04
Contenido de humedad [%]=	32,36	32,87	32,35

<b>Limite Liquido[%]=</b>	44,00
<b>Limite Plastico [%]=</b>	32,53
<b>Indice de Plasticidad[%]=</b>	11,47

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



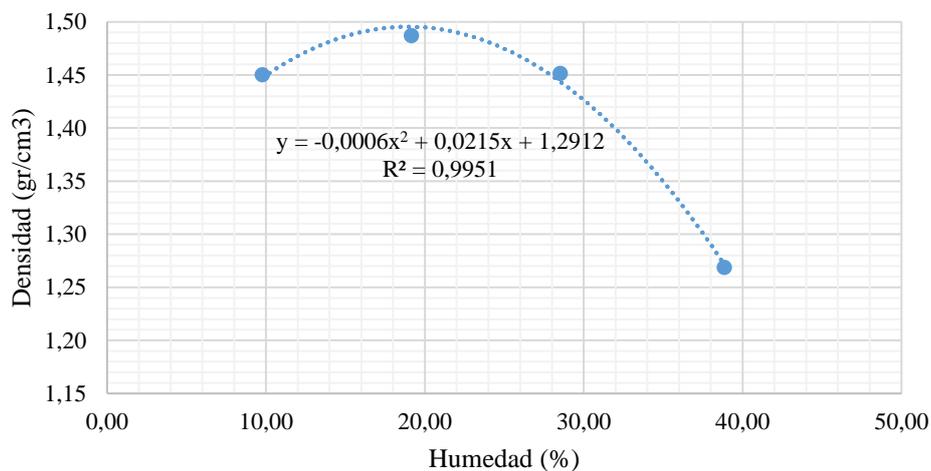
ENSAYO DE COMPACTACIÓN T99 (AASHTO T272)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 20 %  
**Elaborado por** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 28/4/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia** San Blas

<b>N° de capas:</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>N° de golpes por capa:</b>	25,00	25,00	25,00	25,00
<b>Peso suelo húmedo + molde [g]:</b>	5670,00	5839,90	5928,30	5830,20
<b>Peso del molde [g]:</b>	4165,80	4165,80	4165,80	4165,80
<b>Peso suelo húmedo [g]:</b>	1504,20	1674,10	1762,50	1664,40
<b>Volumen de la muestra [cm<sup>3</sup>]:</b>	944,73	944,73	944,73	944,73
<b>Densidad suelo húmedo [g/cm<sup>3</sup>]:</b>	1,59	1,77	1,87	1,76
<b>Capsula N°:</b>	1	2	3	4
<b>Peso suelo húmedo + capsula [g]:</b>	127,78	140,21	137,85	112,27
<b>Peso suelo seco + capsula [g]:</b>	117,58	119,66	110,03	84,38
<b>Peso del agua [g]:</b>	10,20	20,55	27,82	27,89
<b>Peso de la capsula [g]:</b>	13,35	12,41	12,51	12,62
<b>Peso suelo seco [g]:</b>	104,23	107,25	97,52	71,76
<b>Contenido de humedad (%):</b>	9,79	19,16	28,53	38,87
<b>Densidad suelo seco [g/cm<sup>3</sup>]:</b>	1,45	1,49	1,45	1,27
<b>Densidad máxima [g/cm<sup>3</sup>]:</b>	1,48			
<b>Humedad Óptima [%]:</b>	17,92			

CURVA DE COMPACTACION



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



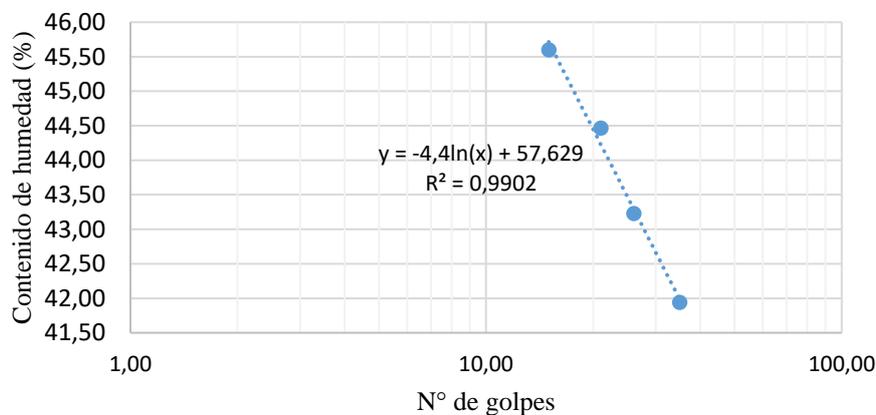
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 25 %  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/5/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia** San Blas

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	15,00	21,00	26,00	35,00
Suelo humedo + capsula [g]:	50,11	45,40	44,42	38,18
Suelo Seco + capsula [g]:	38,66	35,24	34,72	30,74
Peso del agua [g]:	11,45	10,16	9,70	7,44
Peso de la capsula [ g ]:	13,55	12,39	12,28	13,00
Peso del suelo seco [g]:	25,11	22,85	22,44	17,74
Contenido de humedad [%]:	45,60	44,46	43,23	41,94

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	16,02	14,5	12,99
Suelo Seco + capsula [ g ]=	15,31	13,96	12,28
Peso del agua [ g ]=	0,71	0,54	0,71
Peso de la capsula [ g ]:	13,24	12,38	10,16
Peso del suelo seco [ g ]=	2,07	1,58	2,12
Contenido de humedad [%]=	34,30	34,18	33,49

<b>Limite Liquido[%]=</b>	43,47
<b>Limite Plastico [%]=</b>	33,99
<b>Indice de Plasticidad[%]=</b>	9,48

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



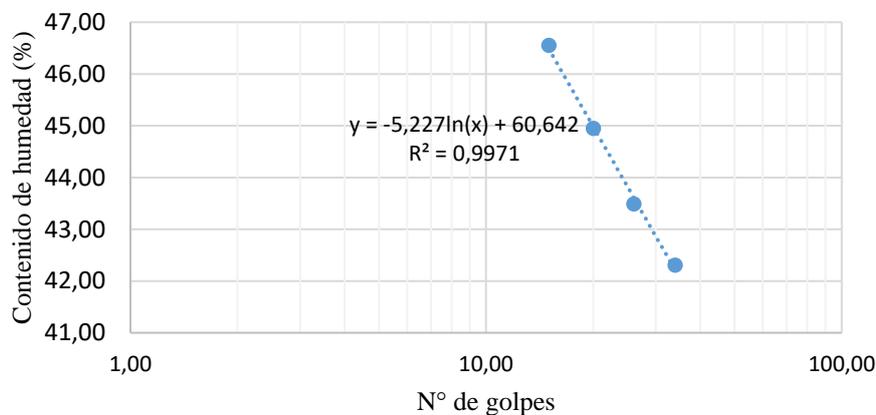
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 25 %  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/5/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia** San Blas

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	15,00	20,00	26,00	34,00
Suelo humedo + capsula [g]:	50,63	47,27	43,22	46,16
Suelo Seco + capsula [g]:	38,48	36,55	33,90	36,29
Peso del agua [g]:	12,15	10,72	9,32	9,87
Peso de la capsula[ g ]:	12,38	12,70	12,47	12,96
Peso del suelo seco [g]:	26,10	23,85	21,43	23,33
Contenido de humedad [%]:	46,55	44,95	43,49	42,31

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	16,72	16,35	15,84
Suelo Seco + capsula [ g ]=	15,8	15,63	15,18
Peso del agua [ g ]=	0,92	0,72	0,66
Peso de la capsula [ g ]:	12,96	13,51	13,19
Peso del suelo seco [ g ]=	2,84	2,12	1,99
Contenido de humedad [%]=	32,39	33,96	33,17

<b>Limite Liquido[%]=</b>	43,82
<b>Limite Plastico [%]=</b>	33,17
<b>Indice de Plasticidad[%]=</b>	10,64

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



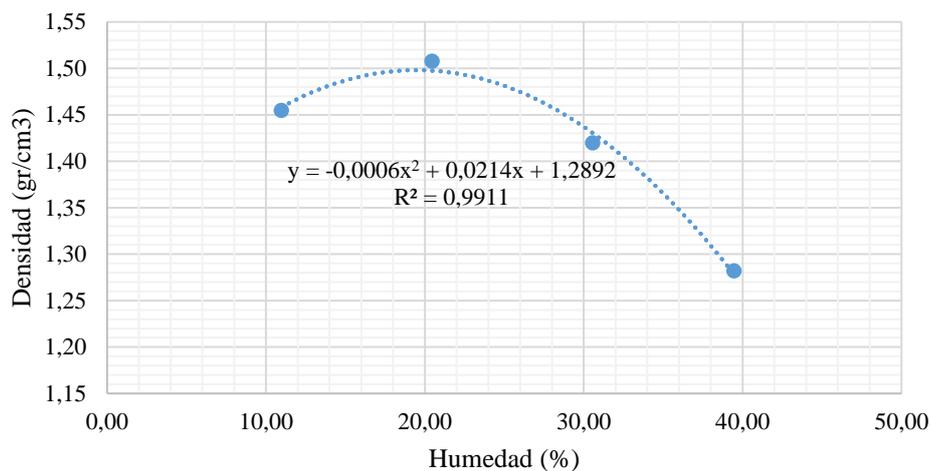
ENSAYO DE COMPACTACIÓN T99 (AASHTO T272)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 25 %  
**Elaborado por** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 4/5/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia** San Blas

N° de capas:	3	3	3	3
N° de golpes por capa:	25,00	25,00	25,00	25,00
Peso suelo húmedo + molde [g]:	5691,00	5881,70	5916,90	5854,90
Peso del molde [g]:	4165,70	4165,70	4165,70	4165,70
Peso suelo húmedo [g]:	1525,30	1716,00	1751,20	1689,20
Volumen de la muestra [cm <sup>3</sup> ]:	944,73	944,73	944,73	944,73
Densidad suelo húmedo [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,61	1,82	1,85	1,79
Capsula N°:	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula [g]:	208,41	213,80	203,89	205,39
Peso suelo seco + capsula [g]:	189,49	180,96	160,32	152,55
Peso del agua [g]:	18,92	32,84	43,57	52,84
Peso de la capsula [g]:	17,21	20,49	17,78	18,65
Peso suelo seco [g]:	172,28	160,47	142,54	133,90
Contenido de humedad (%):	10,98	20,46	30,57	39,46
Densidad suelo seco [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,45	1,51	1,42	1,28
Densidad máxima [g/cm <sup>3</sup> ]:	1,48			
Humedad Óptima [%]:	17,83			

CURVA DE COMPACTACION



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



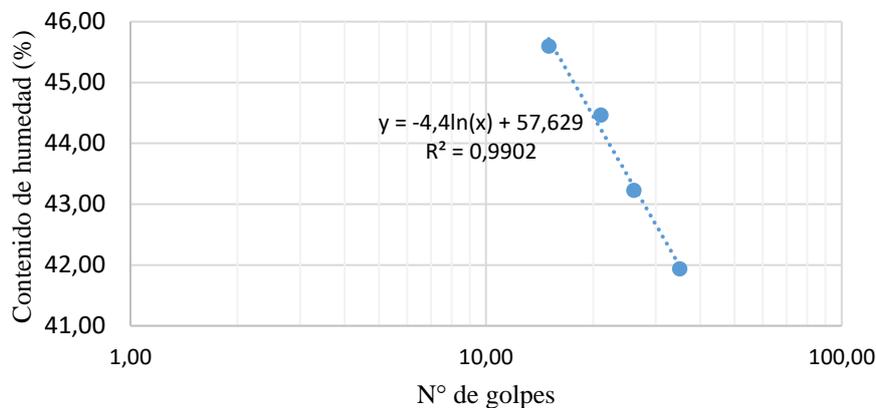
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 30 %  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 26/5/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia:** San Blas

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	15,00	21,00	26,00	35,00
Suelo humedo + capsula [g]:	50,11	45,40	44,42	38,18
Suelo Seco + capsula [g]:	38,66	35,24	34,72	30,74
Peso del agua [g]:	11,45	10,16	9,70	7,44
Peso de la capsula [ g ]:	13,55	12,39	12,28	13,00
Peso del suelo seco [g]:	25,11	22,85	22,44	17,74
Contenido de humedad [%]:	45,60	44,46	43,23	41,94

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	16,02	14,5	12,99
Suelo Seco + capsula [ g ]=	15,31	13,96	12,28
Peso del agua [ g ]=	0,71	0,54	0,71
Peso de la capsula [ g ]:	13,24	12,38	10,16
Peso del suelo seco [ g ]=	2,07	1,58	2,12
Contenido de humedad [%]=	34,30	34,18	33,49

<b>Limite Liquido [%]=</b>	43,47
<b>Limite Plastico [%]=</b>	33,99
<b>Indice de Plasticidad [%]=</b>	9,48

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



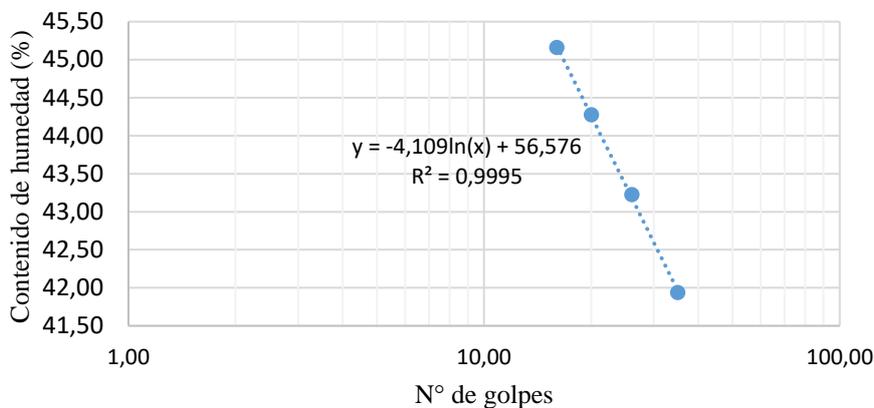
LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-AASHTO T89)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 30 %  
**Elaborado por por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 26/5/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia** San Blas

Capsula	1	2	3	4
N° de golpes	16,00	20,00	26,00	35,00
Suelo humedo + capsula [g]:	50,00	45,40	44,42	38,18
Suelo Seco + capsula [g]:	38,66	35,27	34,72	30,74
Peso del agua [g]:	11,34	10,13	9,70	7,44
Peso de la capsula [ g ]:	13,55	12,39	12,28	13,00
Peso del suelo seco [g]:	25,11	22,88	22,44	17,74
Contenido de humedad [%]:	45,16	44,27	43,23	41,94

LIMITE LIQUIDO



Capsula	1	2	3
Suelo humedo + capsula [ g ]=	16,02	14,5	12,56
Suelo Seco + capsula [ g ]=	15,3	13,96	11,96
Peso del agua [ g ]=	0,72	0,54	0,6
Peso de la capsula [ g ]:	13,24	12,38	10,16
Peso del suelo seco [ g ]=	2,06	1,58	1,8
Contenido de humedad [%]=	34,95	34,18	33,33

<b>Limite Liquido[%]=</b>	43,35
<b>Limite Plastico [%]=</b>	34,15
<b>Indice de Plasticidad[%]=</b>	9,20

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



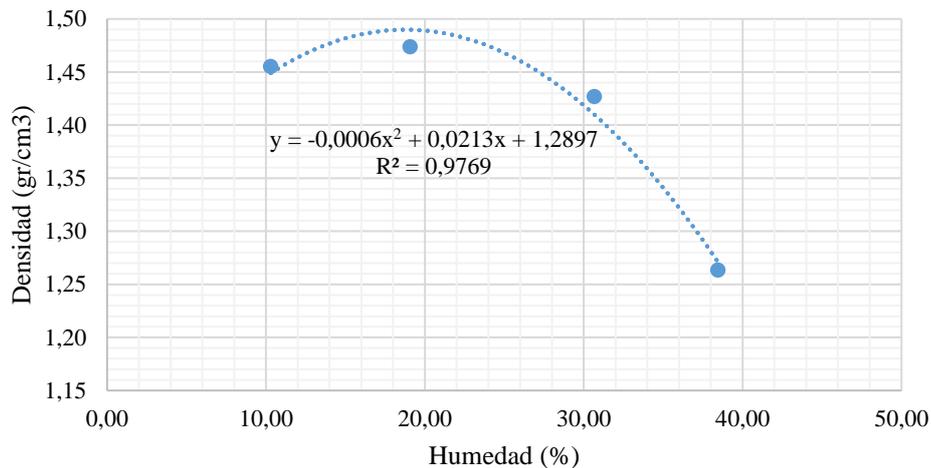
ENSAYO DE COMPACTACIÓN T99 (AASHTO T272)

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**Agregado:** Suelo arcilloso + Cenizas de Carbon 30 %  
**Elaborado por** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/5/2022  
**Muestra:** M-2  
**Procedencia** San Blas

N° de capas:	3	3	3	3
N° de golpes por capa:	25,00	25,00	25,00	25,00
Peso suelo húmedo + molde (gr):	5682,30	5823,80	5927,30	5818,30
Peso del molde (gr):	4165,70	4165,70	4165,70	4165,70
Peso suelo húmedo (gr):	1516,60	1658,10	1761,60	1652,60
Volumen de la muestra (cm <sup>3</sup> ):	944,73	944,73	944,73	944,73
Densidad suelo húmedo (gr/cm <sup>3</sup> ):	1,61	1,76	1,86	1,75
Capsula N°:	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula (gr):	133,96	167,68	118,69	131,61
Peso suelo seco + capsula (gr):	122,63	142,95	93,84	98,64
Peso del agua (gr):	11,33	24,73	24,85	32,97
Peso de la capsula (gr):	12,72	13,35	12,84	12,89
Peso suelo seco (gr):	109,91	129,60	81,00	85,75
Contenido de humedad (%):	10,31	19,08	30,68	38,45
Densidad suelo seco (gr/cm <sup>3</sup> ):	1,46	1,47	1,43	1,26
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1,48			
Humedad Óptima (%)	17,75			

CURVA DE COMPACTACION



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

**ANEXO 6**

**ENSAYOS DE CONSOLIDACION**

**MUESTRAS M-1 Y M-2**

**INALTERADAS**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

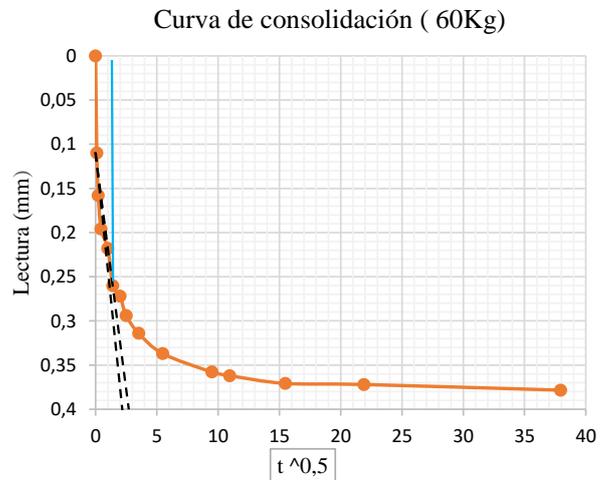
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	300
<b>exp.[cm]</b>	0,060

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,060
<b>Hf [cm]=</b>	2,022

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ [min]	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	55,00	0,110
0,05	0,22	79,00	0,158
0,20	0,45	98,00	0,196
1,00	1,00	109,00	0,218
2,00	1,41	130,10	0,260
4,00	2,00	136,00	0,272
6,25	2,50	147,00	0,294
12,40	3,52	157,00	0,314
30,00	5,48	168,50	0,337
90,00	9,49	178,90	0,358
120,00	10,95	181,00	0,362
240,00	15,49	185,40	0,371
480,00	21,91	186,00	0,372
1440,00	37,95	189,20	0,378

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,8	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,64	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0001325	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1

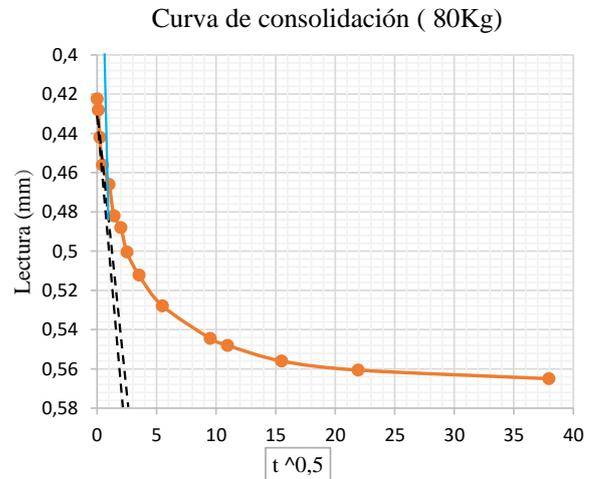
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,022
<b>Hf [cm]=</b>	2,004

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	211,20	0,422
0,01	0,10	214,00	0,428
0,05	0,22	221,00	0,442
0,20	0,45	228,00	0,456
1,00	1,00	233,00	0,466
2,00	1,41	241,00	0,482
4,00	2,00	244,00	0,488
6,25	2,50	250,20	0,500
12,40	3,52	256,10	0,512
30,00	5,48	263,90	0,528
90,00	9,49	272,20	0,544
120,00	10,95	274,00	0,548
240,00	15,49	278,00	0,556
480,00	21,91	280,30	0,561
1440,00	37,95	282,50	0,565

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1

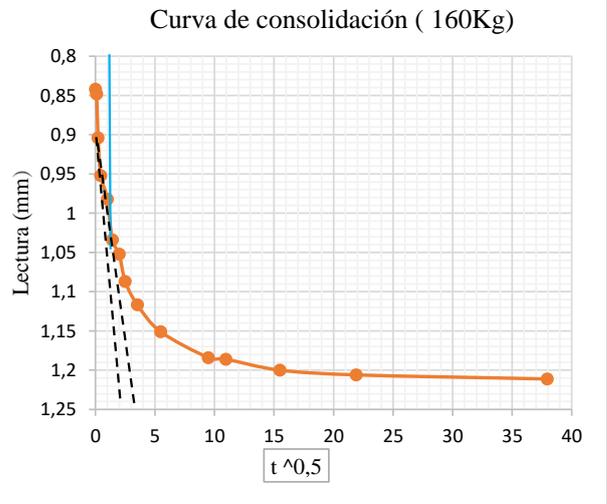
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,004
<b>Hf [cm]=</b>	1,939

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	421,00	0,842
0,01	0,10	424,00	0,848
0,05	0,22	452,00	0,904
0,20	0,45	476,00	0,952
1,00	1,00	491,00	0,982
2,00	1,41	517,00	1,034
4,00	2,00	526,00	1,052
6,25	2,50	543,40	1,087
12,40	3,52	558,30	1,117
30,00	5,48	575,50	1,151
90,00	9,49	592,00	1,184
120,00	10,95	593,00	1,186
240,00	15,49	600,00	1,200
480,00	21,91	603,00	1,206
1440,00	37,95	605,60	1,211

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1

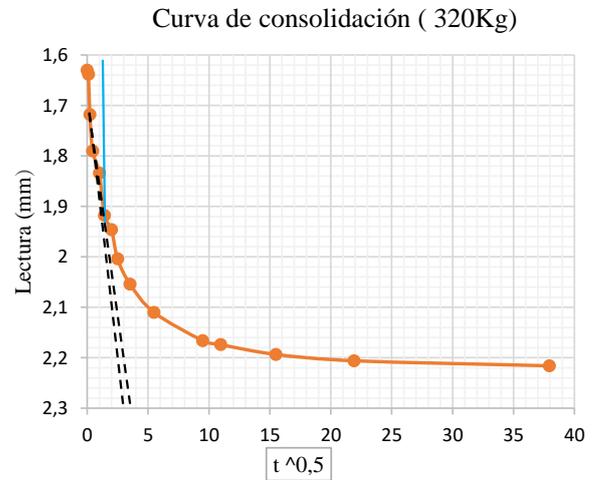
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,939
<b>Hf [cm]</b>	1,838

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	815,00	1,630
0,01	0,10	819,00	1,638
0,05	0,22	859,00	1,718
0,20	0,45	895,00	1,790
1,00	1,00	917,00	1,834
2,00	1,41	959,00	1,918
4,00	2,00	973,00	1,946
6,25	2,50	1002,00	2,004
12,40	3,52	1027,00	2,054
30,00	5,48	1055,00	2,110
90,00	9,49	1083,00	2,166
120,00	10,95	1087,00	2,174
240,00	15,49	1096,70	2,193
480,00	21,91	1103,00	2,206
1440,00	37,95	1108,00	2,216

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	94,27
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	122,5
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	87,86
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	7,295697701
$W_f [%] =$	39,42636012

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	93,23383933
$S_f [%] =$	503,8409039

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	847,70	910,00	1034,00	1108,00
<b>Expansion cm</b>	0,17	0,18	0,21	0,22
<b>Hf (cm)</b>	1,89	1,88	1,85	1,84
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$i_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	16,4976128	3,502387234	0,212296608		
305,58	20,22	16,4976128	3,723987234	0,225728855	4,39569E-05	3,62592E-05
407,44	20,04	16,4976128	3,537387234	0,214418127	0,000111043	9,15971E-05
814,87	19,39	16,4976128	2,891187234	0,175248824	9,61359E-05	7,93007E-05
1629,75	18,38	16,4976128	1,886387234	0,114343042	7,47426E-05	6,16538E-05
814,87	18,53	16,4976128	2,034387234	0,123314037		
407,44	18,78	16,4976128	2,282387234	0,138346515		
305,58	18,9	16,4976128	2,406987234	0,145899123		

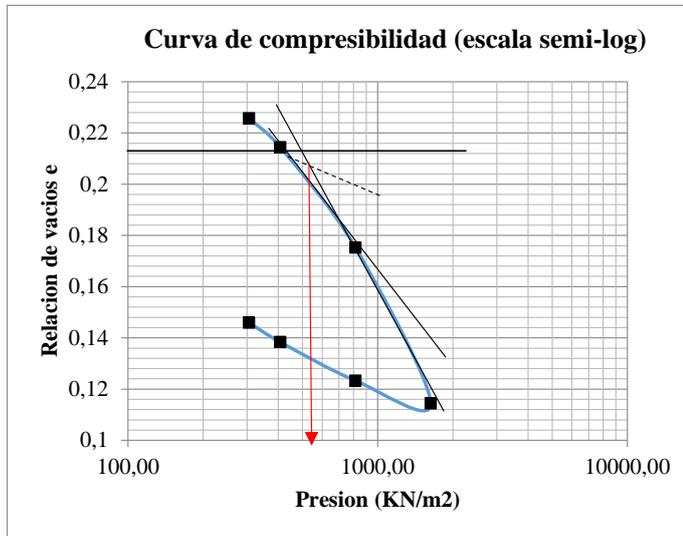


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

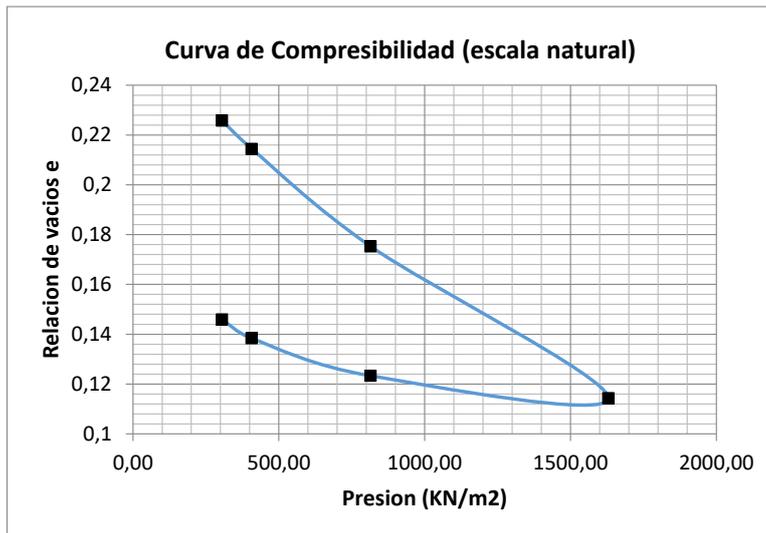
**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'_c =$	<b>590</b>
---------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,19	550,000
0,11	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,16</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,23	305,577
0,21	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,09</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,14	407,437
0,12	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,05</b>



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,21
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	23,67
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	23,67

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  590  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 1,17E-06$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,031$  m  
 $t = 856132,1$   $*T_v$

Uz (%)	$T_v$	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0031	6849,1	0,3	0,07927149
20	0,031	0,0061	26540,1	0,6	0,30717702
30	0,071	0,0092	60785,4	0,9	0,70353446
40	0,126	0,0122	107872,6	1,2	1,24852594
50	0,197	0,0153	168658,0	1,5	1,9520604
60	0,287	0,0183	245709,9	1,8	2,84386465
70	0,403	0,0214	345021,2	2,1	3,99330123
80	0,567	0,0244	485426,9	2,4	5,61836675
90	0,848	0,0275	726000,0	2,8	8,40277778

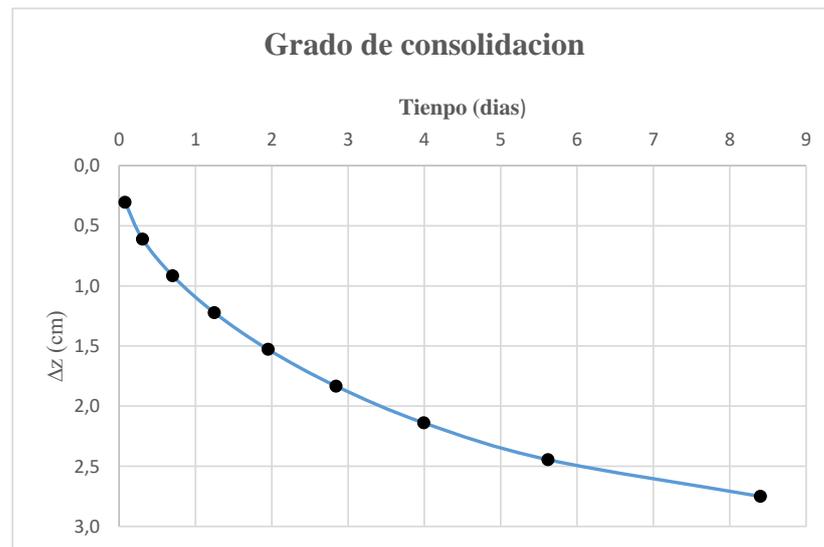


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:**  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

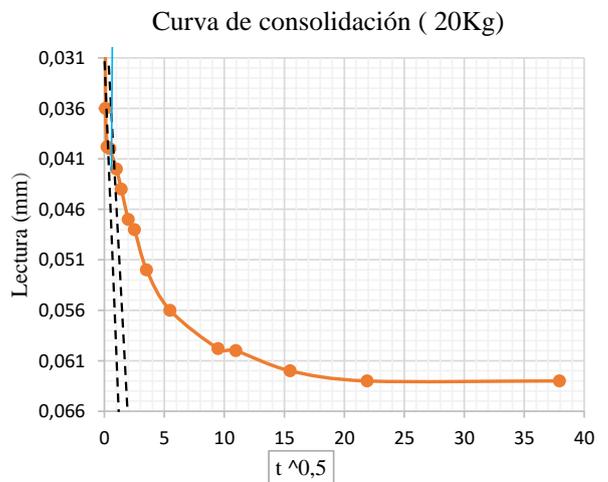
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	200
<b>exp.[cm]</b>	0,040

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,040
<b>Hf [cm]=</b>	2,034

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	18,00	0,036
0,05	0,22	19,90	0,040
0,20	0,45	20,00	0,040
1,00	1,00	21,00	0,042
2,00	1,41	22,00	0,044
4,00	2,00	23,50	0,047
6,25	2,50	24,00	0,048
12,40	3,52	26,00	0,052
30,00	5,48	28,00	0,056
90,00	9,49	29,90	0,060
120,00	10,95	30,00	0,060
240,00	15,49	31,00	0,062
480,00	21,91	31,50	0,063
1440,00	37,95	31,50	0,063

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,5	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	0,25	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,0003392	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

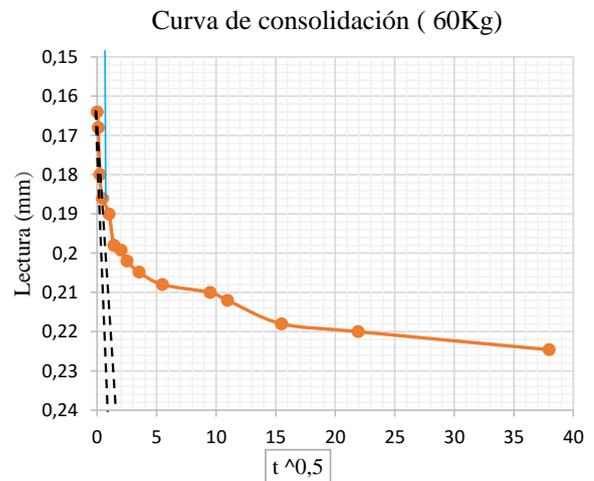
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,034
<b>Hf [cm]</b>	2,018

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	82,00	0,164
0,01	0,10	84,00	0,168
0,05	0,22	90,00	0,180
0,20	0,45	93,00	0,186
1,00	1,00	95,00	0,190
2,00	1,41	99,00	0,198
4,00	2,00	99,60	0,199
6,25	2,50	101,00	0,202
12,40	3,52	102,40	0,205
30,00	5,48	104,00	0,208
90,00	9,49	105,00	0,210
120,00	10,95	106,00	0,212
240,00	15,49	109,00	0,218
480,00	21,91	110,00	0,220
1440,00	37,95	112,30	0,225

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,6	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,36	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000235556	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

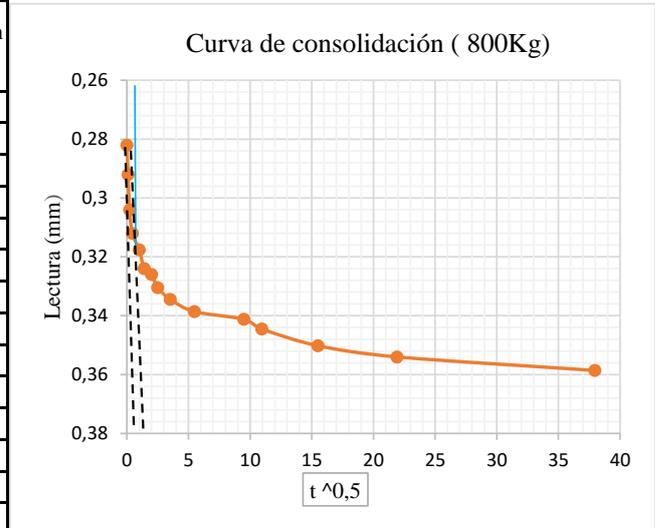
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi (cm)</b>	2,018
<b>Hf (cm)=</b>	2,004

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	141,00	0,282
0,01	0,10	146,00	0,292
0,05	0,22	152,00	0,304
0,20	0,45	156,00	0,312
1,00	1,00	158,80	0,318
2,00	1,41	162,00	0,324
4,00	2,00	163,00	0,326
6,25	2,50	165,20	0,330
12,40	3,52	167,20	0,334
30,00	5,48	169,30	0,339
90,00	9,49	170,60	0,341
120,00	10,95	172,25	0,345
240,00	15,49	175,10	0,350
480,00	21,91	177,00	0,354
1440,00	37,95	179,30	0,359

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup></b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%</b>	0,81	min
<b>t 90%</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup></b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

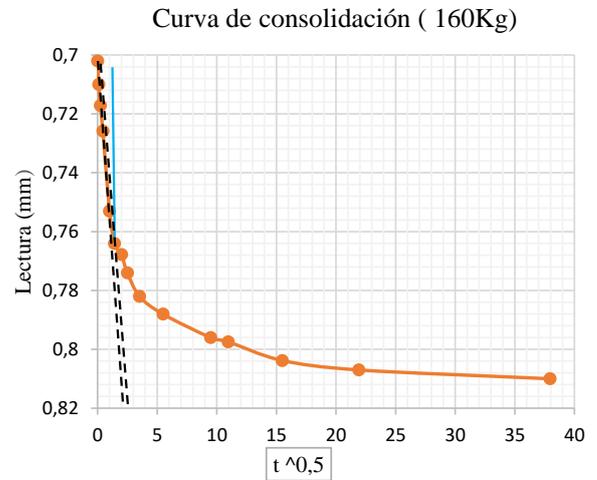
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,004
<b>Hf [cm]=</b>	1,959

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	351,00	0,702
0,01	0,10	355,00	0,710
0,05	0,22	358,58	0,717
0,20	0,45	362,90	0,726
1,00	1,00	376,50	0,753
2,00	1,41	382,00	0,764
4,00	2,00	383,90	0,768
6,25	2,50	387,00	0,774
12,40	3,52	391,00	0,782
30,00	5,48	394,00	0,788
90,00	9,49	398,00	0,796
120,00	10,95	398,72	0,797
240,00	15,49	401,90	0,804
480,00	21,91	403,50	0,807
1440,00	37,95	405,00	0,810

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

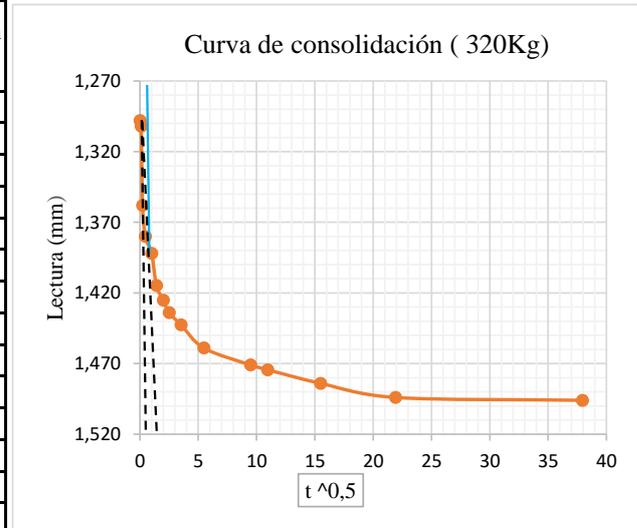
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,959
<b>Hf [cm]=</b>	1,890

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	649,00	1,298
0,01	0,10	651,00	1,302
0,05	0,22	679,00	1,358
0,20	0,45	690,00	1,380
1,00	1,00	696,00	1,392
2,00	1,41	707,40	1,415
4,00	2,00	712,60	1,425
6,25	2,50	717,00	1,434
12,40	3,52	721,30	1,443
30,00	5,48	729,50	1,459
90,00	9,49	735,50	1,471
120,00	10,95	737,20	1,474
240,00	15,49	742,00	1,484
480,00	21,91	747,00	1,494
1440,00	37,95	748,00	1,496

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,95	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,9025	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	9,39612E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	102,21
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	121,62
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	87,76
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	16,46536007
$W_f [%] =$	38,58249772

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	194,5263679
$S_f [%] =$	455,8244164

Descarga					
<b>peso kg</b>	<b>20,00</b>	<b>60,00</b>	<b>80,00</b>	<b>160,00</b>	<b>320</b>
<b>lect, final</b>	475,00	624,90	657,70	719,00	748
<b>Expansion cm</b>	0,10	0,12	0,13	0,14	0,150
<b>Hf (cm)</b>	1,95	1,92	1,91	1,90	1,8904
<b>Presion (Kn/m2)</b>	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	16,216	3,784	0,233		
101,859	20,34	16,216	4,121	0,254	0,0002040	0,0001654
305,577	20,18	16,216	3,960	0,244	0,0000489	0,0000397
407,437	20,04	16,216	3,826	0,236	0,0000811	0,0000658
814,873	19,59	16,216	3,374	0,208	0,0000683	0,0000554
1629,747	18,90	16,216	2,688	0,166	0,0000519	0,0000421
814,873	18,96	16,216	2,746	0,169		
407,437	19,08	16,216	2,869	0,177		
305,577	19,15	16,216	2,934	0,181		
101,859	19,45	16,216	3,234	0,199		

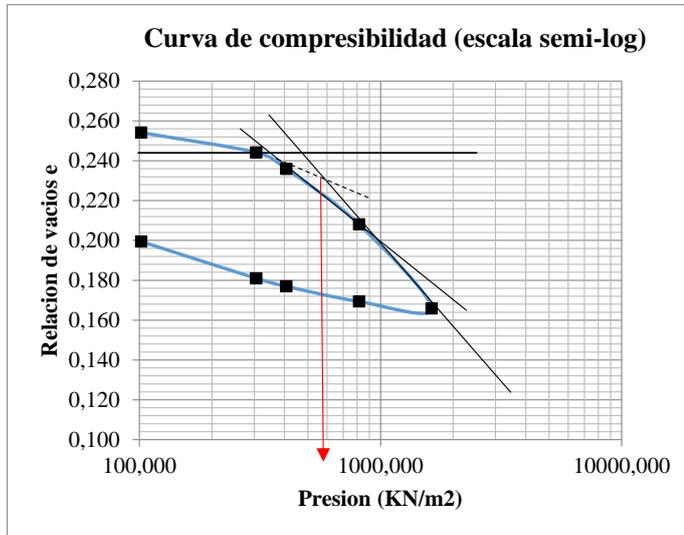


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

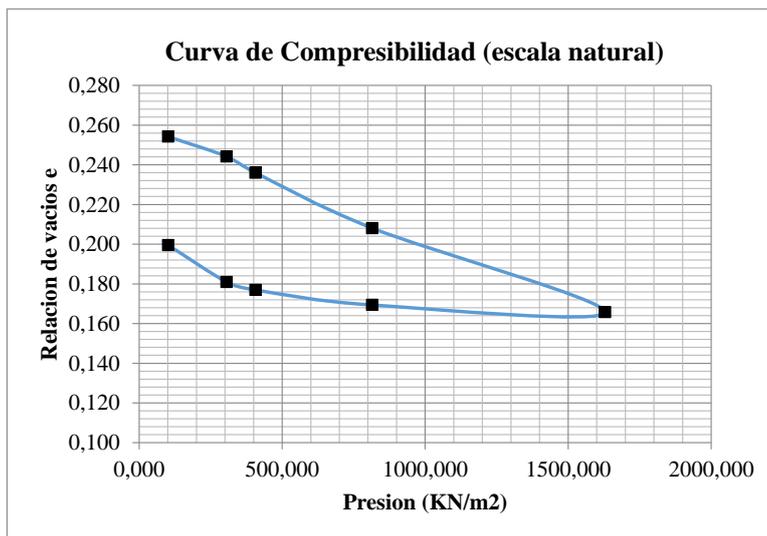
**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>600</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,22	600,000
0,17	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,12</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,25	101,859
0,24	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,02</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,18	305,577
0,18	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,03</b>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 2

GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,23
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	23,78
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	23,78

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **600**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

GRADO DE CONSOLIDACION

$C_v = 1,57E-06$  m<sup>2</sup>/s  $\Delta h = 0,021$  m  
 $t = 638561,3$  \* $T_v$

Uz (%)	Tv	$\Delta z = \Delta h * (Uz/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0021	5108,5	0,21	0,0591
20	0,031	0,0041	19795,4	0,41	0,2291
30	0,071	0,0062	45337,9	0,62	0,5247
40	0,126	0,0082	80458,7	0,82	0,9312
50	0,197	0,0103	125796,6	1,03	1,4560
60	0,287	0,0123	183267,1	1,23	2,1211
70	0,403	0,0144	257340,2	1,44	2,9785
80	0,567	0,0164	362064,3	1,64	4,1906
90	0,848	0,0185	541500,0	1,85	6,2674

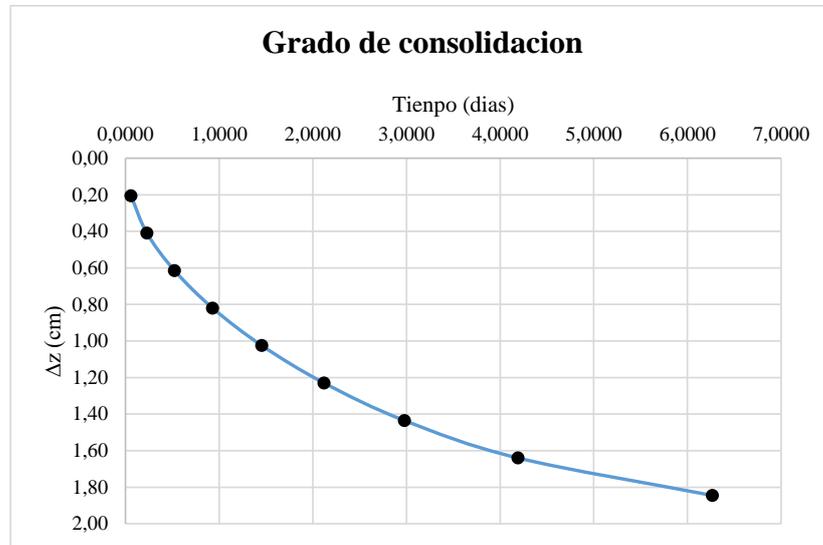


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

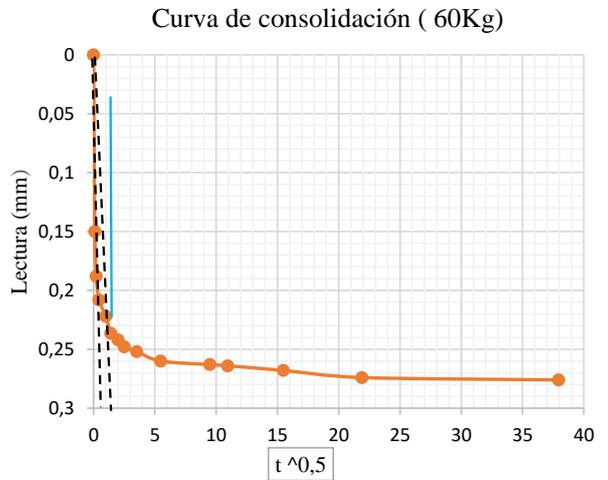
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	257,10
<b>exp.[cm]</b>	0,051

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,051
<b>Hf [cm]=</b>	2,024

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	75,00	0,150
0,05	0,22	94,00	0,188
0,20	0,45	104,00	0,208
1,00	1,00	111,00	0,222
2,00	1,41	118,20	0,236
4,00	2,00	121,00	0,242
6,25	2,50	124,00	0,248
12,40	3,52	126,00	0,252
30,00	5,48	130,00	0,260
90,00	9,49	131,50	0,263
120,00	10,95	132,00	0,264
240,00	15,49	134,00	0,268
480,00	21,91	137,00	0,274
1440,00	37,95	138,00	0,276

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1,1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1,21	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1

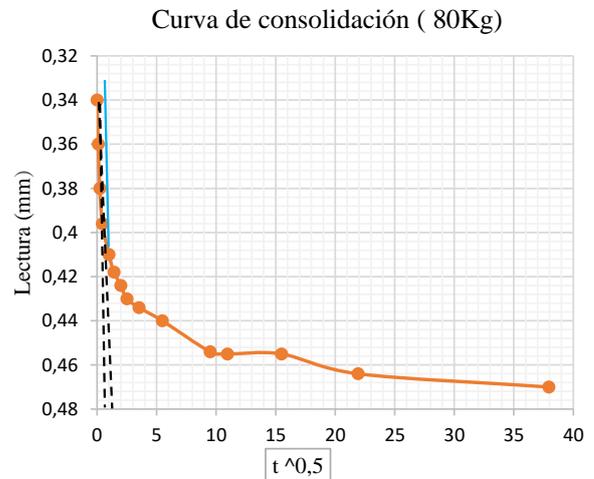
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,024
<b>Hf [cm]=</b>	2,004

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	170,00	0,340
0,01	0,10	180,00	0,360
0,05	0,22	190,00	0,380
0,20	0,45	198,00	0,396
1,00	1,00	205,00	0,410
2,00	1,41	209,00	0,418
4,00	2,00	212,00	0,424
6,25	2,50	215,00	0,430
12,40	3,52	217,00	0,434
30,00	5,48	220,00	0,440
90,00	9,49	227,00	0,454
120,00	10,95	227,50	0,455
240,00	15,49	227,50	0,455
480,00	21,91	232,00	0,464
1440,00	37,95	235,00	0,470

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

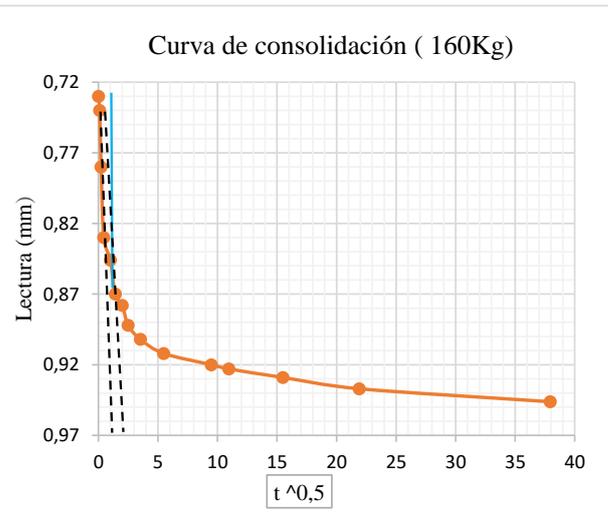
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,004
<b>Hf [cm]=</b>	1,957

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	365,00	0,730
0,01	0,10	370,00	0,740
0,05	0,22	390,00	0,780
0,20	0,45	415,00	0,830
1,00	1,00	423,00	0,846
2,00	1,41	435,00	0,870
4,00	2,00	439,00	0,878
6,25	2,50	446,00	0,892
12,40	3,52	451,00	0,902
30,00	5,48	456,00	0,912
90,00	9,49	460,00	0,920
120,00	10,95	461,50	0,923
240,00	15,49	464,50	0,929
480,00	21,91	468,50	0,937
1440,00	37,95	473,10	0,946

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,15	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,3225	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	6,4121E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

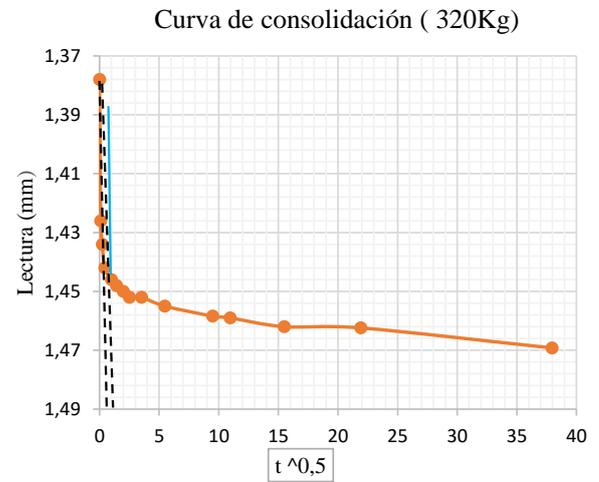
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,957
<b>Hf [cm]=</b>	1,905

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	689,00	1,378
0,01	0,10	713,00	1,426
0,05	0,22	717,00	1,434
0,20	0,45	721,00	1,442
1,00	1,00	723,00	1,446
2,00	1,41	724,00	1,448
4,00	2,00	725,00	1,450
6,25	2,50	726,00	1,452
12,40	3,52	726,00	1,452
30,00	5,48	727,50	1,455
90,00	9,49	729,20	1,458
120,00	10,95	729,50	1,459
240,00	15,49	731,00	1,462
480,00	21,91	731,20	1,462
1440,00	37,95	734,60	1,469

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1,11	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,2321	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	6,88256E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
<b>Datos</b>	
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	101,48
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	111,97
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	81,76
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	24,11937378
$W_f [%] =$	36,94960861

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	216,1422861
$S_f [%] =$	331,1185833

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	600,50	640,00	716,00	734,60
<b>Expansion cm</b>	0,12	0,13	0,14	0,15
<b>Hf (cm)</b>	1,93	1,92	1,91	1,90
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

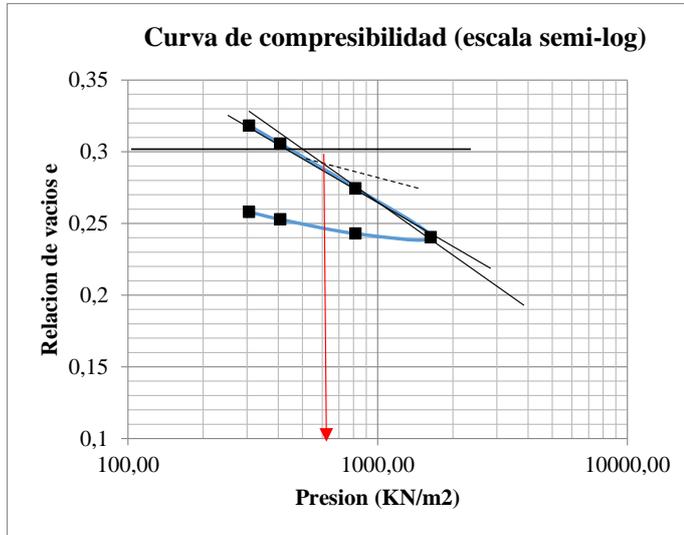
Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$i_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	15,352206	4,647793994	0,302744374		
305,58	20,24	15,352206	4,885993994	0,318260059	5,0775E-05	3,89754E-05
407,44	20,04	15,352206	4,691993994	0,305623439	0,00012406	9,52295E-05
814,87	19,57	15,352206	4,215793994	0,274605095	7,61305E-05	5,84385E-05
1629,75	19,05	15,352206	3,692793994	0,24053833	4,18062E-05	3,20909E-05
814,87	19,08	15,352206	3,729993994	0,242961434		
407,44	19,23	15,352206	3,881993994	0,252862292		
305,58	19,31	15,352206	3,960993994	0,258008132		



**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

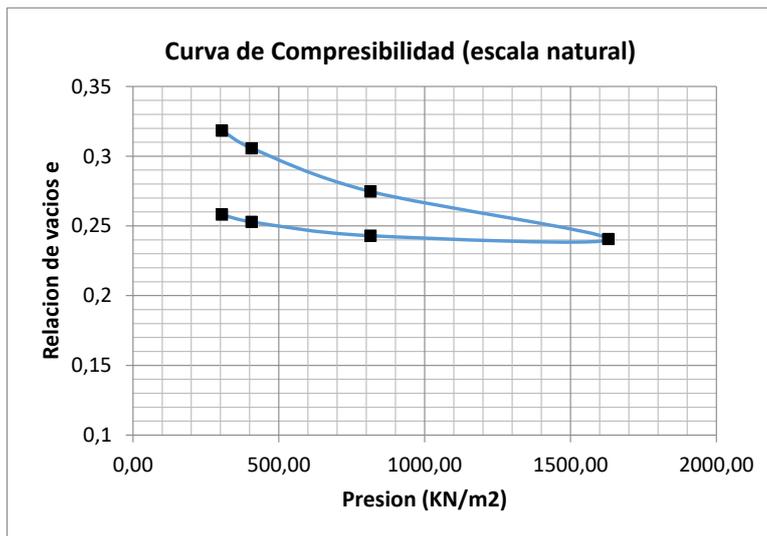
**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'_c =$	<b>920</b>
---------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,29	920,000
0,24	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,20</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,32	305,577
0,31	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,10</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,25	407,437
0,24	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,03</b>



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,30
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	22,71
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	22,71

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  920  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 1,15E-06$  m<sup>2</sup>/s       $\Delta h = 0,022$  m  
 $t = 871768,9$  \* $T_v$

Uz (%)	Tv	$\Delta z = \Delta h * (Uz/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0022	6974,2	0,2	0,08071934
20	0,031	0,0043	27024,8	0,4	0,31278744
30	0,071	0,0065	61895,6	0,6	0,71638414
40	0,126	0,0086	109842,9	0,9	1,2713296
50	0,197	0,0108	171738,5	1,1	1,98771374
60	0,287	0,0130	250197,7	1,3	2,89580631
70	0,403	0,0151	351322,9	1,5	4,06623673
80	0,567	0,0173	494292,9	1,7	5,7209832
90	0,848	0,0194	739260,0	1,9	8,55625

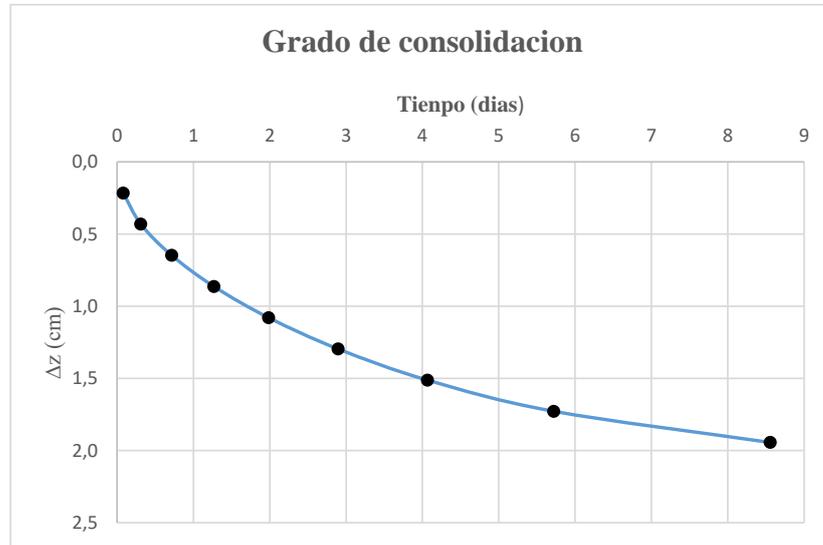


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 30/02/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

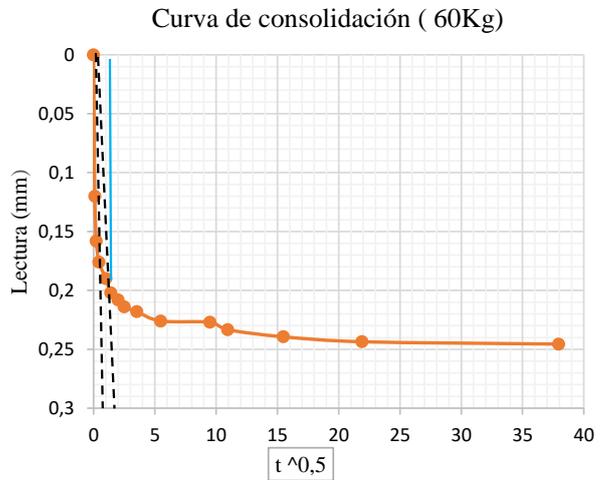
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	285
<b>exp.[cm]</b>	0,057

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,057
<b>Hf [cm]=</b>	2,032

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	60,00	0,120
0,05	0,22	79,00	0,158
0,20	0,45	88,00	0,176
1,00	1,00	95,00	0,190
2,00	1,41	101,00	0,202
4,00	2,00	104,00	0,208
6,25	2,50	107,00	0,214
12,40	3,52	109,00	0,218
30,00	5,48	113,00	0,226
90,00	9,49	113,50	0,227
120,00	10,95	116,70	0,233
240,00	15,49	119,70	0,239
480,00	21,91	121,80	0,244
1440,00	37,95	122,80	0,246

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

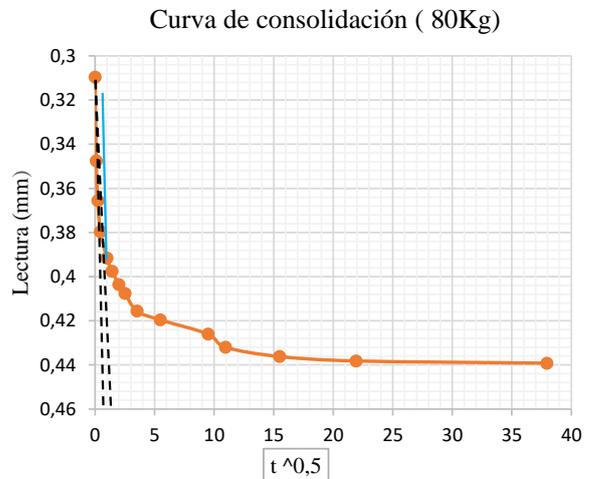
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,032
<b>Hf [cm]</b>	2,013

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	154,80	0,310
0,01	0,10	173,80	0,348
0,05	0,22	182,80	0,366
0,20	0,45	189,80	0,380
1,00	1,00	195,80	0,392
2,00	1,41	198,80	0,398
4,00	2,00	201,80	0,404
6,25	2,50	203,80	0,408
12,40	3,52	207,80	0,416
30,00	5,48	209,80	0,420
90,00	9,49	213,00	0,426
120,00	10,95	216,00	0,432
240,00	15,49	218,10	0,436
480,00	21,91	219,10	0,438
1440,00	37,95	219,60	0,439

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEI SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION  
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**CONSOLIDACION**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/4/2022  
**Muestra:** 1

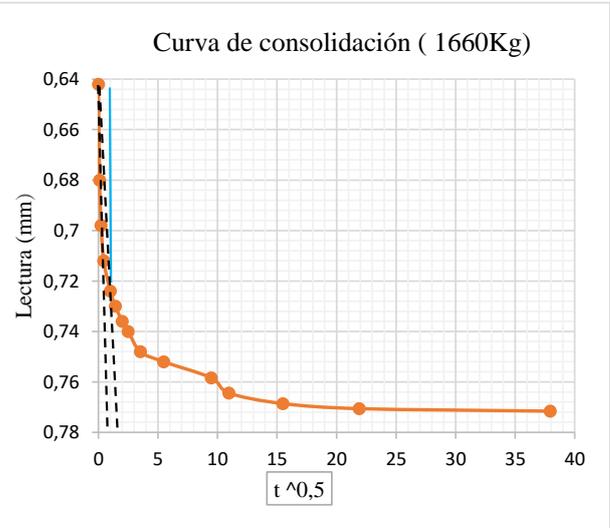
**METODO TAYLOR (RAIZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,013
<b>Hf [cm]</b>	1,980

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	321,00	0,642
0,01	0,10	340,00	0,680
0,05	0,22	349,00	0,698
0,20	0,45	356,00	0,712
1,00	1,00	362,00	0,724
2,00	1,41	365,00	0,730
4,00	2,00	368,00	0,736
6,25	2,50	370,00	0,740
12,40	3,52	374,00	0,748
30,00	5,48	376,00	0,752
90,00	9,49	379,20	0,758
120,00	10,95	382,20	0,764
240,00	15,49	384,30	0,769
480,00	21,91	385,30	0,771
1440,00	37,95	385,80	0,772

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

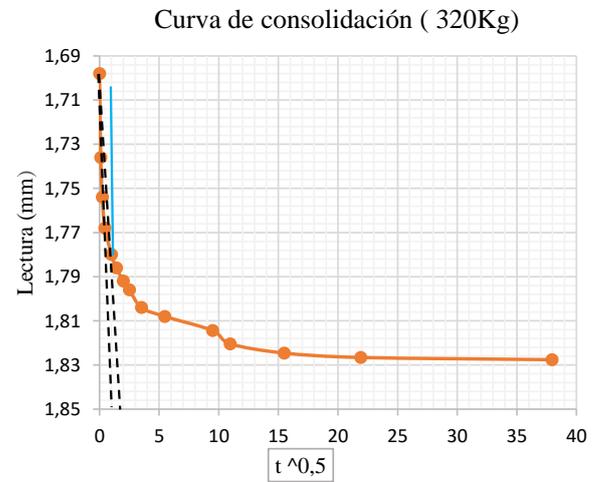
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,980
<b>Hf [cm]=</b>	1,874

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	849,00	1,698
0,01	0,10	868,00	1,736
0,05	0,22	877,00	1,754
0,20	0,45	884,00	1,768
1,00	1,00	890,00	1,780
2,00	1,41	893,00	1,786
4,00	2,00	896,00	1,792
6,25	2,50	898,00	1,796
12,40	3,52	902,00	1,804
30,00	5,48	904,00	1,808
90,00	9,49	907,20	1,814
120,00	10,95	910,20	1,820
240,00	15,49	912,30	1,825
480,00	21,91	913,30	1,827
1440,00	37,95	913,80	1,828

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,2	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,44	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	5,88889E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/4/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	102,32
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	107,4
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	80,96
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	26,38339921
$W_f [%] =$	32,65810277

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	226,7877982
$S_f [%] =$	280,7242222

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	630,00	685,00	849,90	913,80
<b>Expansion cm</b>	0,13	0,14	0,17	0,18
<b>Hf (cm)</b>	1,93	1,92	1,89	1,87
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

¿+

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$iv = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	15,2019887	4,798011273	0,315617342		
305,58	20,32	15,2019887	5,122411273	0,336956655	6,98327E-05	5,30798E-05
407,44	20,13	15,2019887	4,928811273	0,324221479	0,000125027	9,50332E-05
814,87	19,8	15,2019887	4,596411273	0,302355919	5,36662E-05	4,07916E-05
1629,75	18,74	15,2019887	3,540411273	0,232891323	8,52459E-05	6,47953E-05
814,87	18,87	15,2019887	3,668211273	0,241298118		
407,44	19,2	15,2019887	3,998011273	0,262992648		
305,58	19,31	15,2019887	4,108011273	0,270228544		

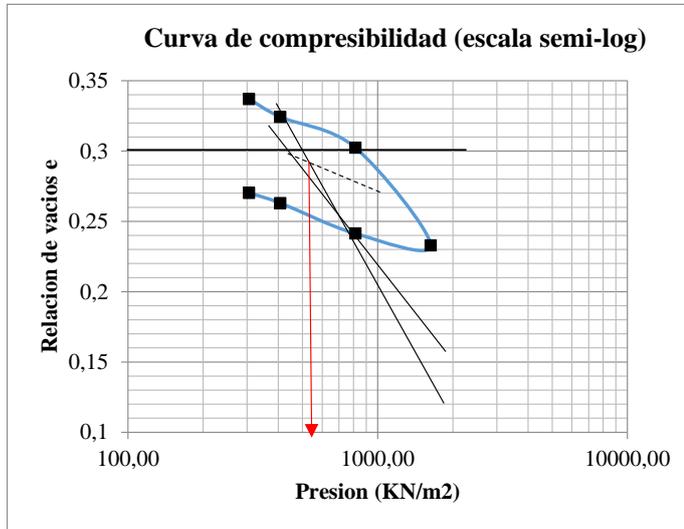


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

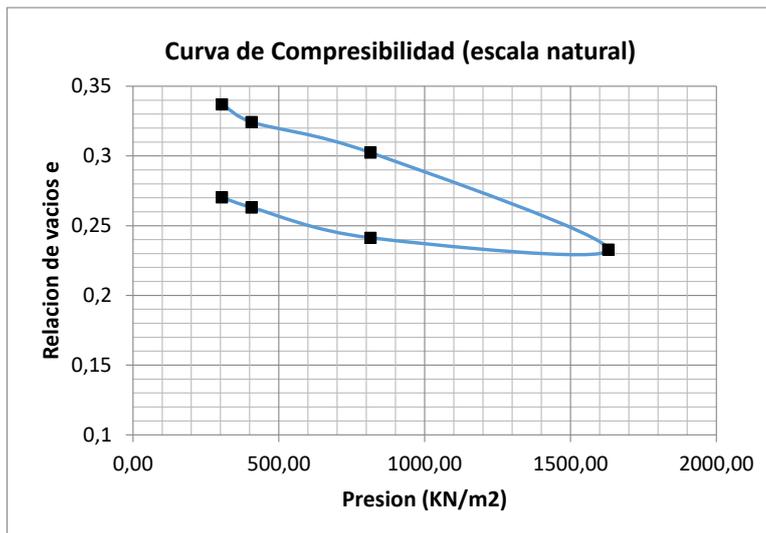
**Fecha:** 5/4/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'_c =$	<b>590</b>
---------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,29	550,000
0,23	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,12</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,34	305,577
0,32	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,10</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,26	407,437
0,24	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,07</b>



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/4/2022  
**Muestra:** 1

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,32
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	22,58
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	22,58

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  590  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 9,81E-07$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,01$  m  
 $t = 1018868$   $*T_v$

Uz (%)	$T_v$	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0010	8150,9	0,1	0,09433962
20	0,031	0,0020	31584,9	0,2	0,36556604
30	0,071	0,0030	72339,6	0,3	0,83726415
40	0,126	0,0040	128377,4	0,4	1,48584906
50	0,197	0,0050	200717,0	0,5	2,32311321
60	0,287	0,0060	292415,1	0,6	3,38443396
70	0,403	0,0071	410603,8	0,7	4,75235849
80	0,567	0,0081	577698,1	0,8	6,68632075
90	0,848	0,0091	864000,0	0,9	10

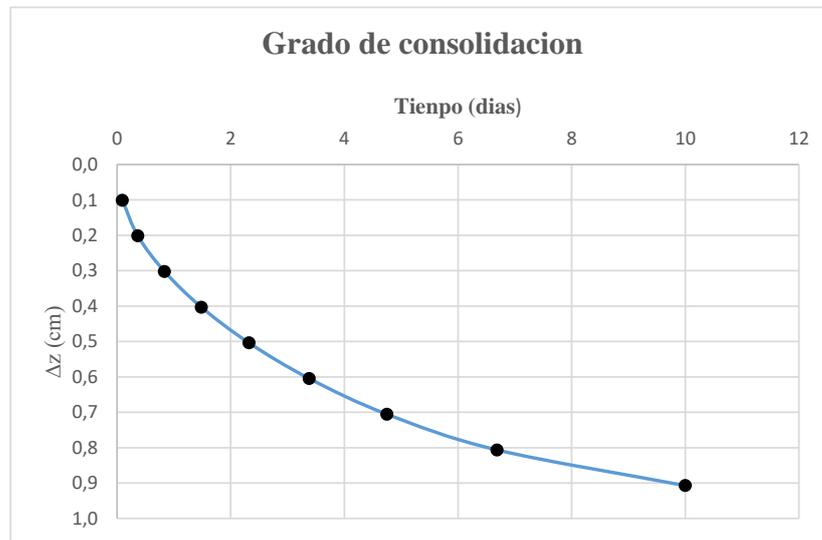


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/4/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/3/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

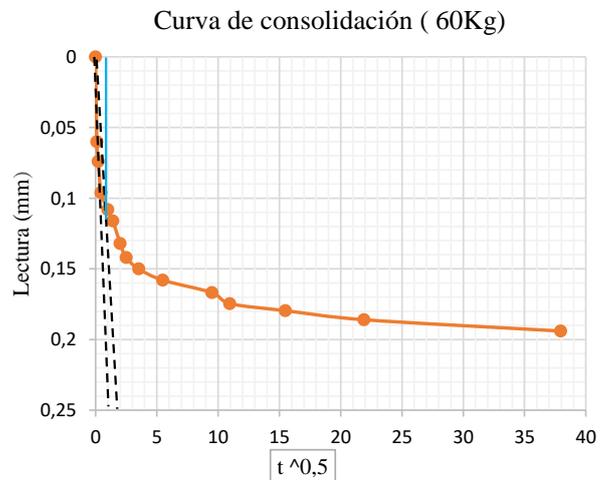
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	271
<b>exp.[cm]</b>	0,054

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,054
<b>Hf [cm]=</b>	2,035

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	30,00	0,060
0,05	0,22	37,00	0,074
0,20	0,45	48,00	0,096
1,00	1,00	54,00	0,108
2,00	1,41	58,00	0,116
4,00	2,00	66,00	0,132
6,25	2,50	71,00	0,142
12,40	3,52	75,00	0,150
30,00	5,48	79,00	0,158
90,00	9,49	83,40	0,167
120,00	10,95	87,30	0,175
240,00	15,49	89,80	0,180
480,00	21,91	93,00	0,186
1440,00	37,95	97,00	0,194

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,8	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,64	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0001325	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/3/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

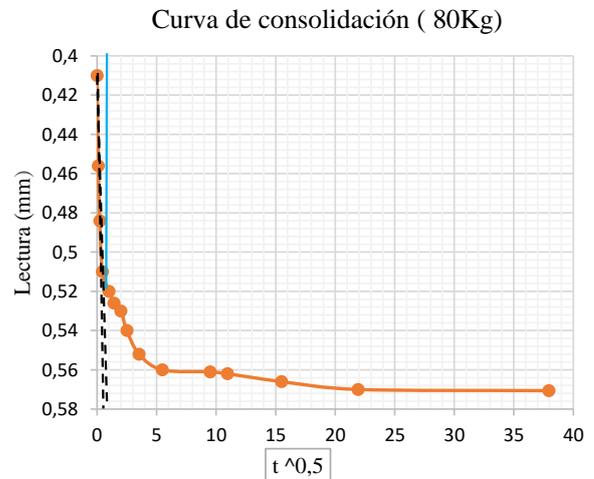
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,035
<b>Hf [cm]=</b>	1,997

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	205,00	0,410
0,01	0,10	228,00	0,456
0,05	0,22	242,00	0,484
0,20	0,45	255,00	0,510
1,00	1,00	260,00	0,520
2,00	1,41	263,00	0,526
4,00	2,00	265,00	0,530
6,25	2,50	270,00	0,540
12,40	3,52	276,00	0,552
30,00	5,48	280,00	0,560
90,00	9,49	280,50	0,561
120,00	10,95	281,00	0,562
240,00	15,49	283,00	0,566
480,00	21,91	285,00	0,570
1440,00	37,95	285,30	0,571

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	0,9	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	0,81	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/3/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

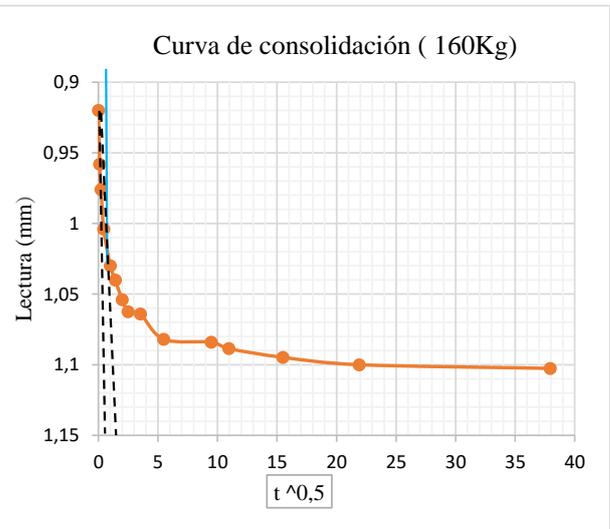
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,997
<b>Hf [cm]=</b>	1,944

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	460,00	0,920
0,01	0,10	479,00	0,958
0,05	0,22	488,00	0,976
0,20	0,45	502,00	1,004
1,00	1,00	515,00	1,030
2,00	1,41	520,00	1,040
4,00	2,00	527,00	1,054
6,25	2,50	531,20	1,062
12,40	3,52	532,00	1,064
30,00	5,48	541,00	1,082
90,00	9,49	542,00	1,084
120,00	10,95	544,30	1,089
240,00	15,49	547,40	1,095
480,00	21,91	550,00	1,100
1440,00	37,95	551,30	1,103

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	0,9	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	0,81	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/3/2022  
**Muestra:** 1

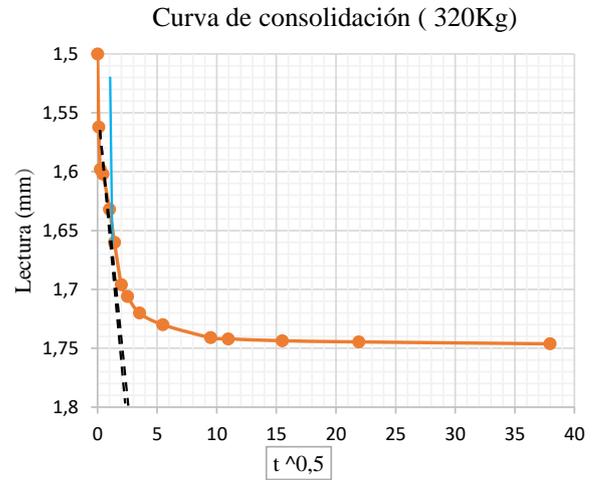
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,944
<b>Hf [cm]=</b>	1,879

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	750,00	1,500
0,01	0,10	781,00	1,562
0,05	0,22	799,00	1,598
0,20	0,45	801,00	1,602
1,00	1,00	816,00	1,632
2,00	1,41	830,00	1,660
4,00	2,00	848,00	1,696
6,25	2,50	853,00	1,706
12,40	3,52	860,00	1,720
30,00	5,48	865,00	1,730
90,00	9,49	870,50	1,741
120,00	10,95	871,00	1,742
240,00	15,49	871,80	1,744
480,00	21,91	872,30	1,745
1440,00	37,95	873,10	1,746

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/3/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	102,56
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	122,5
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	84,86
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	20,85788357
$W_f [%] =$	44,35540891

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	221,7774674
$S_f [%] =$	471,6216878

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	705,00	742,00	828,80	873,10
<b>Expansion cm</b>	0,14	0,15	0,17	0,17
<b>Hf (cm)</b>	1,91	1,91	1,89	1,88
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	15,93430	4,065702	0,2552		
305,58	20,35	15,93430	4,412702	0,2769	7,12648E-05	5,67777E-05
407,44	19,97	15,93430	4,036102	0,2533	0,000232032	0,000184863
814,87	19,44	15,93430	3,504102	0,2199	8,19443E-05	6,52862E-05
1629,75	18,79	15,93430	2,860502	0,1795	4,9567E-05	3,94908E-05
814,87	18,88	15,93430	2,949102	0,1851		
407,44	19,06	15,93430	3,122702	0,1960		
305,58	19,13	15,93430	3,196702	0,2006		

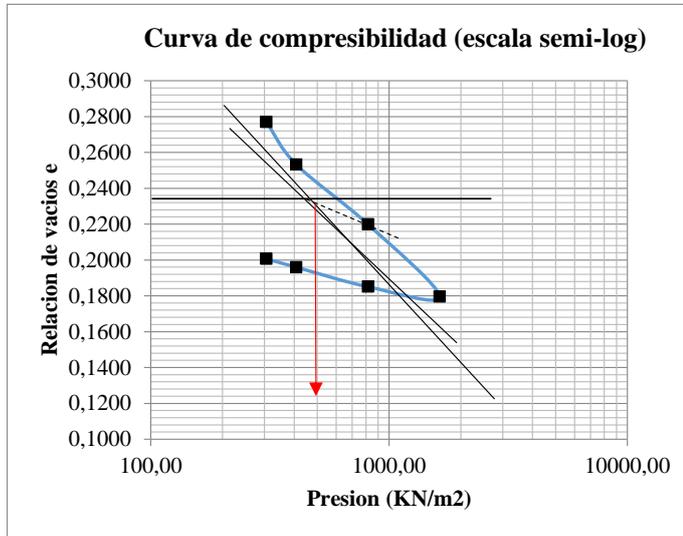


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

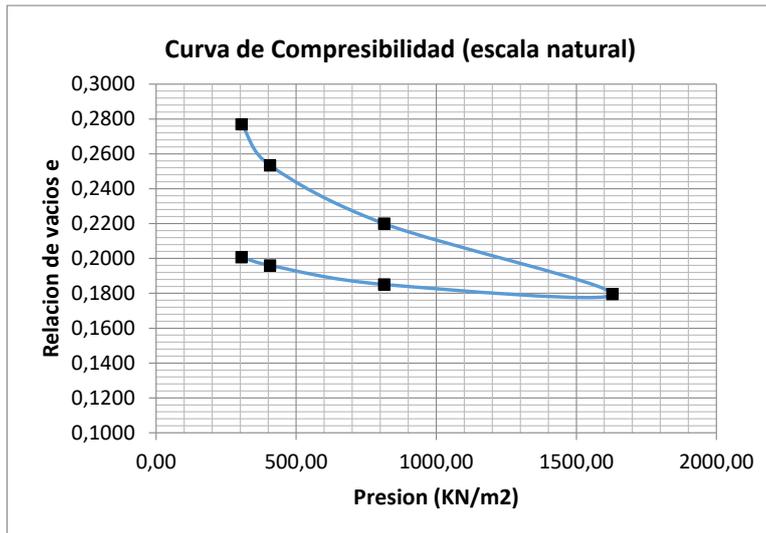
**Fecha:** 5/3/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'_c =$	<b>500</b>
---------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,22	500,000
0,18	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,08</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,28	305,577
0,25	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,19</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,20	407,437
0,19	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,04</b>



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/3/2022  
**Muestra:** 1

GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,26
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	23,20
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	23,20

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  **500**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

GRADO DE CONSOLIDACION

$C_v = 1,41E-06$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,028$   $m$   
 $t = 707547,2$   $*T_v$

$U_z$ (%)	$T_v$	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	$t$ (s)	$\Delta z$ (cm)	$t$ (dias)
10	0,008	0,0028	5660,4	0,3	0,06551363
20	0,031	0,0056	21934,0	0,6	0,2538653
30	0,071	0,0084	50235,8	0,8	0,58143344
40	0,126	0,0112	89150,9	1,1	1,03183962
50	0,197	0,0140	139386,8	1,4	1,61327306
60	0,287	0,0168	203066,0	1,7	2,35030136
70	0,403	0,0197	285141,5	2,0	3,30024895
80	0,567	0,0225	401179,2	2,2	4,6432783
90	0,848	0,0253	600000,0	2,5	6,94444444

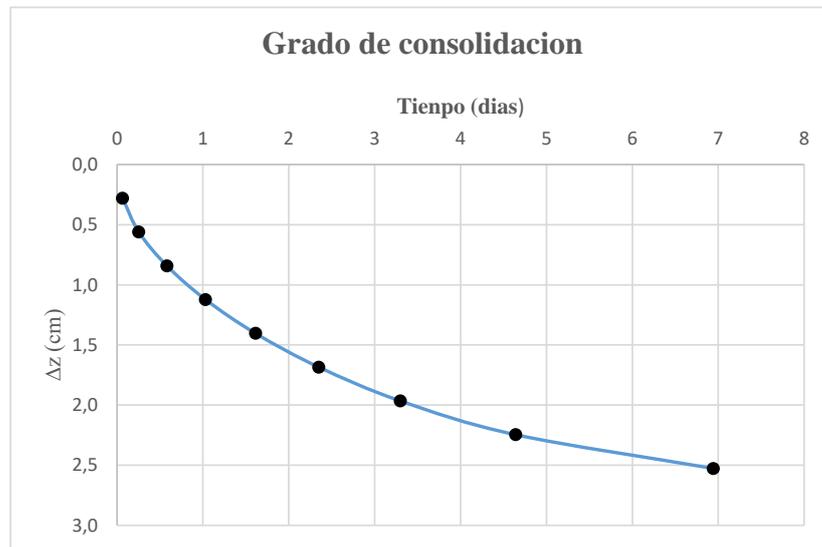


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +10% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/3/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

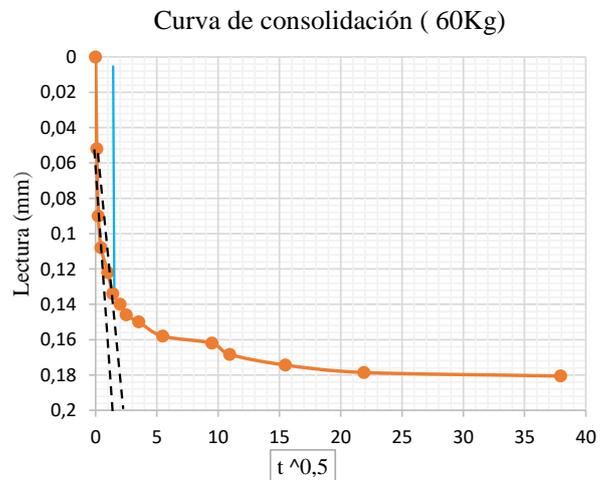
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	253
<b>exp.[cm]</b>	0,051

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,051
<b>Hf [cm]=</b>	2,033

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	26,00	0,052
0,05	0,22	45,00	0,090
0,20	0,45	54,00	0,108
1,00	1,00	61,00	0,122
2,00	1,41	67,00	0,134
4,00	2,00	70,00	0,140
6,25	2,50	73,00	0,146
12,40	3,52	75,00	0,150
30,00	5,48	79,00	0,158
90,00	9,49	81,00	0,162
120,00	10,95	84,20	0,168
240,00	15,49	87,20	0,174
480,00	21,91	89,30	0,179
1440,00	37,95	90,30	0,181

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

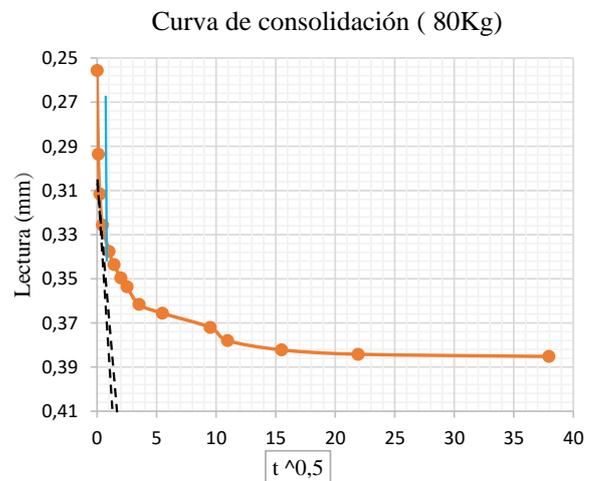
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>H<sub>i</sub> [cm]</b>	2,033
<b>H<sub>f</sub> [cm]</b>	2,012

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	127,80	0,256
0,01	0,10	146,80	0,294
0,05	0,22	155,80	0,312
0,20	0,45	162,80	0,326
1,00	1,00	168,80	0,338
2,00	1,41	171,80	0,344
4,00	2,00	174,80	0,350
6,25	2,50	176,80	0,354
12,40	3,52	180,80	0,362
30,00	5,48	182,80	0,366
90,00	9,49	186,00	0,372
120,00	10,95	189,00	0,378
240,00	15,49	191,10	0,382
480,00	21,91	192,10	0,384
1440,00	37,95	192,60	0,385

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup></b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%</b>	0,81	min
<b>t 90%</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup></b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

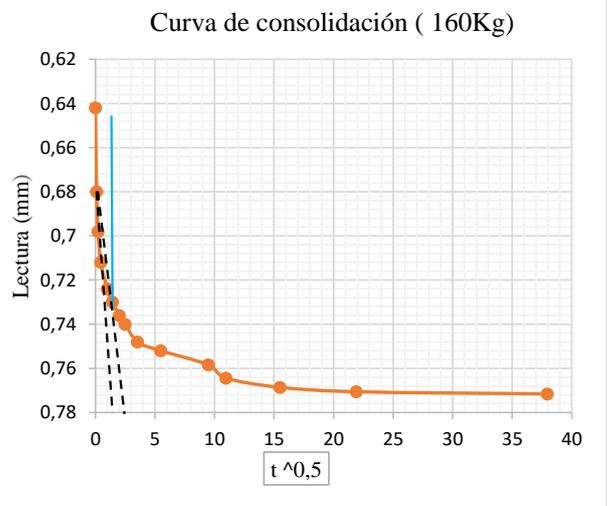
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,012
<b>Hf [cm]</b>	1,973

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	321,00	0,642
0,01	0,10	340,00	0,680
0,05	0,22	349,00	0,698
0,20	0,45	356,00	0,712
1,00	1,00	362,00	0,724
2,00	1,41	365,00	0,730
4,00	2,00	368,00	0,736
6,25	2,50	370,00	0,740
12,40	3,52	374,00	0,748
30,00	5,48	376,00	0,752
90,00	9,49	379,20	0,758
120,00	10,95	382,20	0,764
240,00	15,49	384,30	0,769
480,00	21,91	385,30	0,771
1440,00	37,95	385,80	0,772

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup></b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%</b>	1,21	min
<b>t 90%</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup></b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

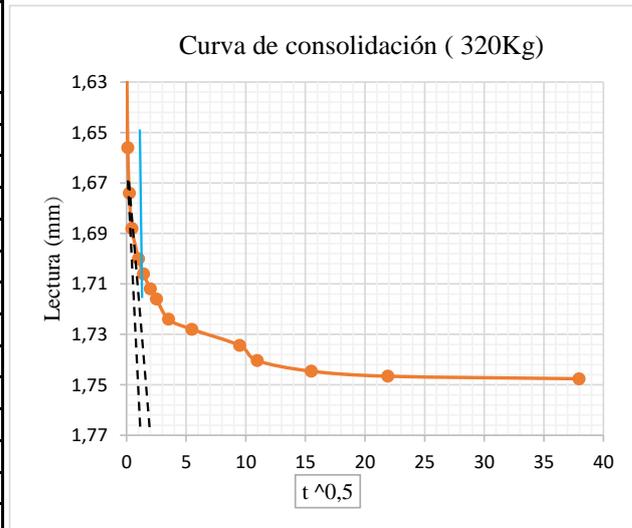
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>H<sub>i</sub> [cm]</b>	1,973
<b>H<sub>f</sub> [cm]=</b>	1,876

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	809,00	1,618
0,01	0,10	828,00	1,656
0,05	0,22	837,00	1,674
0,20	0,45	844,00	1,688
1,00	1,00	850,00	1,700
2,00	1,41	853,00	1,706
4,00	2,00	856,00	1,712
6,25	2,50	858,00	1,716
12,40	3,52	862,00	1,724
30,00	5,48	864,00	1,728
90,00	9,49	867,20	1,734
120,00	10,95	870,20	1,740
240,00	15,49	872,30	1,745
480,00	21,91	873,30	1,747
1440,00	37,95	873,80	1,748

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1,2	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,44	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	5,88889E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/4/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	107,32
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	120,8
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	85,23
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	25,91810395
$W_f [%] =$	41,73413117

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	281,5952445
$S_f [%] =$	453,4333566

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	630,00	685,00	849,90	873,80
<b>Expansion cm</b>	0,13	0,14	0,17	0,17
<b>Hf (cm)</b>	1,92	1,91	1,88	1,88
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	16,0037735	3,996226542	0,249705268		
305,58	20,33	16,0037735	4,321626542	0,270037973	6,65386E-05	5,32435E-05
407,44	20,12	16,0037735	4,117026542	0,257253488	0,000125511	0,000100433
814,87	19,73	16,0037735	3,730626542	0,233109182	5,9259E-05	4,74184E-05
1629,75	18,76	16,0037735	2,754626542	0,172123565	7,48406E-05	5,98866E-05
814,87	18,81	16,0037735	2,802426542	0,175110361		
407,44	19,14	16,0037735	3,132226542	0,195718001		
305,58	19,25	16,0037735	3,242226542	0,202591379		

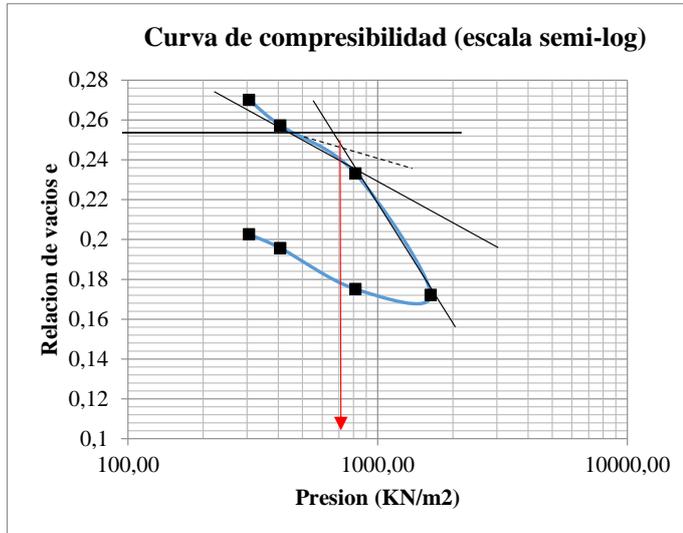


**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

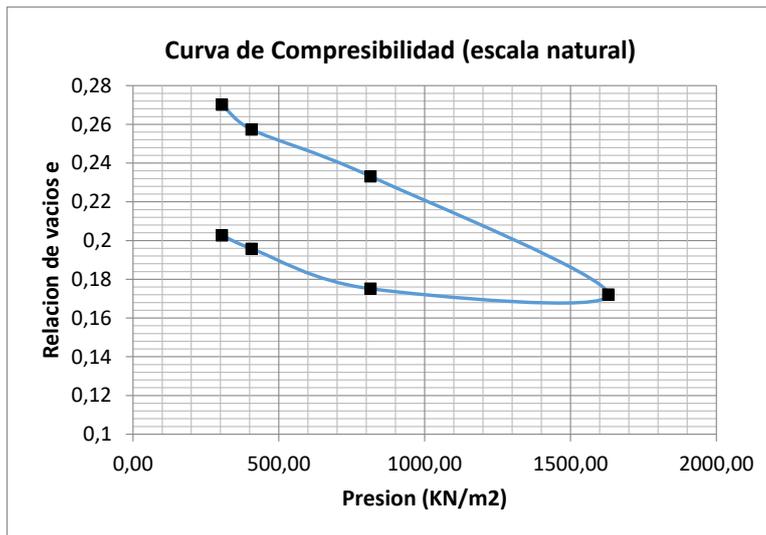
**Fecha:** 8/4/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'_c =$	<b>700</b>
---------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,23	700,000
0,17	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,14</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,27	305,577
0,26	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,10</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,20	407,437
0,18	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,07</b>



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/4/2022  
**Muestra:** 1

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,25
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	23,26
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	23,26

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  700  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 9,81E-07$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,013$  m  
 $t = 1018868$   $*T_v$

Uz (%)	Tv	$\Delta z = \Delta h * (Uz/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0013	8150,9	0,1	0,09433962
20	0,031	0,0027	31584,9	0,3	0,36556604
30	0,071	0,0040	72339,6	0,4	0,83726415
40	0,126	0,0053	128377,4	0,5	1,48584906
50	0,197	0,0066	200717,0	0,7	2,32311321
60	0,287	0,0080	292415,1	0,8	3,38443396
70	0,403	0,0093	410603,8	0,9	4,75235849
80	0,567	0,0106	577698,1	1,1	6,68632075
90	0,848	0,0120	864000,0	1,2	10

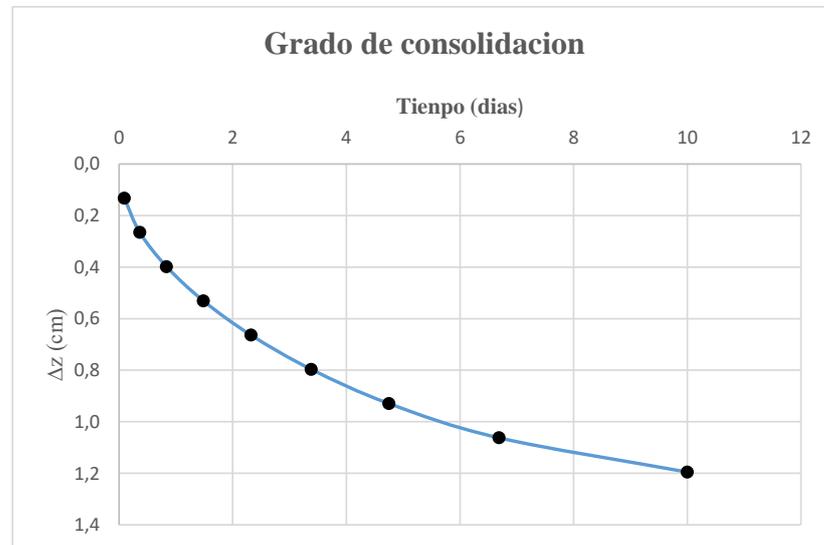


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/4/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

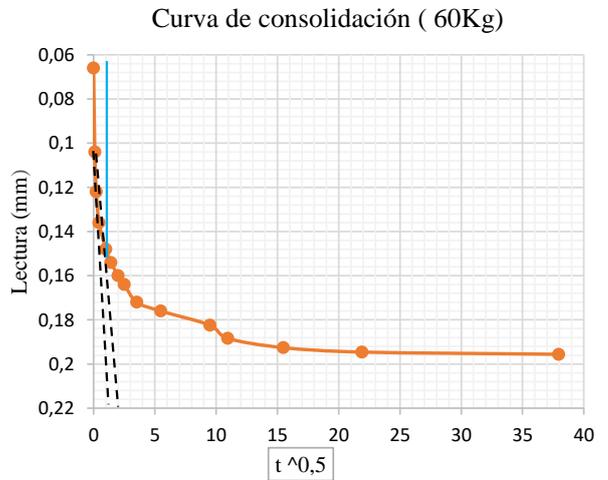
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	247
<b>exp.[cm]</b>	0,049

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,049
<b>Hf [cm]=</b>	2,030

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	33,00	0,066
0,01	0,10	52,00	0,104
0,05	0,22	61,00	0,122
0,20	0,45	68,00	0,136
1,00	1,00	74,00	0,148
2,00	1,41	77,00	0,154
4,00	2,00	80,00	0,160
6,25	2,50	82,00	0,164
12,40	3,52	86,00	0,172
30,00	5,48	88,00	0,176
90,00	9,49	91,20	0,182
120,00	10,95	94,20	0,188
240,00	15,49	96,30	0,193
480,00	21,91	97,30	0,195
1440,00	37,95	97,80	0,196

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	1	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

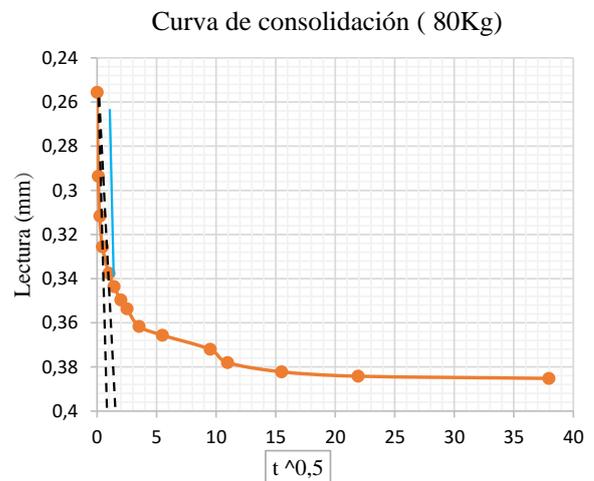
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,030
<b>Hf [cm]</b>	2,011

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	127,80	0,256
0,01	0,10	146,80	0,294
0,05	0,22	155,80	0,312
0,20	0,45	162,80	0,326
1,00	1,00	168,80	0,338
2,00	1,41	171,80	0,344
4,00	2,00	174,80	0,350
6,25	2,50	176,80	0,354
12,40	3,52	180,80	0,362
30,00	5,48	182,80	0,366
90,00	9,49	186,00	0,372
120,00	10,95	189,00	0,378
240,00	15,49	191,10	0,382
480,00	21,91	192,10	0,384
1440,00	37,95	192,60	0,385

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

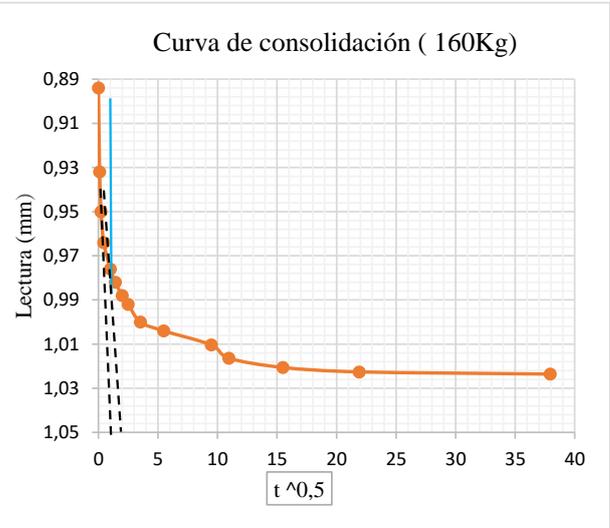
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,011
<b>Hf [cm]=</b>	1,947

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	447,00	0,894
0,01	0,10	466,00	0,932
0,05	0,22	475,00	0,950
0,20	0,45	482,00	0,964
1,00	1,00	488,00	0,976
2,00	1,41	491,00	0,982
4,00	2,00	494,00	0,988
6,25	2,50	496,00	0,992
12,40	3,52	500,00	1,000
30,00	5,48	502,00	1,004
90,00	9,49	505,20	1,010
120,00	10,95	508,20	1,016
240,00	15,49	510,30	1,021
480,00	21,91	511,30	1,023
1440,00	37,95	511,80	1,024

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

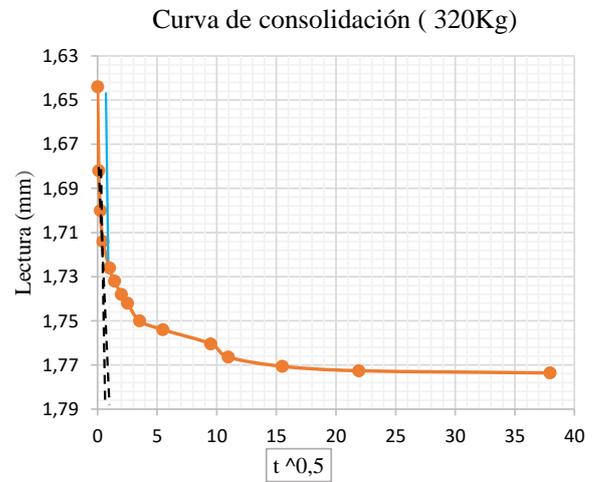
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,947
<b>Hf [cm]=</b>	1,872

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	822,00	1,644
0,01	0,10	841,00	1,682
0,05	0,22	850,00	1,700
0,20	0,45	857,00	1,714
1,00	1,00	863,00	1,726
2,00	1,41	866,00	1,732
4,00	2,00	869,00	1,738
6,25	2,50	871,00	1,742
12,40	3,52	875,00	1,750
30,00	5,48	877,00	1,754
90,00	9,49	880,20	1,760
120,00	10,95	883,20	1,766
240,00	15,49	885,30	1,771
480,00	21,91	886,30	1,773
1440,00	37,95	886,80	1,774

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,8	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,64	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0001325	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	110,6
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	119,6
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	84,99
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	30,13295682
$W_f [%] =$	40,72243793

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	322,8264253
$S_f [%] =$	436,2757743

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	624,65	755,24	850,00	886,80
<b>Expansion cm</b>	0,12	0,15	0,17	0,18
<b>Hf (cm)</b>	1,92	1,90	1,88	1,87
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	15,9587083	4,041291726	0,253234263		
305,58	20,3	15,9587083	4,339691726	0,271932518	6,11899E-05	4,88256E-05
407,44	20,11	15,9587083	4,150091726	0,260051857	0,000116638	9,30697E-05
814,87	19,47	15,9587083	3,511691726	0,22004862	9,81827E-05	7,83435E-05
1629,75	18,72	15,9587083	2,761691726	0,173052335	5,76731E-05	4,60194E-05
814,87	18,79	15,9587083	2,835291726	0,177664237		
407,44	18,98	15,9587083	3,024811726	0,189539885		
305,58	19,24	15,9587083	3,285991726	0,205905871		

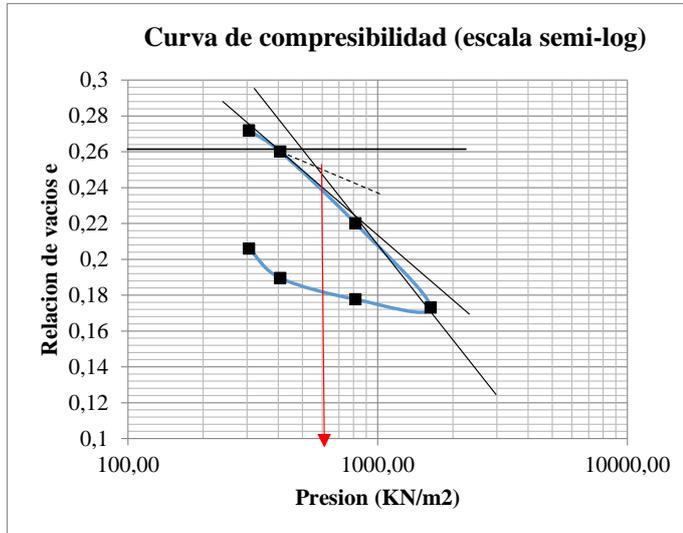


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

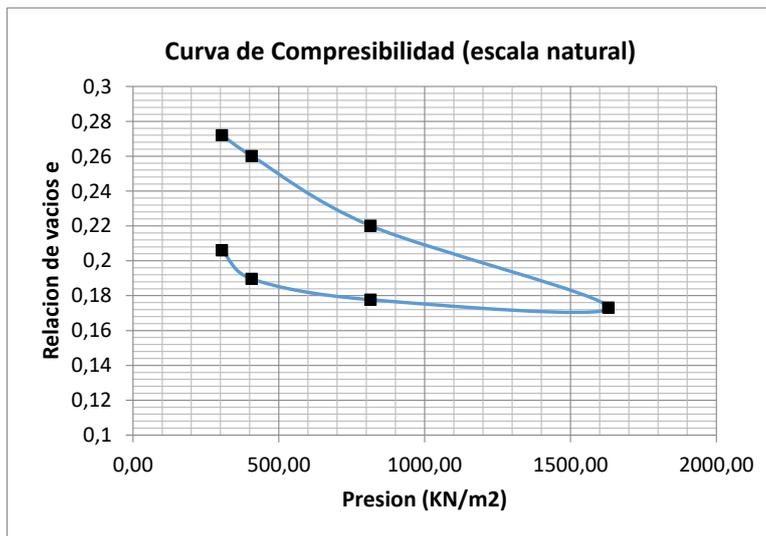
**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'c =$	<b>600</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,25	600,000
0,17	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,18</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,27	305,577
0,26	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,10</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,19	407,437
0,18	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,04</b>



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,25
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	23,22
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	23,22

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  600  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 2,21E-06$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,026$  m  
 $t = 452830,2$   $*T_v$

Uz (%)	$T_v$	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0026	3622,6	0,3	0,04192872
20	0,031	0,0053	14037,7	0,5	0,16247379
30	0,071	0,0079	32150,9	0,8	0,3721174
40	0,126	0,0106	57056,6	1,1	0,66037736
50	0,197	0,0132	89207,5	1,3	1,03249476
60	0,287	0,0159	129962,3	1,6	1,50419287
70	0,403	0,0185	182490,6	1,9	2,11215933
80	0,567	0,0212	256754,7	2,1	2,97169811
90	0,848	0,0238	384000,0	2,4	4,44444444

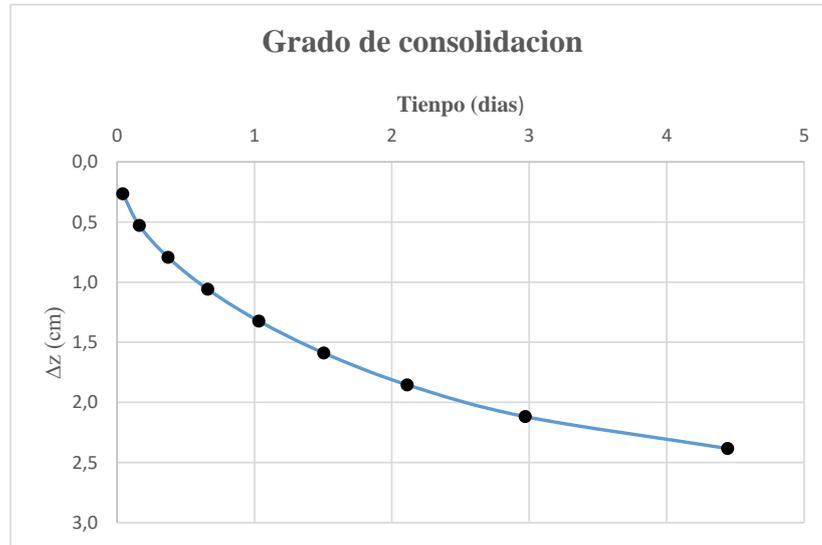


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 6/3/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

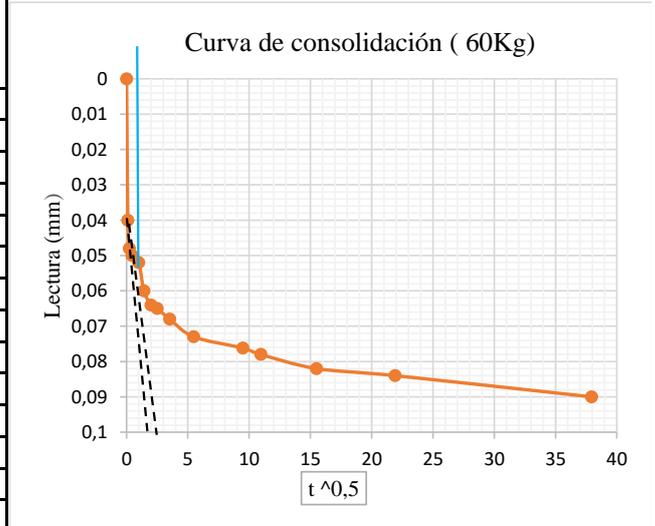
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	235
<b>exp.[cm]</b>	0,047

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,047
<b>Hf [cm]=</b>	2,038

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	20,00	0,040
0,05	0,22	24,00	0,048
0,20	0,45	25,00	0,050
1,00	1,00	26,00	0,052
2,00	1,41	30,00	0,060
4,00	2,00	32,00	0,064
6,25	2,50	32,50	0,065
12,40	3,52	34,00	0,068
30,00	5,48	36,50	0,073
90,00	9,49	38,10	0,076
120,00	10,95	39,00	0,078
240,00	15,49	41,00	0,082
480,00	21,91	42,00	0,084
1440,00	37,95	45,00	0,090

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 6/3/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

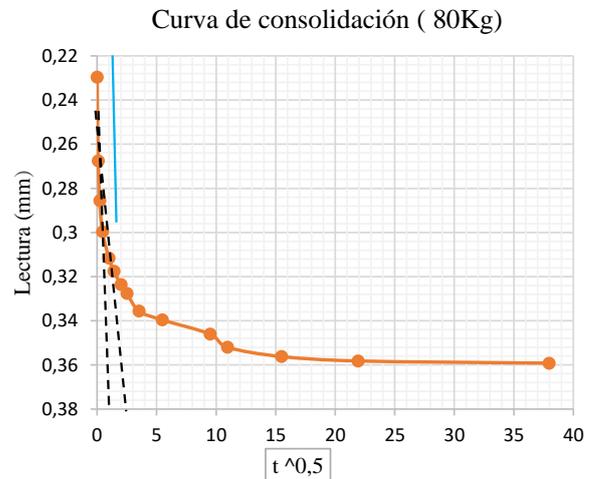
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,038
<b>Hf [cm]</b>	2,011

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	114,80	0,230
0,01	0,10	133,80	0,268
0,05	0,22	142,80	0,286
0,20	0,45	149,80	0,300
1,00	1,00	155,80	0,312
2,00	1,41	158,80	0,318
4,00	2,00	161,80	0,324
6,25	2,50	163,80	0,328
12,40	3,52	167,80	0,336
30,00	5,48	169,80	0,340
90,00	9,49	173,00	0,346
120,00	10,95	176,00	0,352
240,00	15,49	178,10	0,356
480,00	21,91	179,10	0,358
1440,00	37,95	179,60	0,359

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup></b>	1,05	min <sup>2</sup>
<b>t 90%</b>	1,1025	min
<b>t 90%</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup></b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv</b>	7,69161E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 6/3/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

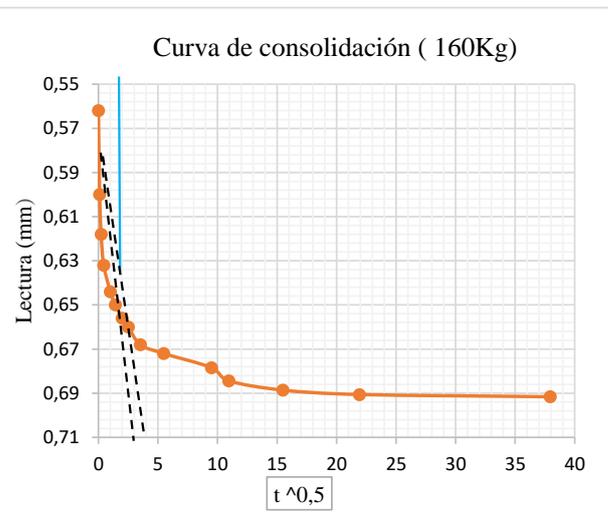
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,011
<b>Hf [cm]=</b>	1,978

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	281,00	0,562
0,01	0,10	300,00	0,600
0,05	0,22	309,00	0,618
0,20	0,45	316,00	0,632
1,00	1,00	322,00	0,644
2,00	1,41	325,00	0,650
4,00	2,00	328,00	0,656
6,25	2,50	330,00	0,660
12,40	3,52	334,00	0,668
30,00	5,48	336,00	0,672
90,00	9,49	339,20	0,678
120,00	10,95	342,20	0,684
240,00	15,49	344,30	0,689
480,00	21,91	345,30	0,691
1440,00	37,95	345,80	0,692

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	3,61	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	2,34903E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 6/3/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

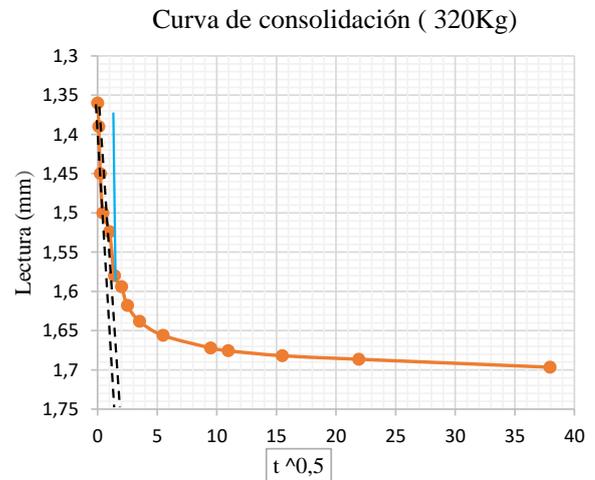
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,978
<b>Hf [cm]=</b>	1,877

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	680,00	1,360
0,01	0,10	695,00	1,390
0,05	0,22	725,00	1,450
0,20	0,45	750,00	1,500
1,00	1,00	762,00	1,524
2,00	1,41	790,00	1,580
4,00	2,00	797,00	1,594
6,25	2,50	809,00	1,618
12,40	3,52	819,00	1,638
30,00	5,48	828,00	1,656
90,00	9,49	836,00	1,672
120,00	10,95	837,80	1,676
240,00	15,49	841,00	1,682
480,00	21,91	843,20	1,686
1440,00	37,95	848,30	1,697

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,5	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	2,25	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	3,76889E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 6/3/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	109,8
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	118,8
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	84,19
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	30,4192897
$W_f [%] =$	41,10939542

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	311,2568194
$S_f [%] =$	420,640317

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	685,00	774,00	811,00	848,30
<b>Expansion cm</b>	0,14	0,15	0,16	0,17
<b>Hf (cm)</b>	1,91	1,89	1,88	1,88
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	15,808491	4,191509006	0,265142891		
305,58	20,38	15,808491	4,571509006	0,289180606	7,86632E-05	6,21774E-05
407,44	20,111	15,808491	4,302309006	0,272151783	0,00016718	0,000132143
814,87	19,778	15,808491	3,969909006	0,251125108	5,16072E-05	4,07916E-05
1629,75	18,773	15,808491	2,964909006	0,187551678	7,80163E-05	6,1666E-05
814,87	18,848	15,808491	3,039509006	0,192270661		
407,44	18,922	15,808491	3,113509006	0,196951689		
305,58	19,1	15,808491	3,291509006	0,208211461		

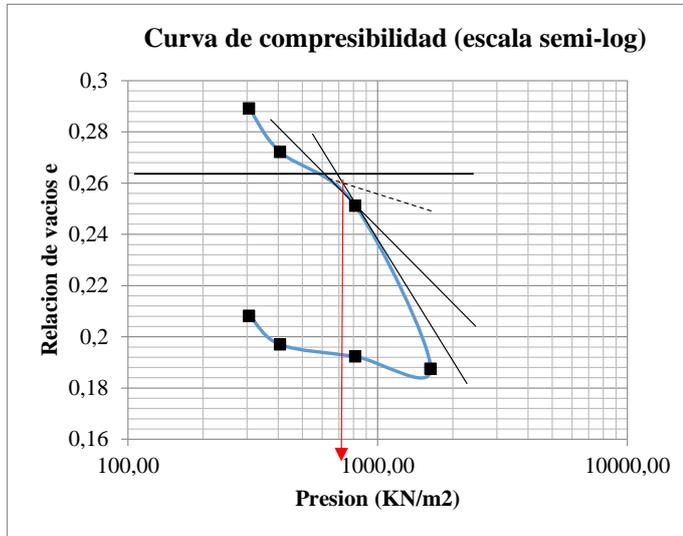


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

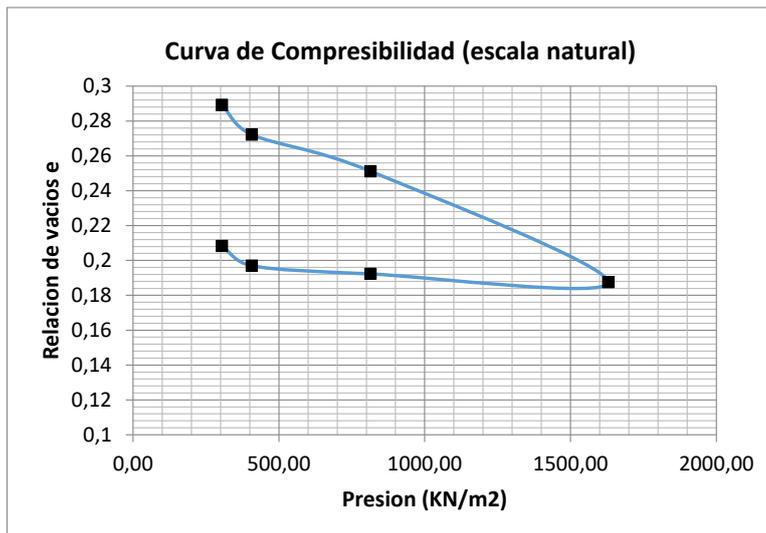
**Fecha:** 6/3/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'_c =$	<b>710</b>
---------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,23	710,000
0,19	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,10</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,29	305,577
0,27	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,14</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,20	407,437
0,19	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,02</b>



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 6/3/2022  
**Muestra:** 1

GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,27
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	23,09
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	23,09

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  710  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  SOBRECONSOLIDADO

GRADO DE CONSOLIDACION

$C_v = 6,28E-07$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,011$  m  
 $t = 1591981$   $*T_v$

$U_z$ (%)	$T_v$	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0011	12735,8	0,1	0,14740566
20	0,031	0,0022	49351,4	0,2	0,57119693
30	0,071	0,0033	113030,7	0,3	1,30822524
40	0,126	0,0044	200589,6	0,4	2,32163915
50	0,197	0,0055	313620,3	0,6	3,62986439
60	0,287	0,0066	456898,6	0,7	5,28817807
70	0,403	0,0078	641568,4	0,8	7,42556014
80	0,567	0,0089	902653,3	0,9	10,4473762
90	0,848	0,0100	1350000,0	1,0	15,625

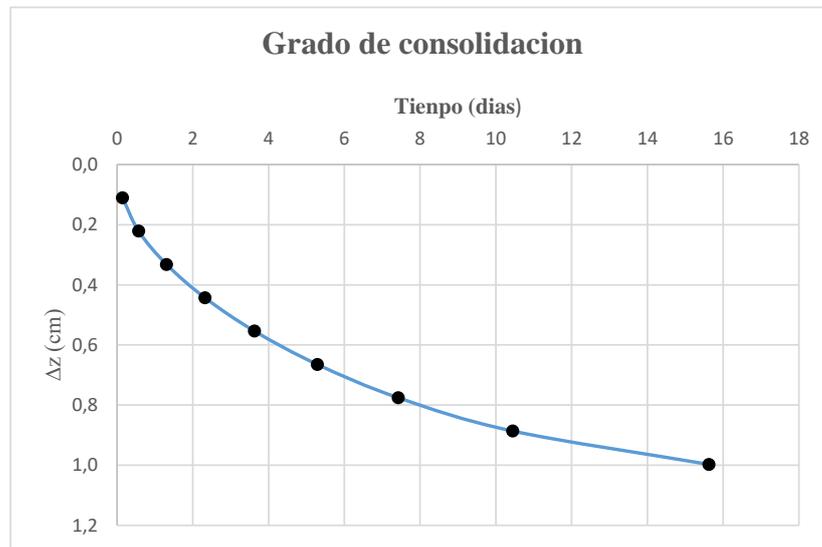


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +15% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 6/3/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

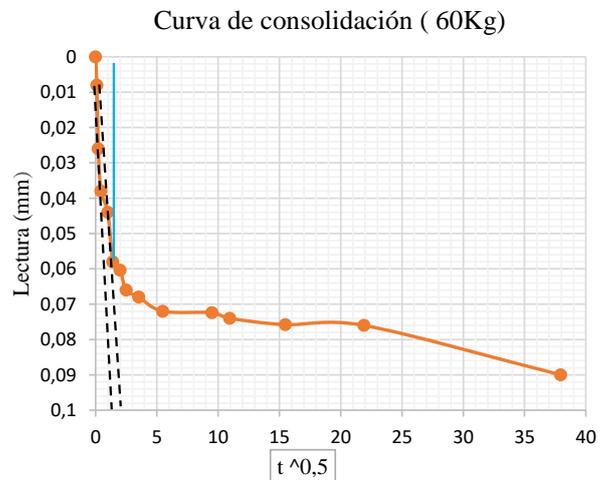
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	230
<b>exp.[cm]</b>	0,046

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,046
<b>Hf [cm]=</b>	2,037

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	4,00	0,008
0,05	0,22	13,00	0,026
0,20	0,45	19,00	0,038
1,00	1,00	22,00	0,044
2,00	1,41	29,00	0,058
4,00	2,00	30,20	0,060
6,25	2,50	33,00	0,066
12,40	3,52	34,00	0,068
30,00	5,48	36,00	0,072
90,00	9,49	36,20	0,072
120,00	10,95	37,00	0,074
240,00	15,49	37,90	0,076
480,00	21,91	38,00	0,076
1440,00	37,95	45,00	0,090

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	1	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

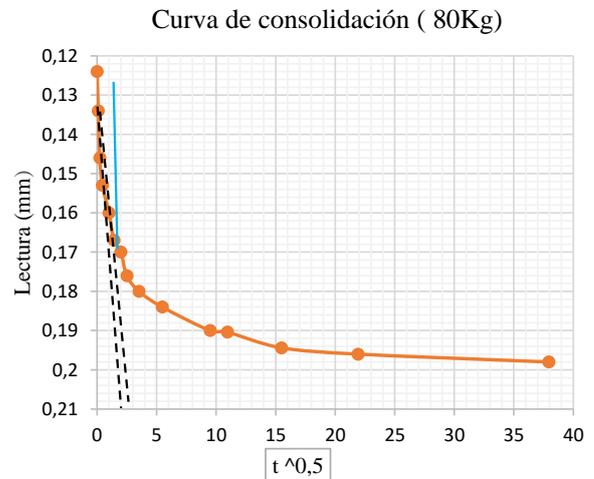
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,037
<b>Hf [cm]=</b>	2,026

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	62,00	0,124
0,01	0,10	67,00	0,134
0,05	0,22	73,00	0,146
0,20	0,45	76,50	0,153
1,00	1,00	80,00	0,160
2,00	1,41	83,50	0,167
4,00	2,00	85,00	0,170
6,25	2,50	88,00	0,176
12,40	3,52	90,00	0,180
30,00	5,48	92,00	0,184
90,00	9,49	95,00	0,190
120,00	10,95	95,20	0,190
240,00	15,49	97,20	0,194
480,00	21,91	98,00	0,196
1440,00	37,95	99,00	0,198

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

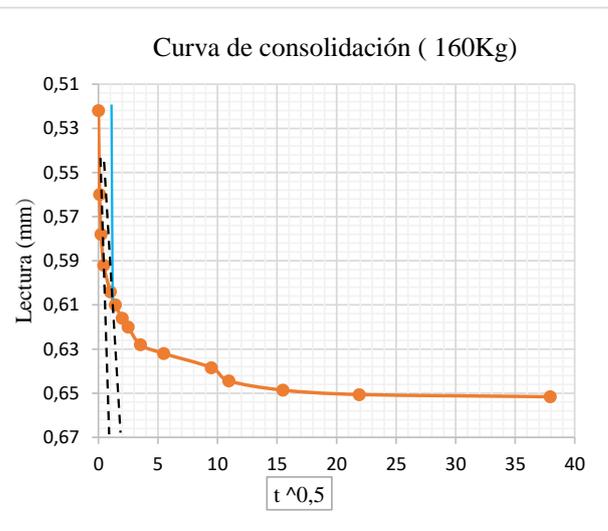
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,026
<b>Hf [cm]=</b>	1,981

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	261,00	0,522
0,01	0,10	280,00	0,560
0,05	0,22	289,00	0,578
0,20	0,45	296,00	0,592
1,00	1,00	302,00	0,604
2,00	1,41	305,00	0,610
4,00	2,00	308,00	0,616
6,25	2,50	310,00	0,620
12,40	3,52	314,00	0,628
30,00	5,48	316,00	0,632
90,00	9,49	319,20	0,638
120,00	10,95	322,20	0,644
240,00	15,49	324,30	0,649
480,00	21,91	325,30	0,651
1440,00	37,95	325,80	0,652

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,2	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,44	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	5,88889E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

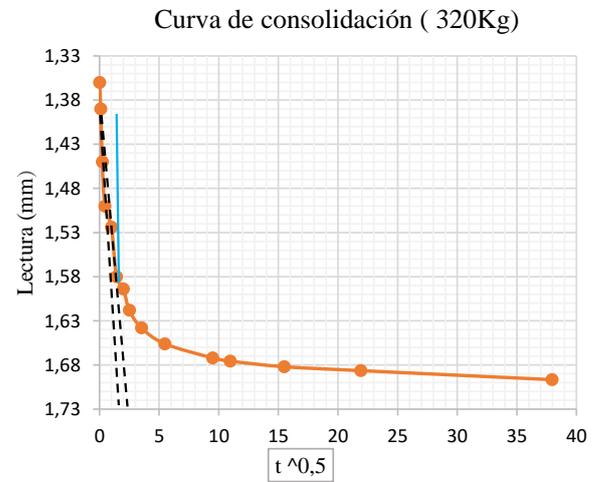
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,981
<b>Hf [cm]=</b>	1,876

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	680,00	1,360
0,01	0,10	695,00	1,390
0,05	0,22	725,00	1,450
0,20	0,45	750,00	1,500
1,00	1,00	762,00	1,524
2,00	1,41	790,00	1,580
4,00	2,00	797,00	1,594
6,25	2,50	809,00	1,618
12,40	3,52	819,00	1,638
30,00	5,48	828,00	1,656
90,00	9,49	836,00	1,672
120,00	10,95	837,80	1,676
240,00	15,49	841,00	1,682
480,00	21,91	843,20	1,686
1440,00	37,95	848,30	1,697

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,2	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,44	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	5,88889E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	109,47
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	116,63
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	86,81
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	26,10298353
$W_f [%] =$	34,35088123

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	312,0261613
$S_f [%] =$	410,6187171

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	685,00	774,00	811,00	848,30
<b>Expansion cm</b>	0,14	0,15	0,16	0,17
<b>Hf (cm)</b>	1,91	1,89	1,88	1,88
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	16,3004526	3,699547414	0,226959797		
305,58	20,37	16,3004526	4,069547414	0,249658554	7,42815E-05	6,05411E-05
407,44	20,26	16,3004526	3,961547414	0,243032971	6,50465E-05	5,30144E-05
814,87	19,81	16,3004526	3,507947414	0,215205522	6,82988E-05	5,56651E-05
1629,75	18,76	16,3004526	2,462947414	0,151096873	7,86731E-05	6,41204E-05
814,87	18,84	16,3004526	2,537547414	0,155673433		
407,44	18,91	16,3004526	2,611547414	0,160213184		
305,58	19,09	16,3004526	2,789547414	0,171133126		

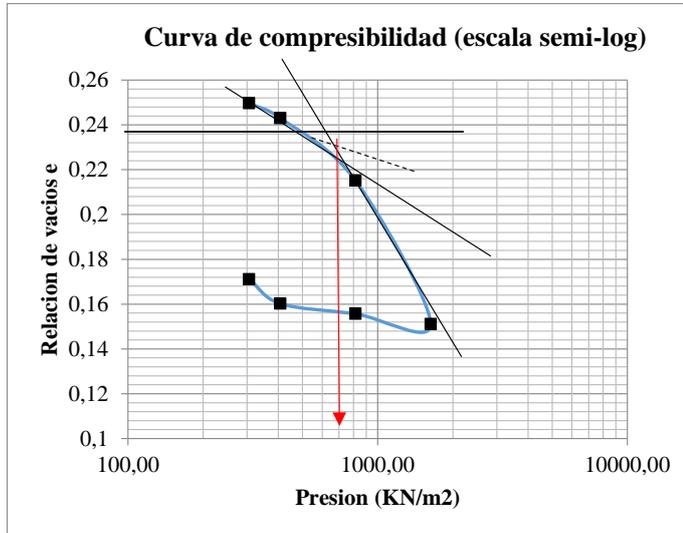


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

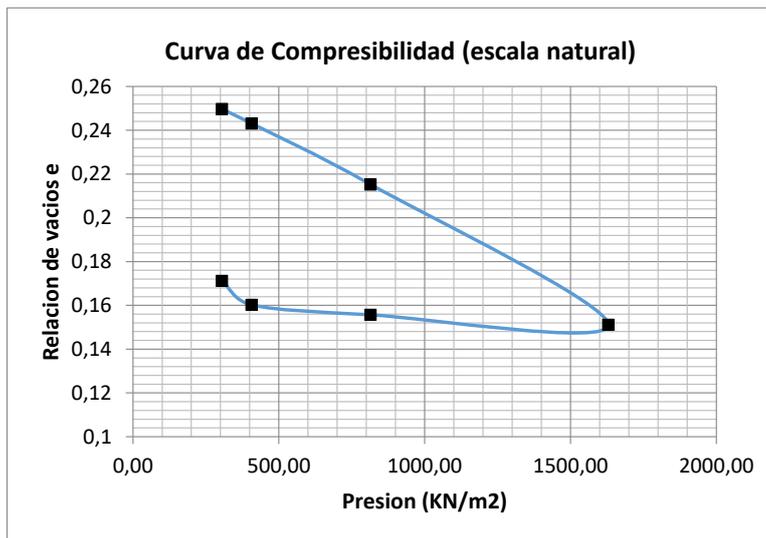
**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'_c =$	<b>700</b>
---------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,23	700,000
0,15	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,21</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,25	305,577
0,24	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,05</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,16	407,437
0,16	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,02</b>



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,23
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	23,51
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	23,51

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  700  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 9,81E-07$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,01$  m  
 $t = 1018868$   $*T_v$

Uz (%)	$T_v$	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0010	8150,9	0,1	0,09433962
20	0,031	0,0019	31584,9	0,2	0,36556604
30	0,071	0,0029	72339,6	0,3	0,83726415
40	0,126	0,0038	128377,4	0,4	1,48584906
50	0,197	0,0048	200717,0	0,5	2,32311321
60	0,287	0,0057	292415,1	0,6	3,38443396
70	0,403	0,0067	410603,8	0,7	4,75235849
80	0,567	0,0077	577698,1	0,8	6,68632075
90	0,848	0,0086	864000,0	0,9	10

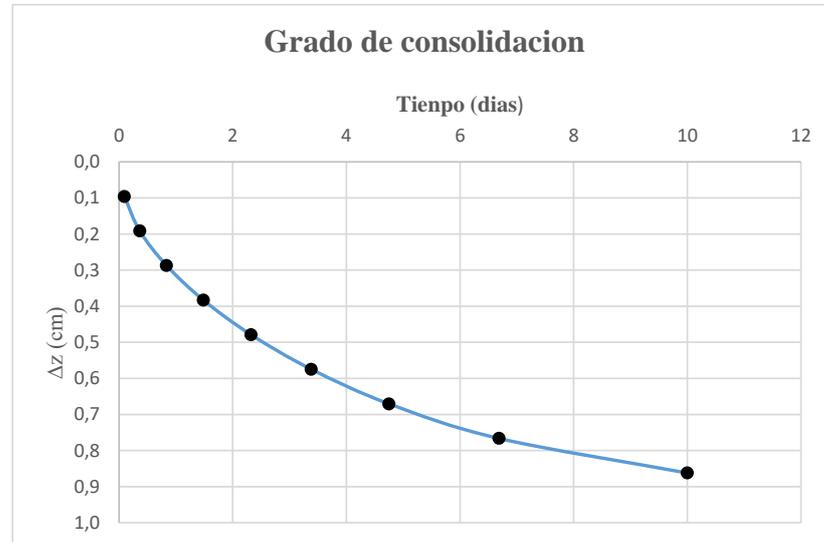


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 11/4/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

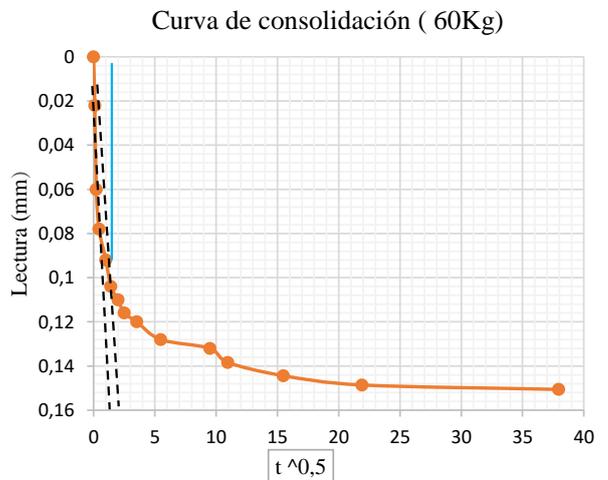
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	241
<b>exp.[cm]</b>	0,048

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,048
<b>Hf [cm]=</b>	2,033

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	11,00	0,022
0,05	0,22	30,00	0,060
0,20	0,45	39,00	0,078
1,00	1,00	46,00	0,092
2,00	1,41	52,00	0,104
4,00	2,00	55,00	0,110
6,25	2,50	58,00	0,116
12,40	3,52	60,00	0,120
30,00	5,48	64,00	0,128
90,00	9,49	66,00	0,132
120,00	10,95	69,20	0,138
240,00	15,49	72,20	0,144
480,00	21,91	74,30	0,149
1440,00	37,95	75,30	0,151

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1,2	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,44	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	5,88889E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

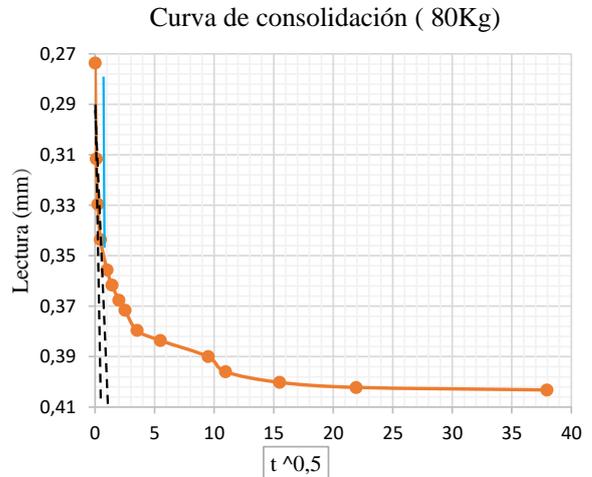
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,033
<b>Hf [cm]=</b>	2,008

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	136,80	0,274
0,01	0,10	155,80	0,312
0,05	0,22	164,80	0,330
0,20	0,45	171,80	0,344
1,00	1,00	177,80	0,356
2,00	1,41	180,80	0,362
4,00	2,00	183,80	0,368
6,25	2,50	185,80	0,372
12,40	3,52	189,80	0,380
30,00	5,48	191,80	0,384
90,00	9,49	195,00	0,390
120,00	10,95	198,00	0,396
240,00	15,49	200,10	0,400
480,00	21,91	201,10	0,402
1440,00	37,95	201,60	0,403

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

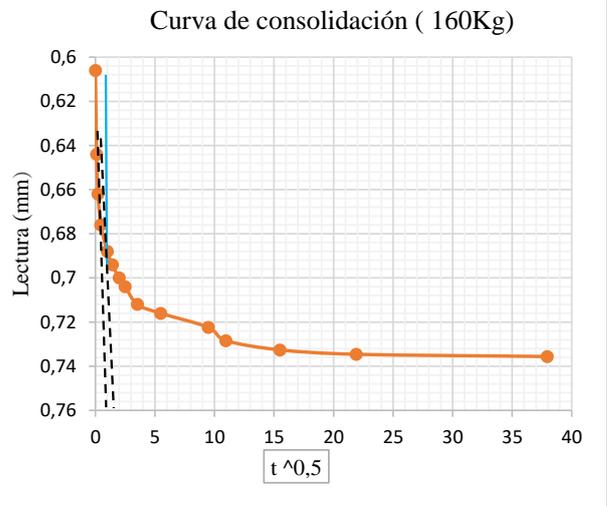
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,008
<b>Hf [cm]=</b>	1,975

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	303,00	0,606
0,01	0,10	322,00	0,644
0,05	0,22	331,00	0,662
0,20	0,45	338,00	0,676
1,00	1,00	344,00	0,688
2,00	1,41	347,00	0,694
4,00	2,00	350,00	0,700
6,25	2,50	352,00	0,704
12,40	3,52	356,00	0,712
30,00	5,48	358,00	0,716
90,00	9,49	361,20	0,722
120,00	10,95	364,20	0,728
240,00	15,49	366,30	0,733
480,00	21,91	367,30	0,735
1440,00	37,95	367,80	0,736

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t_{90\%})^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t_{90\%} =$	1	min
$t_{90\%} =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

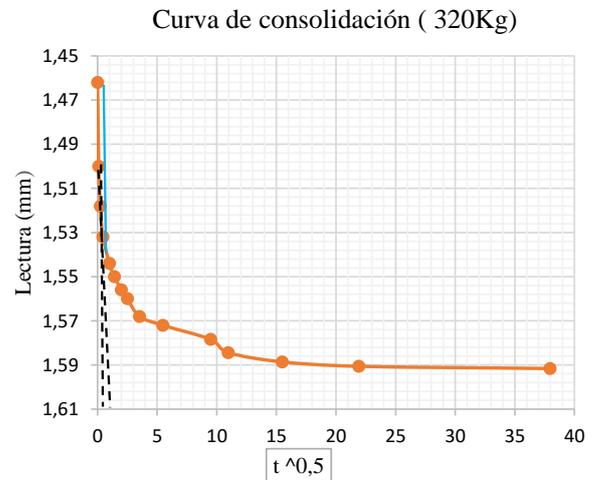
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,975
<b>Hf [cm]=</b>	1,889

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	731,00	1,462
0,01	0,10	750,00	1,500
0,05	0,22	759,00	1,518
0,20	0,45	766,00	1,532
1,00	1,00	772,00	1,544
2,00	1,41	775,00	1,550
4,00	2,00	778,00	1,556
6,25	2,50	780,00	1,560
12,40	3,52	784,00	1,568
30,00	5,48	786,00	1,572
90,00	9,49	789,20	1,578
120,00	10,95	792,20	1,584
240,00	15,49	794,30	1,589
480,00	21,91	795,30	1,591
1440,00	37,95	795,80	1,592

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	3,61	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	2,34903E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/4/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	110,79
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	117,95
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	88,13
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	25,71201634
$W_f [%] =$	33,83637808

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	334,4321029
$S_f [%] =$	440,1043826

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	498,00	600,00	721,60	795,80
<b>Expansion cm</b>	0,10	0,12	0,14	0,16
<b>Hf (cm)</b>	1,95	1,93	1,90	1,89
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	16,5483111	3,451688902	0,208582549		
305,58	20,33	16,5483111	3,783088902	0,228608761	6,55356E-05	5,42252E-05
407,44	20,08	16,5483111	3,530488902	0,213344364	0,000149858	0,000123995
814,87	19,75	16,5483111	3,198088902	0,193257722	4,93E-05	4,07916E-05
1629,75	18,89	16,5483111	2,342088902	0,141530389	6,3479E-05	5,25235E-05
814,87	19,04	16,5483111	2,490488902	0,150498071		
407,44	19,28	16,5483111	2,733688902	0,165194435		
305,58	19,49	16,5483111	2,937688902	0,177521977		

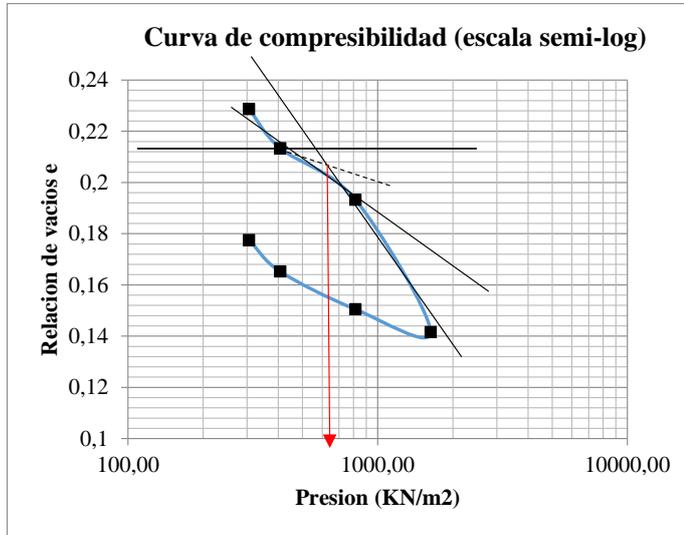


**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

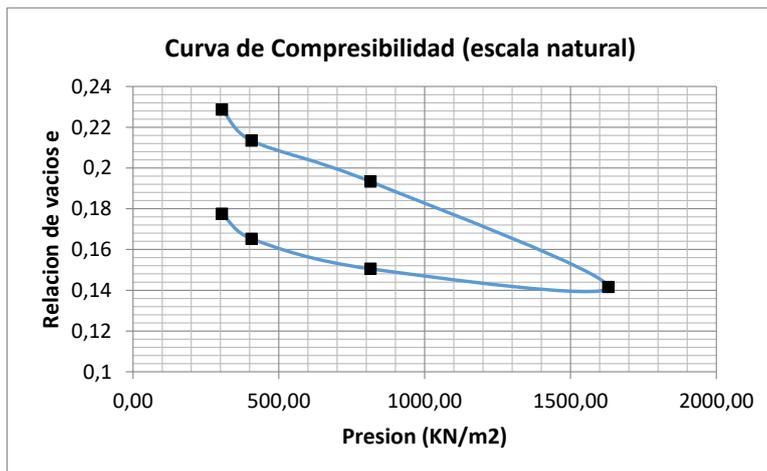
**Fecha:** 13/4/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'_c =$	<b>650</b>
---------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,23	650,000
0,14	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,23</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,23	305,577
0,21	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,12</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,17	407,437
0,15	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,05</b>



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/4/2022  
**Muestra:** 1

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,21
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	23,71
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	23,71

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  650  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 3,92E-07$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,013$  m  
 $t = 2554245$   $*T_v$

Uz (%)	$T_v$	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0013	20434,0	0,1	0,23650419
20	0,031	0,0025	79181,6	0,3	0,91645375
30	0,071	0,0038	181351,4	0,4	2,09897471
40	0,126	0,0051	321834,9	0,5	3,72494104
50	0,197	0,0063	503186,3	0,6	5,82391575
60	0,287	0,0076	733068,4	0,8	8,48458792
70	0,403	0,0089	1029360,8	0,9	11,9138987
80	0,567	0,0101	1448257,1	1,0	16,7622347
90	0,848	0,0114	2166000,0	1,1	25,0694444

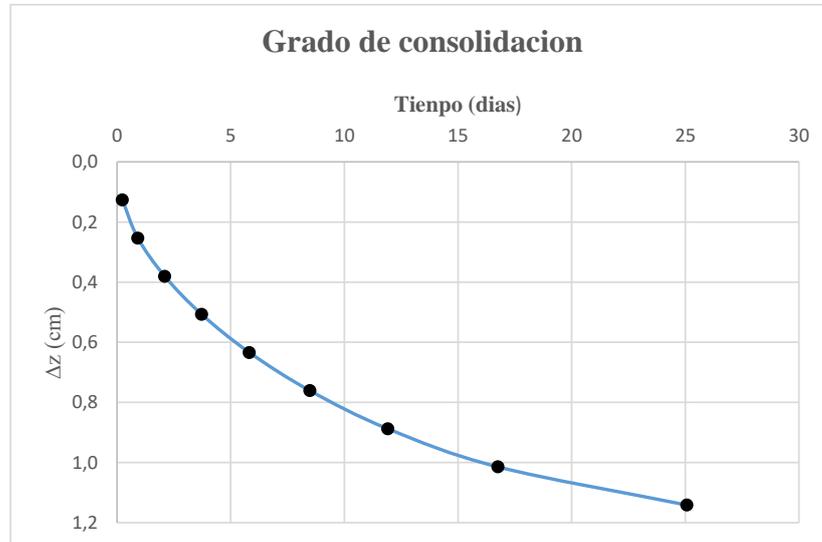


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/4/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 19/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

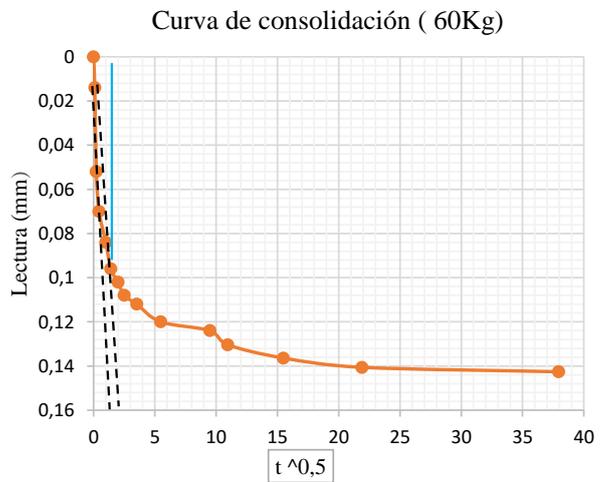
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	251
<b>exp.[cm]</b>	0,050

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,050
<b>Hf [cm]=</b>	2,036

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	7,00	0,014
0,05	0,22	26,00	0,052
0,20	0,45	35,00	0,070
1,00	1,00	42,00	0,084
2,00	1,41	48,00	0,096
4,00	2,00	51,00	0,102
6,25	2,50	54,00	0,108
12,40	3,52	56,00	0,112
30,00	5,48	60,00	0,120
90,00	9,49	62,00	0,124
120,00	10,95	65,20	0,130
240,00	15,49	68,20	0,136
480,00	21,91	70,30	0,141
1440,00	37,95	71,30	0,143

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 19/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

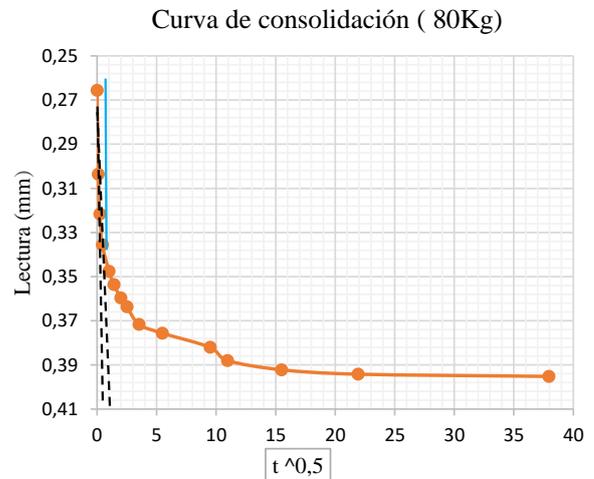
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,036
<b>Hf [cm]=</b>	2,011

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	132,80	0,266
0,01	0,10	151,80	0,304
0,05	0,22	160,80	0,322
0,20	0,45	167,80	0,336
1,00	1,00	173,80	0,348
2,00	1,41	176,80	0,354
4,00	2,00	179,80	0,360
6,25	2,50	181,80	0,364
12,40	3,52	185,80	0,372
30,00	5,48	187,80	0,376
90,00	9,49	191,00	0,382
120,00	10,95	194,00	0,388
240,00	15,49	196,10	0,392
480,00	21,91	197,10	0,394
1440,00	37,95	197,60	0,395

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 19/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

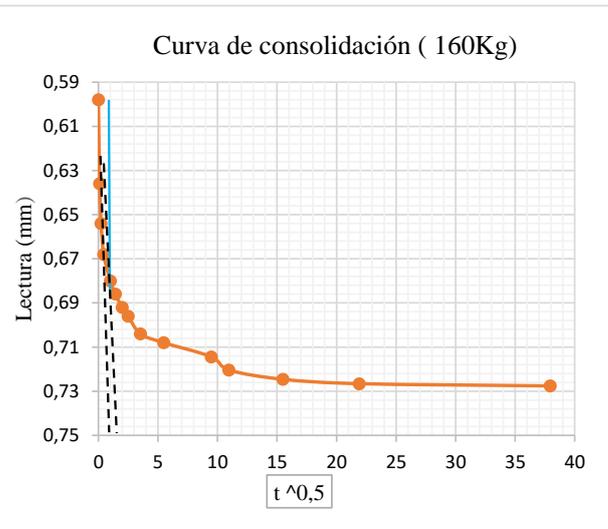
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,011
<b>Hf [cm]=</b>	1,977

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	299,00	0,598
0,01	0,10	318,00	0,636
0,05	0,22	327,00	0,654
0,20	0,45	334,00	0,668
1,00	1,00	340,00	0,680
2,00	1,41	343,00	0,686
4,00	2,00	346,00	0,692
6,25	2,50	348,00	0,696
12,40	3,52	352,00	0,704
30,00	5,48	354,00	0,708
90,00	9,49	357,20	0,714
120,00	10,95	360,20	0,720
240,00	15,49	362,30	0,725
480,00	21,91	363,30	0,727
1440,00	37,95	363,80	0,728

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 19/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

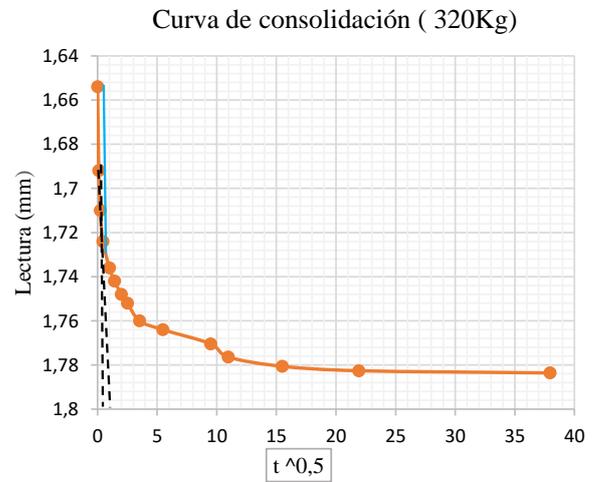
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,977
<b>Hf [cm]=</b>	1,872

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	827,00	1,654
0,01	0,10	846,00	1,692
0,05	0,22	855,00	1,710
0,20	0,45	862,00	1,724
1,00	1,00	868,00	1,736
2,00	1,41	871,00	1,742
4,00	2,00	874,00	1,748
6,25	2,50	876,00	1,752
12,40	3,52	880,00	1,760
30,00	5,48	882,00	1,764
90,00	9,49	885,20	1,770
120,00	10,95	888,20	1,776
240,00	15,49	890,30	1,781
480,00	21,91	891,30	1,783
1440,00	37,95	891,80	1,784

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 19/4/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	110,27
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	117,43
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	87,61
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	25,86462733
$W_f [%] =$	34,03721036

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	325,2319549
$S_f [%] =$	427,9972152

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	629,35	692,75	817,27	891,80
<b>Expansion cm</b>	0,13	0,14	0,16	0,18
<b>Hf (cm)</b>	1,92	1,91	1,89	1,87
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	16,4506699	3,549330134	0,215755964		
305,58	20,36	16,4506699	3,908730134	0,237603099	7,14946E-05	5,88067E-05
407,44	20,11	16,4506699	3,656130134	0,222248101	0,000150747	0,000123995
814,87	19,77	16,4506699	3,323730134	0,202042237	4,95927E-05	4,07916E-05
1629,75	18,72	16,4506699	2,267730134	0,137850322	7,87753E-05	6,47953E-05
814,87	18,87	16,4506699	2,416790134	0,146911351		
407,44	19,12	16,4506699	2,665830134	0,162049944		
305,58	19,24	16,4506699	2,792630134	0,169757837		

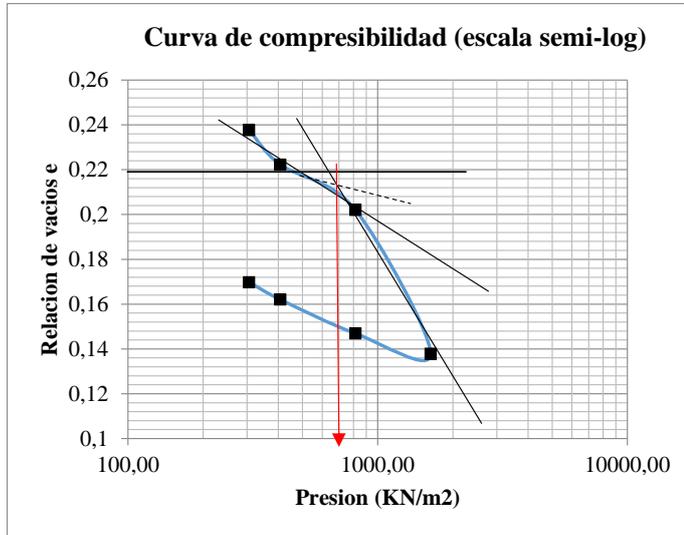


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

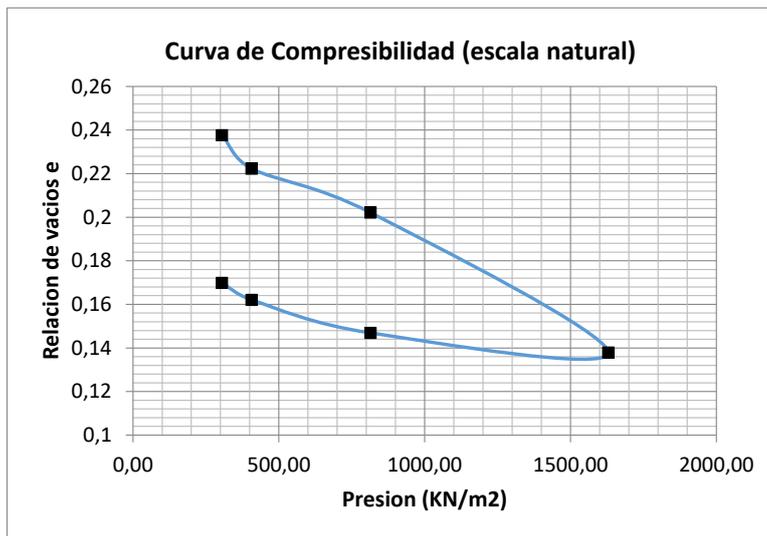
**Fecha:** 19/4/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'c =$	<b>700</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,23	700,000
0,14	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,25</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,24	305,577
0,22	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,12</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,16	407,437
0,15	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,05</b>



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 19/4/2022  
**Muestra:** 1

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,22
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	23,63
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	23,63

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  700  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 1,74E-06$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,011$  m  
 $t = 573113,2$   $*T_v$

$U_z$ (%)	$T_v$	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0011	4584,9	0,1	0,05306604
20	0,031	0,0023	17766,5	0,2	0,2056309
30	0,071	0,0034	40691,0	0,3	0,47096108
40	0,126	0,0045	72212,3	0,5	0,83579009
50	0,197	0,0056	112903,3	0,6	1,30675118
60	0,287	0,0068	164483,5	0,7	1,9037441
70	0,403	0,0079	230964,6	0,8	2,67320165
80	0,567	0,0090	324955,2	0,9	3,76105542
90	0,848	0,0102	486000,0	1,0	5,625

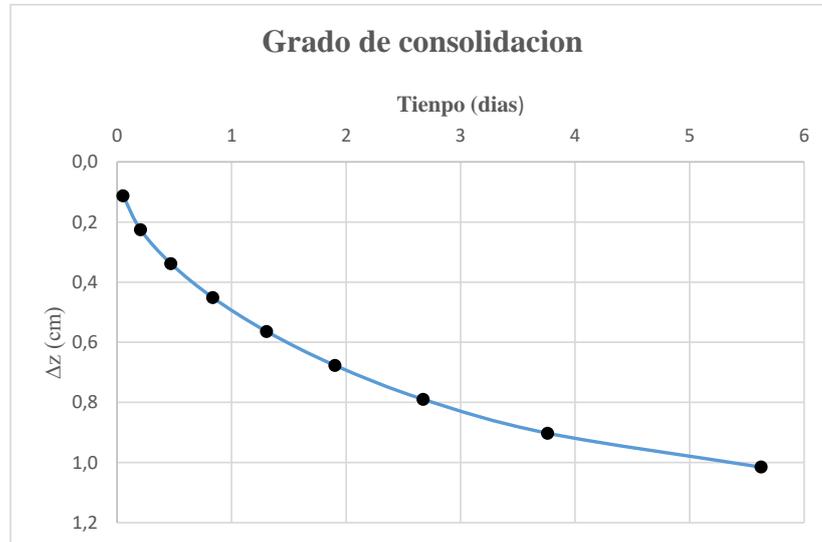


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +20% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 19/4/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 20/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

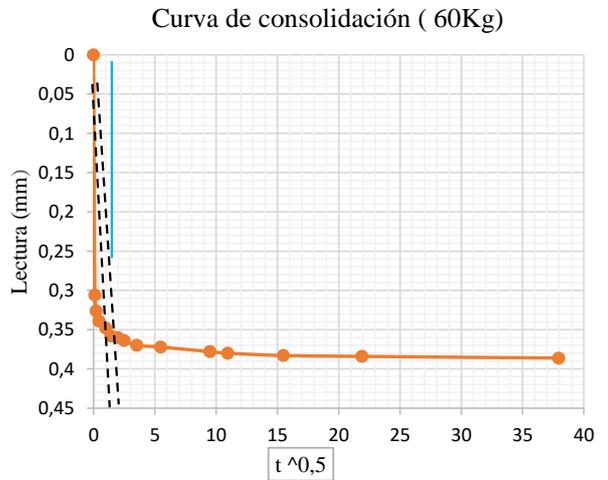
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	149
<b>exp.[cm]</b>	0,030

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,030
<b>Hf [cm]=</b>	1,991

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	153,00	0,306
0,05	0,22	163,00	0,326
0,20	0,45	169,60	0,339
1,00	1,00	174,00	0,348
2,00	1,41	179,00	0,358
4,00	2,00	180,00	0,360
6,25	2,50	182,00	0,364
12,40	3,52	185,00	0,370
30,00	5,48	186,10	0,372
90,00	9,49	189,00	0,378
120,00	10,95	190,00	0,380
240,00	15,49	191,50	0,383
480,00	21,91	192,00	0,384
1440,00	37,95	193,10	0,386

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	1	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 20/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

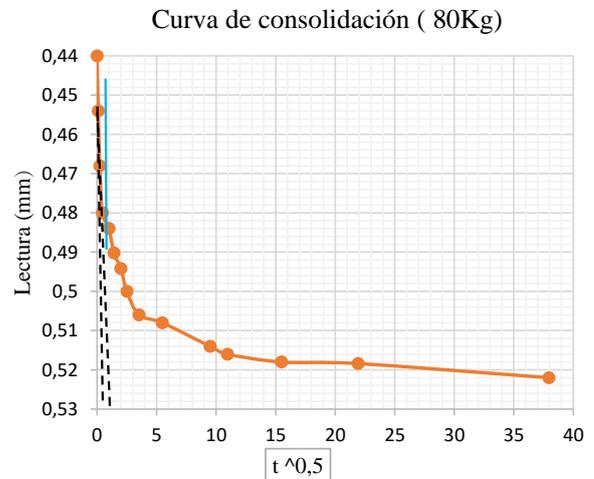
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,991
<b>Hf [cm]=</b>	1,978

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	220,00	0,440
0,01	0,10	227,00	0,454
0,05	0,22	234,00	0,468
0,20	0,45	240,00	0,480
1,00	1,00	242,00	0,484
2,00	1,41	245,10	0,490
4,00	2,00	247,10	0,494
6,25	2,50	250,00	0,500
12,40	3,52	253,00	0,506
30,00	5,48	254,00	0,508
90,00	9,49	257,00	0,514
120,00	10,95	258,00	0,516
240,00	15,49	259,00	0,518
480,00	21,91	259,20	0,518
1440,00	37,95	261,00	0,522

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 20/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

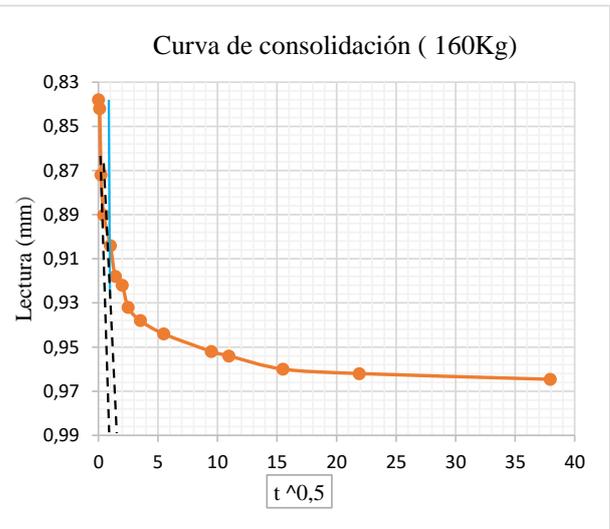
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,978
<b>Hf [cm]=</b>	1,933

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	419,00	0,838
0,01	0,10	421,00	0,842
0,05	0,22	436,00	0,872
0,20	0,45	445,11	0,890
1,00	1,00	452,00	0,904
2,00	1,41	459,00	0,918
4,00	2,00	461,00	0,922
6,25	2,50	466,00	0,932
12,40	3,52	469,00	0,938
30,00	5,48	472,00	0,944
90,00	9,49	476,00	0,952
120,00	10,95	477,00	0,954
240,00	15,49	480,00	0,960
480,00	21,91	481,00	0,962
1440,00	37,95	482,30	0,965

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1,2	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1,44	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	5,88889E-05	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEI SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 20/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

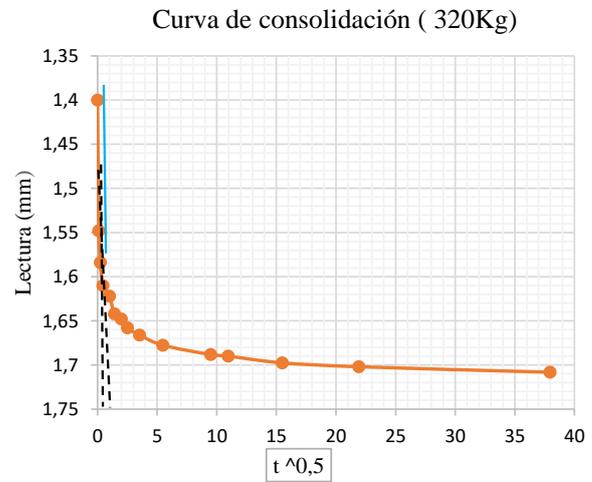
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,933
<b>Hf [cm]=</b>	1,859

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	700,00	1,400
0,01	0,10	774,00	1,548
0,05	0,22	792,00	1,584
0,20	0,45	805,00	1,610
1,00	1,00	811,00	1,622
2,00	1,41	821,00	1,642
4,00	2,00	824,00	1,648
6,25	2,50	829,00	1,658
12,40	3,52	833,00	1,666
30,00	5,48	838,80	1,678
90,00	9,49	844,10	1,688
120,00	10,95	845,00	1,690
240,00	15,49	848,80	1,698
480,00	21,91	851,00	1,702
1440,00	37,95	854,10	1,708

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1,3	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,69	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	5,01775E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 20/4/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	110,17
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	116,51
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	86,7
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	27,07035755
$W_f [%] =$	34,38292964

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	321,3854671
$S_f [%] =$	408,2019929

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	641,00	754,80	828,50	854,10
<b>Expansion cm</b>	0,13	0,15	0,17	0,17
<b>Hf (cm)</b>	1,90	1,88	1,86	1,86
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	16,2797977	3,72020229	0,228516494		
305,58	19,91	16,2797977	3,63200229	0,223098736	1,77296E-05	1,44317E-05
407,44	19,78	16,2797977	3,49620229	0,214757109	8,18937E-05	6,66607E-05
814,87	19,33	16,2797977	3,05360229	0,187570039	6,67271E-05	5,43152E-05
1629,75	18,59	16,2797977	2,31000229	0,141893796	5,60532E-05	4,56267E-05
814,87	18,64	16,2797977	2,36120229	0,145038798		
407,44	18,79	16,2797977	2,50860229	0,154092964		
305,58	19,02	16,2797977	2,73620229	0,168073482		

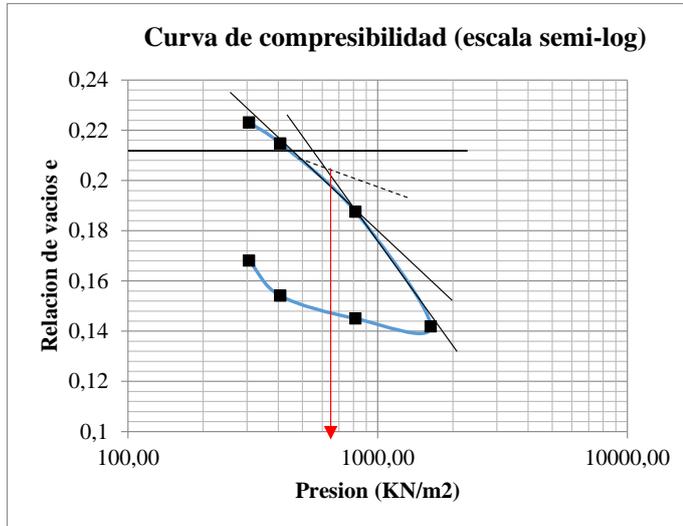


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

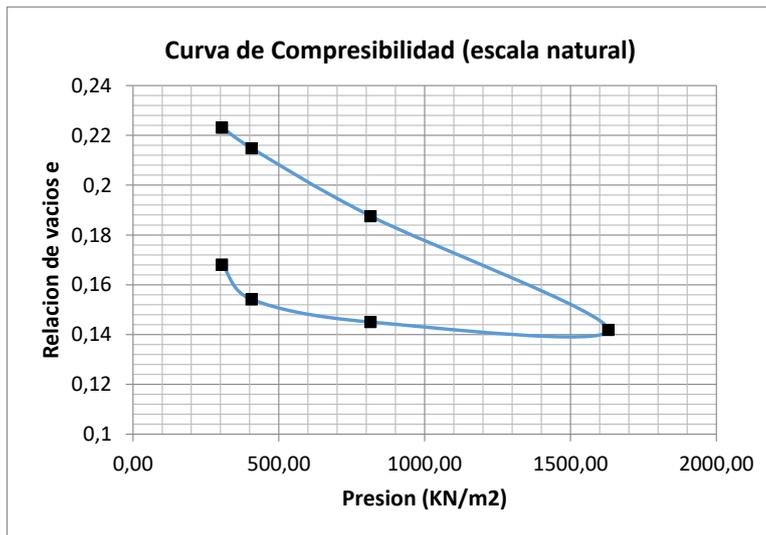
**Fecha:** 20/4/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'_c =$	<b>650</b>
---------------	------------

Calculo de $C_c$	
e	$\sigma$
0,21	650,000
0,14	1629,75
<b><math>C_c =</math></b>	<b>0,17</b>

Calculo de $C_r$	
e	$\sigma$
0,22	305,577
0,21	407,44
<b><math>C_r =</math></b>	<b>0,07</b>



Calculo de $C_s$	
e	$\sigma$
0,15	407,437
0,15	814,87
<b><math>C_r =</math></b>	<b>0,03</b>



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 20/4/2022  
**Muestra:** 1

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,23
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	23,49
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	23,49

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  650  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 8,36E-07$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,033$  m  
 $t = 1195755$   $*T_v$

Uz (%)	$T_v$	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0033	9566,0	0,3	0,11071803
20	0,031	0,0067	37068,4	0,7	0,42903236
30	0,071	0,0100	84898,6	1,0	0,98262251
40	0,126	0,0133	150665,1	1,3	1,74380896
50	0,197	0,0167	235563,7	1,7	2,72643147
60	0,287	0,0200	343181,6	2,0	3,9720093
70	0,403	0,0233	481889,2	2,3	5,57742073
80	0,567	0,0267	677992,9	2,7	7,84714033
90	0,848	0,0300	1014000,0	3,0	11,7361111

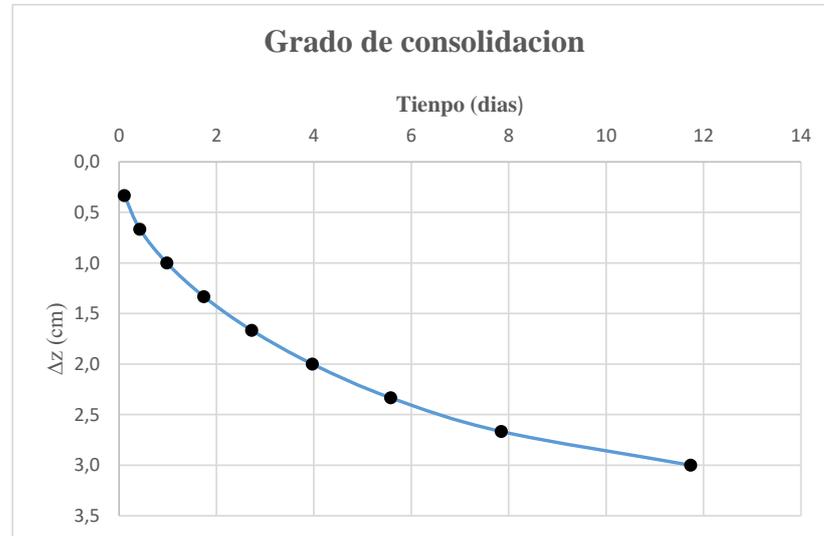


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 20/4/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 21/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

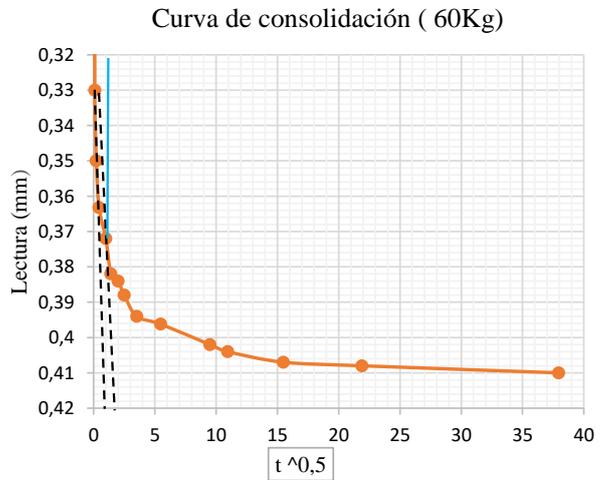
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	153
<b>exp.[cm]</b>	0,031

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,031
<b>Hf [cm]=</b>	1,990

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	165,00	0,330
0,05	0,22	175,00	0,350
0,20	0,45	181,60	0,363
1,00	1,00	186,00	0,372
2,00	1,41	191,00	0,382
4,00	2,00	192,00	0,384
6,25	2,50	194,00	0,388
12,40	3,52	197,00	0,394
30,00	5,48	198,10	0,396
90,00	9,49	201,00	0,402
120,00	10,95	202,00	0,404
240,00	15,49	203,50	0,407
480,00	21,91	204,00	0,408
1440,00	37,95	205,00	0,410

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	1	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 21/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

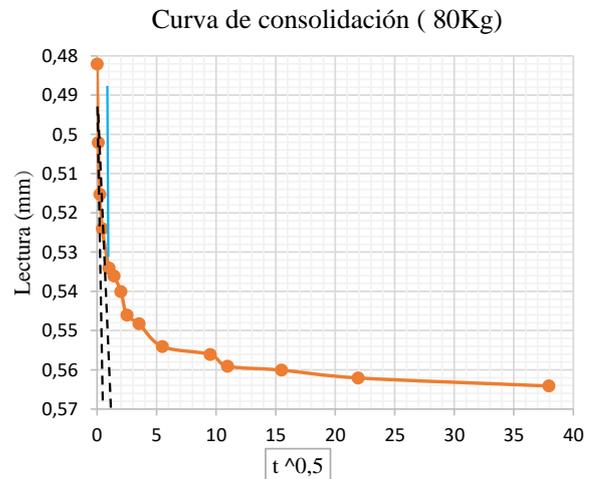
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,990
<b>Hf [cm]=</b>	1,974

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	241,03	0,482
0,01	0,10	251,03	0,502
0,05	0,22	257,63	0,515
0,20	0,45	262,03	0,524
1,00	1,00	267,03	0,534
2,00	1,41	268,03	0,536
4,00	2,00	270,03	0,540
6,25	2,50	273,03	0,546
12,40	3,52	274,13	0,548
30,00	5,48	277,03	0,554
90,00	9,49	278,03	0,556
120,00	10,95	279,53	0,559
240,00	15,49	280,03	0,560
480,00	21,91	281,03	0,562
1440,00	37,95	282,06	0,564

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 21/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

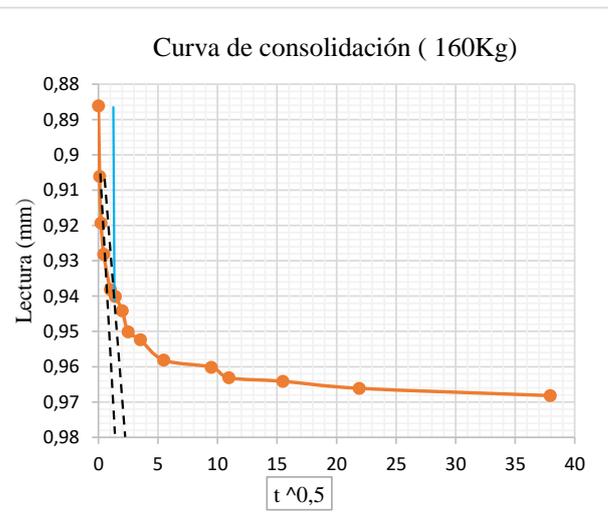
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,974
<b>Hf [cm]=</b>	1,934

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	443,06	0,886
0,01	0,10	453,06	0,906
0,05	0,22	459,66	0,919
0,20	0,45	464,06	0,928
1,00	1,00	469,06	0,938
2,00	1,41	470,06	0,940
4,00	2,00	472,06	0,944
6,25	2,50	475,06	0,950
12,40	3,52	476,16	0,952
30,00	5,48	479,06	0,958
90,00	9,49	480,06	0,960
120,00	10,95	481,56	0,963
240,00	15,49	482,06	0,964
480,00	21,91	483,06	0,966
1440,00	37,95	484,09	0,968

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 21/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

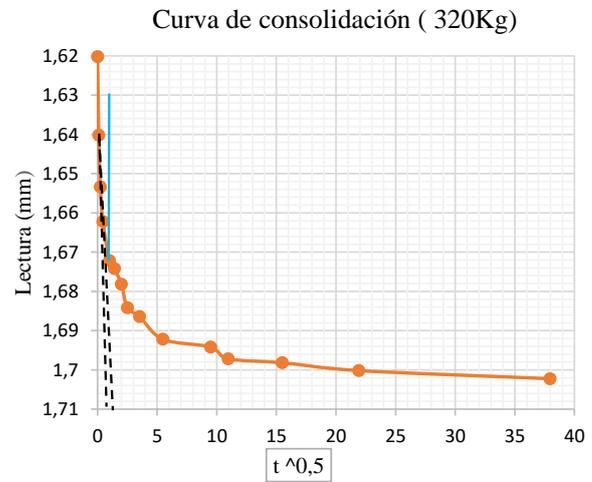
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,934
<b>Hf [cm]=</b>	1,860

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	810,09	1,620
0,01	0,10	820,09	1,640
0,05	0,22	826,69	1,653
0,20	0,45	831,09	1,662
1,00	1,00	836,09	1,672
2,00	1,41	837,09	1,674
4,00	2,00	839,09	1,678
6,25	2,50	842,09	1,684
12,40	3,52	843,19	1,686
30,00	5,48	846,09	1,692
90,00	9,49	847,09	1,694
120,00	10,95	848,59	1,697
240,00	15,49	849,09	1,698
480,00	21,91	850,09	1,700
1440,00	37,95	851,12	1,702

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1,2	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,44	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	5,88889E-05	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 21/4/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	111,49
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	117,83
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	88,02
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	26,66439446
$W_f [%] =$	33,86730289

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	344,3262035
$S_f [%] =$	437,3397583

Descarga				
peso kg	60,00	80,00	160,00	320,00
lect, final	632,00	734,40	825,10	851,12
Expansion cm	0,13	0,15	0,17	0,17
Hf (cm)	1,90	1,88	1,87	1,86
Presion (Kn/m2)	305,58	407,44	814,87	1629,75

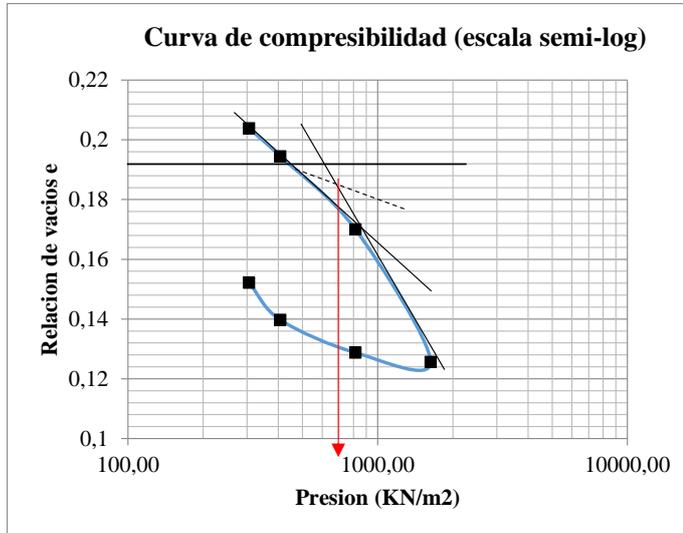
Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	16,5276562	3,472343778	0,210092933		
305,58	19,9	16,5276562	3,368343778	0,20380045	2,05921E-05	1,7017E-05
407,44	19,74	16,5276562	3,214223778	0,194475474	9,15477E-05	7,56535E-05
814,87	19,34	16,5276562	2,810163778	0,170027966	6,00032E-05	4,95856E-05
1629,75	18,6	16,5276562	2,076103778	0,125613926	5,45042E-05	4,50414E-05
814,87	18,66	16,5276562	2,128143778	0,128762587		
407,44	18,84	16,5276562	2,309543778	0,13973813		
305,58	19,04	16,5276562	2,514343778	0,152129482		



**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

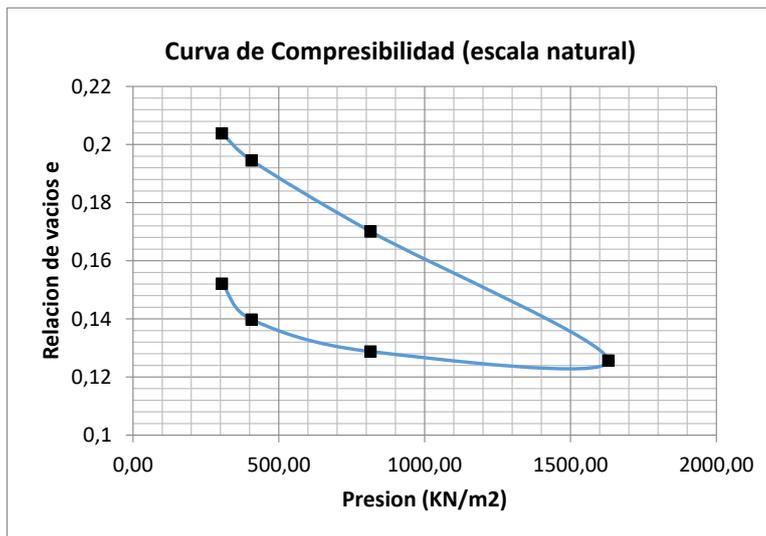
**Fecha:** 21/4/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'c =$	<b>700</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	σ
0,19	700,000
0,13	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,16</b>

Calculo de Cr	
e	σ
0,20	305,577
0,19	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,07</b>



Calculo de Cs	
e	σ
0,14	407,437
0,13	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,04</b>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 21/4/2022  
**Muestra:** 1

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [\text{KN}/\text{m}^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [\text{KN}/\text{m}^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,21
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{\text{sat}} = [\text{KN}/\text{m}^3]$	23,70
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [\text{KN}/\text{m}^2]$	23,70

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (\text{KN}/\text{m}^2)$  700  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 9,81\text{E}-07$  m<sup>2</sup>/s       $\Delta h = 0,033$  m  
 $t = 1018868$  \* $T_v$

Uz (%)	Tv	$\Delta z = \Delta h * (Uz/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0033	8150,9	0,3	0,09433962
20	0,031	0,0066	31584,9	0,7	0,36556604
30	0,071	0,0099	72339,6	1,0	0,83726415
40	0,126	0,0132	128377,4	1,3	1,48584906
50	0,197	0,0166	200717,0	1,7	2,32311321
60	0,287	0,0199	292415,1	2,0	3,38443396
70	0,403	0,0232	410603,8	2,3	4,75235849
80	0,567	0,0265	577698,1	2,6	6,68632075
90	0,848	0,0298	864000,0	3,0	10

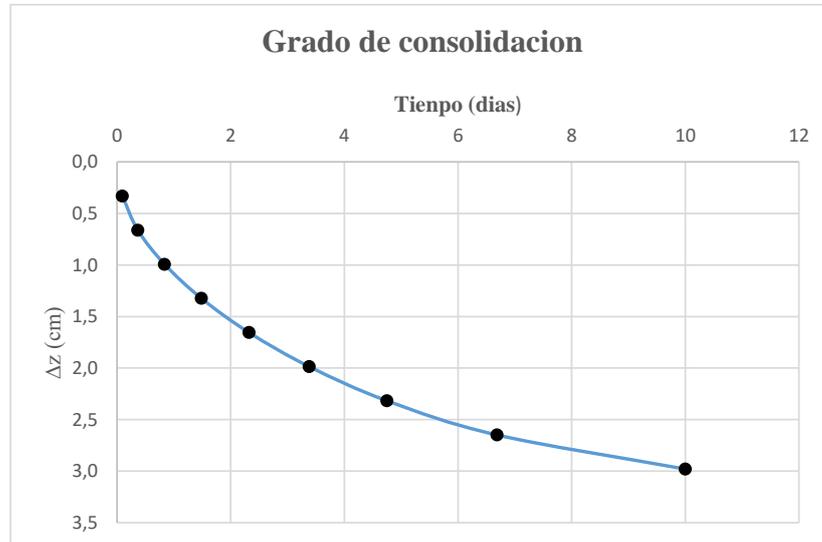


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 21/4/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 22/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

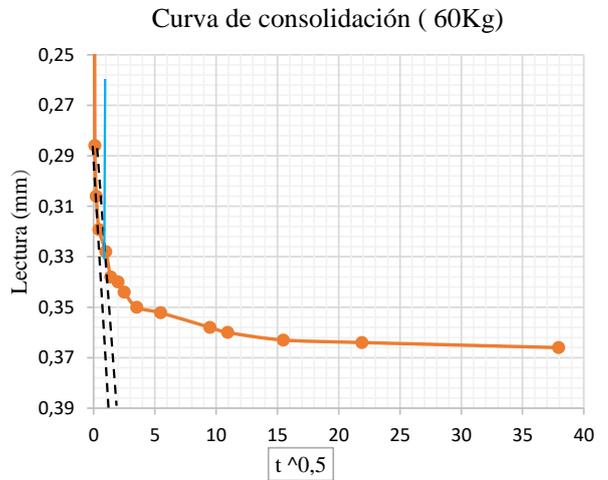
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	151
<b>exp.[cm]</b>	0,030

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,030
<b>Hf [cm]=</b>	1,994

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	143,00	0,286
0,05	0,22	153,00	0,306
0,20	0,45	159,60	0,319
1,00	1,00	164,00	0,328
2,00	1,41	169,00	0,338
4,00	2,00	170,00	0,340
6,25	2,50	172,00	0,344
12,40	3,52	175,00	0,350
30,00	5,48	176,10	0,352
90,00	9,49	179,00	0,358
120,00	10,95	180,00	0,360
240,00	15,49	181,50	0,363
480,00	21,91	182,00	0,364
1440,00	37,95	183,00	0,366

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 22/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

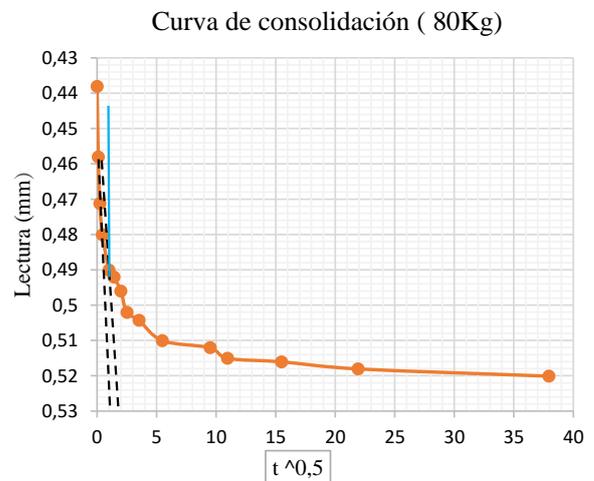
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,994
<b>Hf [cm]=</b>	1,978

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	219,03	0,438
0,01	0,10	229,03	0,458
0,05	0,22	235,63	0,471
0,20	0,45	240,03	0,480
1,00	1,00	245,03	0,490
2,00	1,41	246,03	0,492
4,00	2,00	248,03	0,496
6,25	2,50	251,03	0,502
12,40	3,52	252,13	0,504
30,00	5,48	255,03	0,510
90,00	9,49	256,03	0,512
120,00	10,95	257,53	0,515
240,00	15,49	258,03	0,516
480,00	21,91	259,03	0,518
1440,00	37,95	260,06	0,520

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 22/4/2022  
**Muestra:** 1

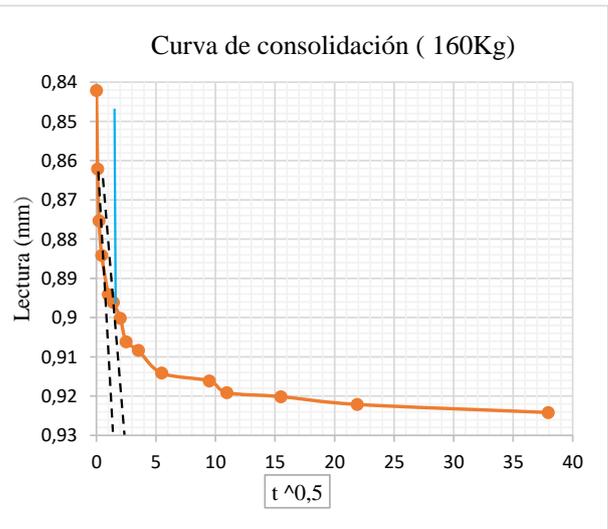
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,978
<b>Hf [cm]=</b>	1,938

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	421,06	0,842
0,01	0,10	431,06	0,862
0,05	0,22	437,66	0,875
0,20	0,45	442,06	0,884
1,00	1,00	447,06	0,894
2,00	1,41	448,06	0,896
4,00	2,00	450,06	0,900
6,25	2,50	453,06	0,906
12,40	3,52	454,16	0,908
30,00	5,48	457,06	0,914
90,00	9,49	458,06	0,916
120,00	10,95	459,56	0,919
240,00	15,49	460,06	0,920
480,00	21,91	461,06	0,922
1440,00	37,95	462,09	0,924

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,2	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,44	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	5,88889E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 22/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

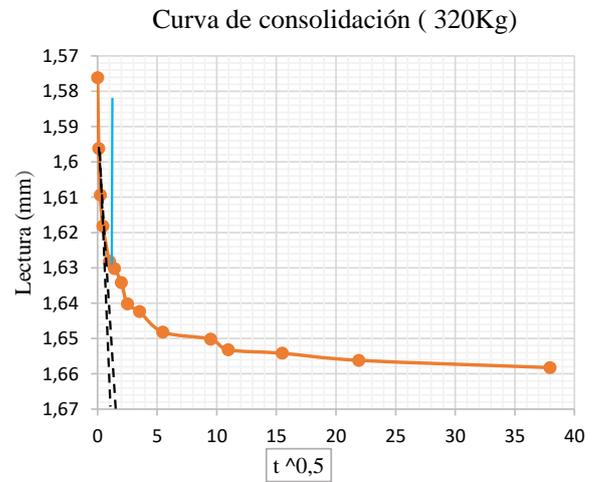
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,938
<b>Hf [cm]</b>	1,864

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	788,09	1,576
0,01	0,10	798,09	1,596
0,05	0,22	804,69	1,609
0,20	0,45	809,09	1,618
1,00	1,00	814,09	1,628
2,00	1,41	815,09	1,630
4,00	2,00	817,09	1,634
6,25	2,50	820,09	1,640
12,40	3,52	821,19	1,642
30,00	5,48	824,09	1,648
90,00	9,49	825,09	1,650
120,00	10,95	826,59	1,653
240,00	15,49	827,09	1,654
480,00	21,91	828,09	1,656
1440,00	37,95	829,12	1,658

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup></b>	1,2	min <sup>2</sup>
<b>t 90%</b>	1,44	min
<b>t 90%</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup></b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv</b>	5,88889E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 22/4/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	110,97
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	117,31
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	87,5
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	26,82285714
$W_f [%] =$	34,06857143

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	334,9086753
$S_f [%] =$	425,3782535

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	730,00	789,00	819,22	829,12
<b>Expansion cm</b>	0,15	0,16	0,16	0,17
<b>Hf (cm)</b>	1,88	1,87	1,87	1,86
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

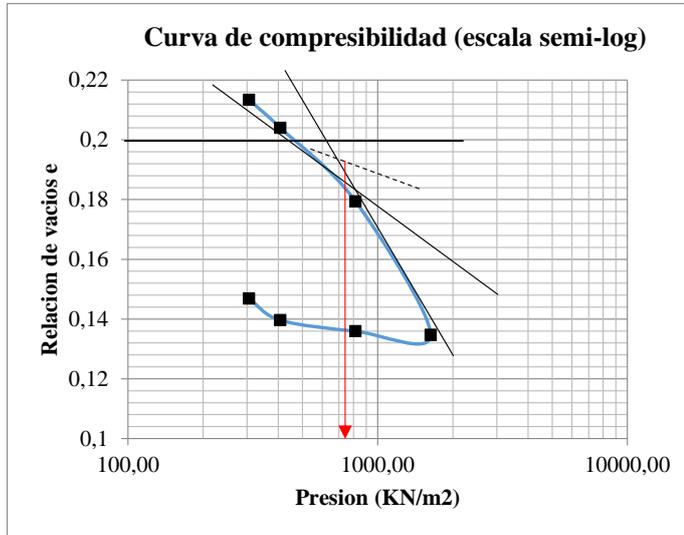
Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	16,430015	3,56998501	0,217284343		
305,58	19,94	16,430015	3,50598501	0,213389033	1,27474E-05	1,0472E-05
407,44	19,78	16,430015	3,35186501	0,20400864	9,20918E-05	7,56535E-05
814,87	19,38	16,430015	2,94780501	0,179415844	6,03598E-05	4,95856E-05
1629,75	18,64	16,430015	2,21374501	0,134737857	5,48281E-05	4,50414E-05
814,87	18,66	16,430015	2,23354501	0,135942968		
407,44	18,72	16,430015	2,29398501	0,139621602		
305,58	18,84	16,430015	2,41198501	0,146803579		



**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

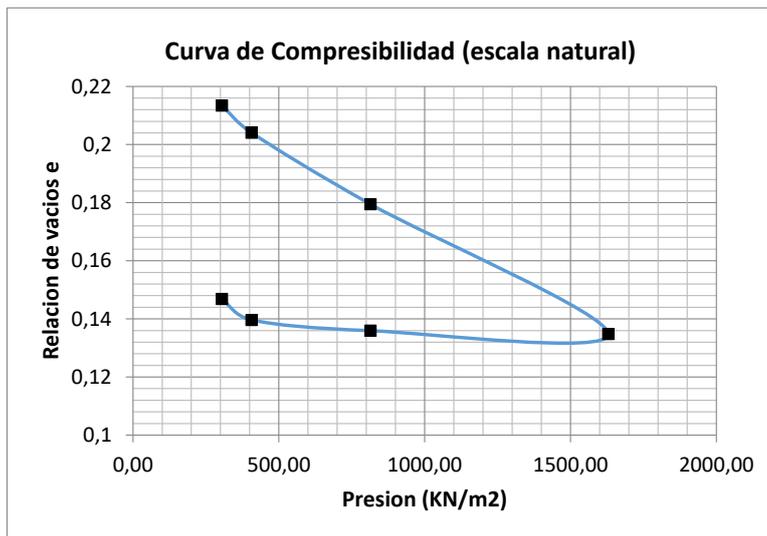
**Fecha:** 22/4/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'_c =$	<b>690</b>
---------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,19	690,000
0,13	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,13</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,21	305,577
0,20	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,08</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,14	407,437
0,14	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,01</b>



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 22/4/2022  
**Muestra:** 1

GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,22
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	23,61
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	23,61

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  690  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

GRADO DE CONSOLIDACION

$C_v = 9,81E-07$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,031$  m  
 $t = 1018868$   $*T_v$

$U_z$ (%)	$T_v$	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0031	8150,9	0,3	0,09433962
20	0,031	0,0062	31584,9	0,6	0,36556604
30	0,071	0,0093	72339,6	0,9	0,83726415
40	0,126	0,0124	128377,4	1,2	1,48584906
50	0,197	0,0156	200717,0	1,6	2,32311321
60	0,287	0,0187	292415,1	1,9	3,38443396
70	0,403	0,0218	410603,8	2,2	4,75235849
80	0,567	0,0249	577698,1	2,5	6,68632075
90	0,848	0,0280	864000,0	2,8	10

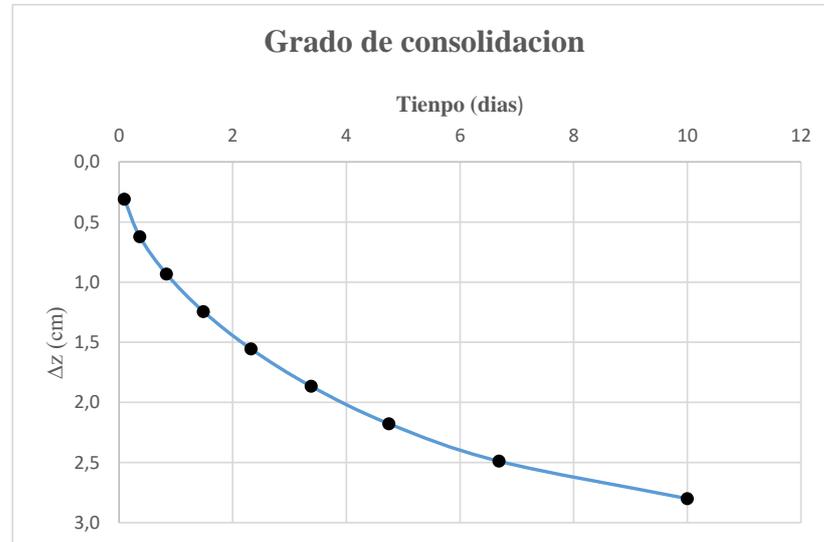


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +25% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 22/4/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

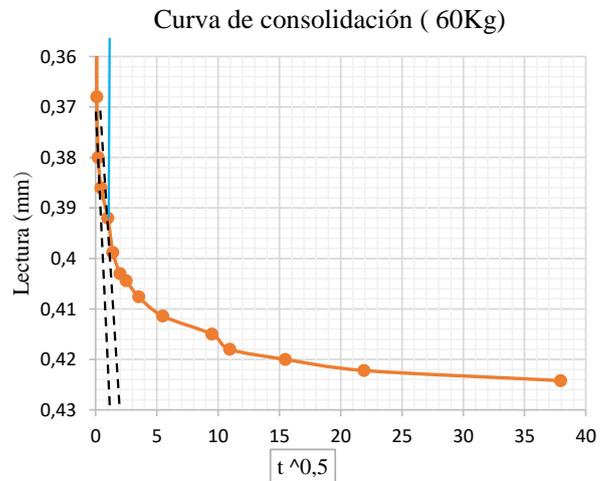
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	127
<b>exp.(cm)</b>	0,025

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,025
<b>Hf [cm]=</b>	1,983

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	184,00	0,368
0,05	0,22	190,00	0,380
0,20	0,45	193,00	0,386
1,00	1,00	196,00	0,392
2,00	1,41	199,40	0,399
4,00	2,00	201,50	0,403
6,25	2,50	202,20	0,404
12,40	3,52	203,80	0,408
30,00	5,48	205,70	0,411
90,00	9,49	207,50	0,415
120,00	10,95	209,00	0,418
240,00	15,49	210,00	0,420
480,00	21,91	211,10	0,422
1440,00	37,95	212,10	0,424

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

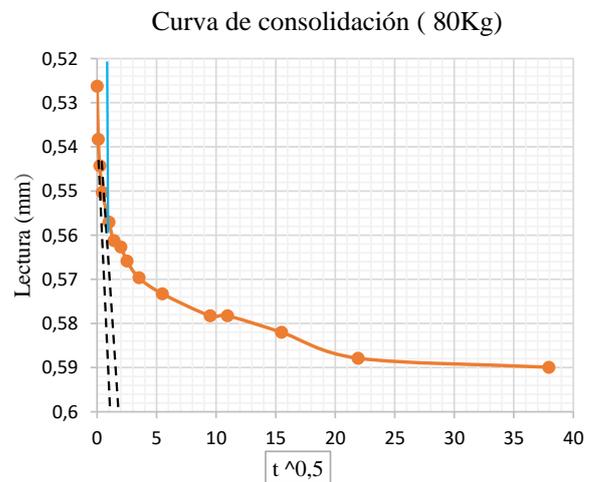
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
Hi [cm]	1,983
Hf [cm]=	1,966

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	263,13	0,526
0,01	0,10	269,13	0,538
0,05	0,22	272,13	0,544
0,20	0,45	275,13	0,550
1,00	1,00	278,53	0,557
2,00	1,41	280,63	0,561
4,00	2,00	281,33	0,563
6,25	2,50	282,93	0,566
12,40	3,52	284,83	0,570
30,00	5,48	286,63	0,573
90,00	9,49	289,13	0,578
120,00	10,95	289,13	0,578
240,00	15,49	291,00	0,582
480,00	21,91	293,93	0,588
1440,00	37,95	294,96	0,590

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

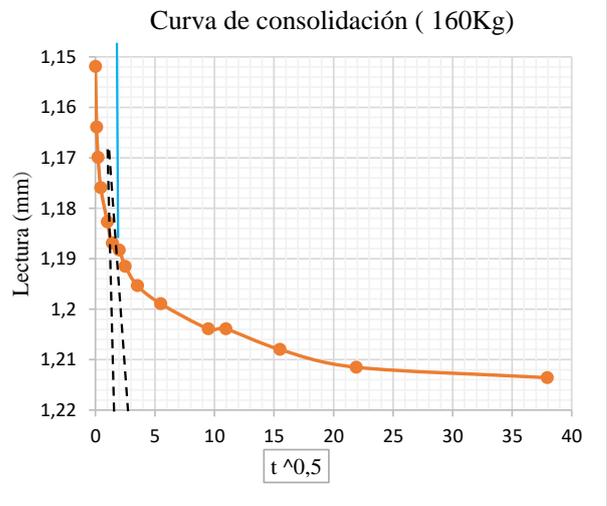
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,966
<b>Hf [cm]=</b>	1,904

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformación (mm)
0,00	0,00	<b>575,96</b>	1,152
0,01	0,10	581,96	1,164
0,05	0,22	584,96	1,170
0,20	0,45	587,96	1,176
1,00	1,00	591,36	1,183
2,00	1,41	593,46	1,187
4,00	2,00	594,16	1,188
6,25	2,50	595,76	1,192
12,40	3,52	597,66	1,195
30,00	5,48	599,46	1,199
90,00	9,49	601,96	1,204
120,00	10,95	601,96	1,204
240,00	15,49	604	1,208
480,00	21,91	605,76	1,212
1440,00	37,95	606,79	1,214

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

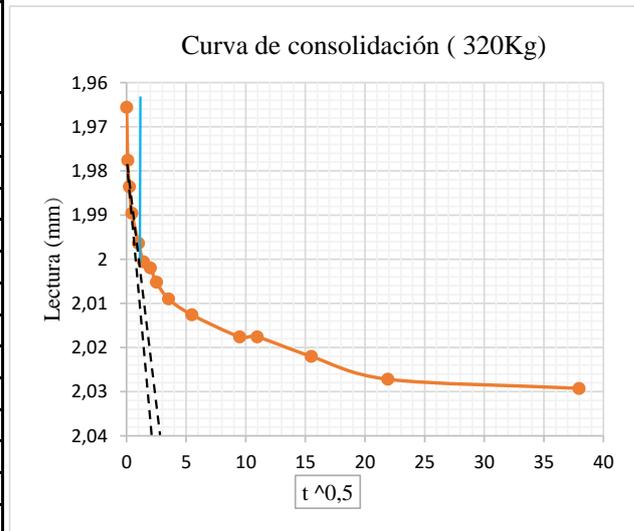
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
Hi [cm]	1,904
Hf [cm]=	1,822

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	982,79	1,966
0,01	0,10	988,79	1,978
0,05	0,22	991,79	1,984
0,20	0,45	994,79	1,990
1,00	1,00	998,19	1,996
2,00	1,41	1000,29	2,001
4,00	2,00	1000,99	2,002
6,25	2,50	1002,59	2,005
12,40	3,52	1004,49	2,009
30,00	5,48	1006,29	2,013
90,00	9,49	1008,79	2,018
120,00	10,95	1008,79	2,018
240,00	15,49	1011,00	2,022
480,00	21,91	1013,59	2,027
1440,00	37,95	1014,62	2,029

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1,1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1,21	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	105,49
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	109,98
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	80,77
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i (%) =$	30,60542281
$W_f (%) =$	36,16441748

Grado de saturacion	
$S_o (%) =$	260,5250952
$S_f (%) =$	307,8453896

Descarga				
peso kg	60,00	80,00	160,00	320,00
lect, final	907,00	931,00	986,00	1014,62
Expansion cm	0,18	0,19	0,20	0,20
Hf (cm)	1,84	1,84	1,83	1,82
Presion (Kn/m2)	305,58	407,44	814,87	1629,75

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$i_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	15,1663121	4,833687877	0,318712146		
305,58	19,83	15,1663121	4,663487877	0,307489905	3,67247E-05	2,78489E-05
407,44	19,66	15,1663121	4,497767877	0,296563056	0,000107274	8,13476E-05
814,87	19,04	15,1663121	3,874107877	0,255441656	0,000100927	7,65346E-05
1629,75	18,22	15,1663121	3,058447877	0,201660618	6,59993E-05	5,00483E-05
814,87	18,28	15,1663121	3,115687877	0,205434772		
407,44	18,39	15,1663121	3,225687877	0,212687689		
305,58	18,44	15,1663121	3,273687877	0,215852598		

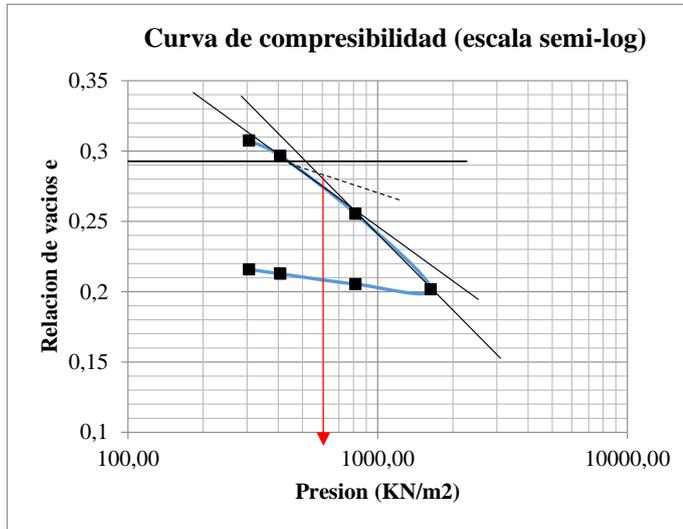


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

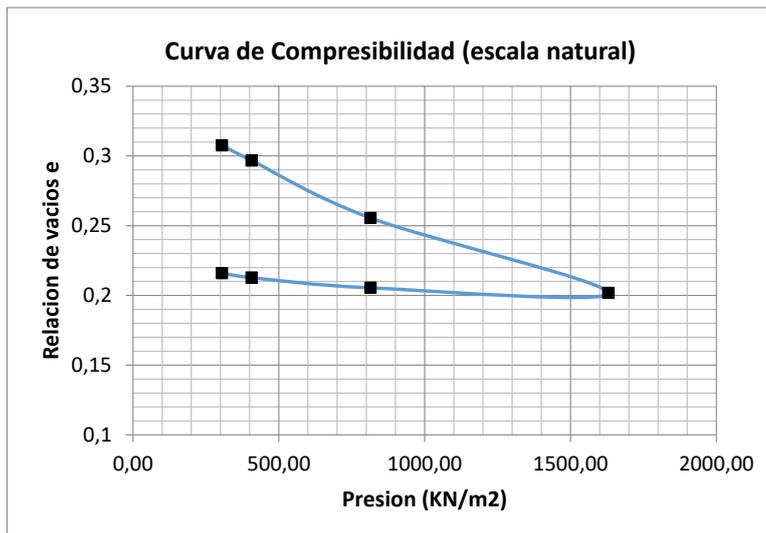
**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'_c =$	<b>610</b>
---------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,28	610,000
0,20	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,18</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,31	305,577
0,30	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,09</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,21	407,437
0,21	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,02</b>



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 1

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,32
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	22,55
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	22,55

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  610  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 1,17E-06$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,048$  m  
 $t = 856132,1$  \* $T_v$

Uz (%)	$T_v$	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0048	6849,1	0,5	0,07927149
20	0,031	0,0096	26540,1	1,0	0,30717702
30	0,071	0,0144	60785,4	1,4	0,70353446
40	0,126	0,0192	107872,6	1,9	1,24852594
50	0,197	0,0240	168658,0	2,4	1,9520604
60	0,287	0,0288	245709,9	2,9	2,84386465
70	0,403	0,0336	345021,2	3,4	3,99330123
80	0,567	0,0384	485426,9	3,8	5,61836675
90	0,848	0,0432	726000,0	4,3	8,40277778

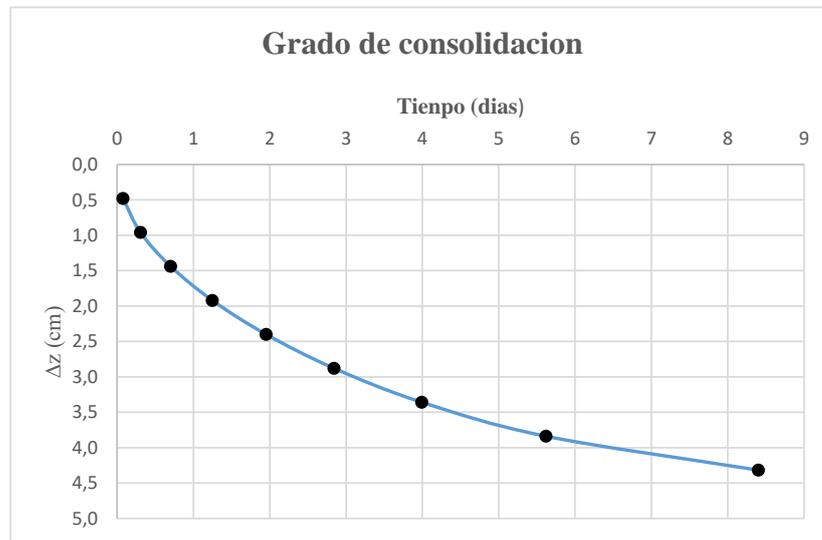


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

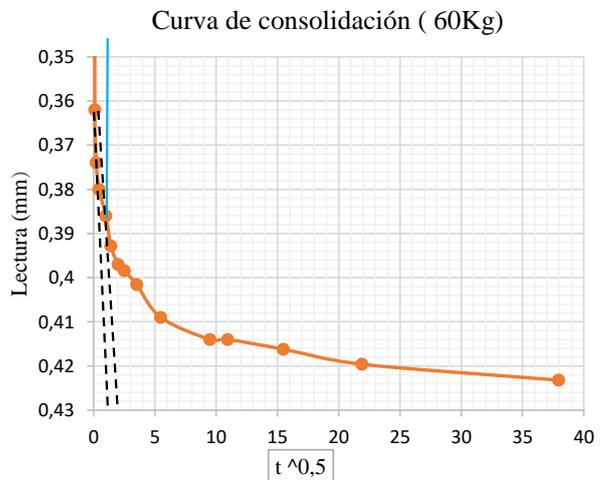
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	128
<b>exp.[cm]</b>	0,026

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,026
<b>Hf [cm]=</b>	1,983

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	181,00	0,362
0,05	0,22	187,00	0,374
0,20	0,45	190,00	0,380
1,00	1,00	193,00	0,386
2,00	1,41	196,40	0,393
4,00	2,00	198,50	0,397
6,25	2,50	199,20	0,398
12,40	3,52	200,80	0,402
30,00	5,48	204,50	0,409
90,00	9,49	207,00	0,414
120,00	10,95	207,00	0,414
240,00	15,49	208,10	0,416
480,00	21,91	209,80	0,420
1440,00	37,95	211,60	0,423

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	1	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 1

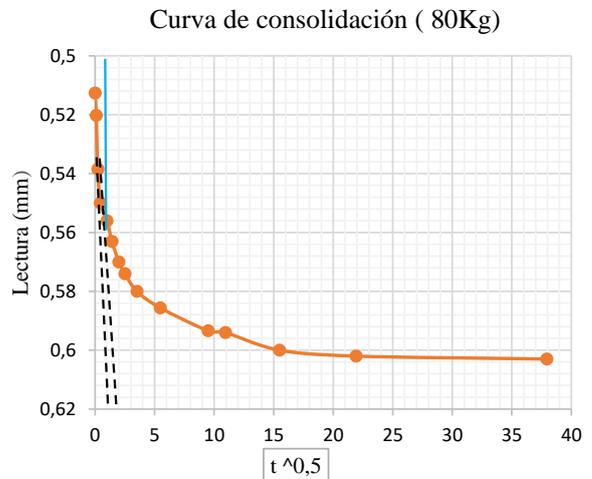
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,983
<b>Hf [cm]</b>	1,965

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	256,30	0,513
0,01	0,10	260,10	0,520
0,05	0,22	269,20	0,538
0,20	0,45	275,00	0,550
1,00	1,00	278,00	0,556
2,00	1,41	281,50	0,563
4,00	2,00	285,00	0,570
6,25	2,50	287,00	0,574
12,40	3,52	290,00	0,580
30,00	5,48	292,80	0,586
90,00	9,49	296,70	0,593
120,00	10,95	297,00	0,594
240,00	15,49	300,00	0,600
480,00	21,91	301,00	0,602
1440,00	37,95	301,50	0,603

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

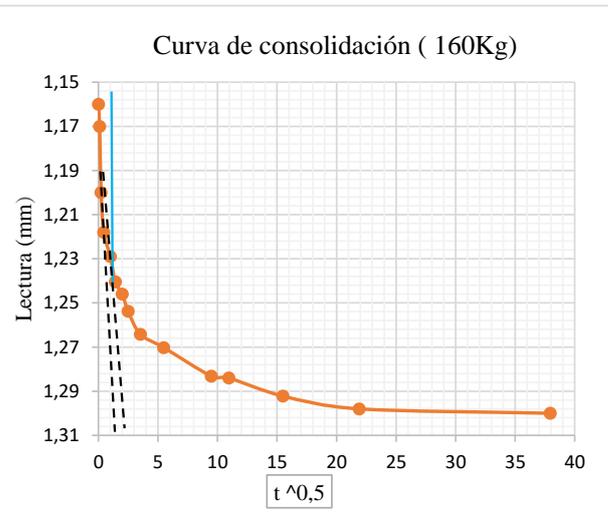
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,965
<b>Hf [cm]=</b>	1,896

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	580,00	1,160
0,01	0,10	585,00	1,170
0,05	0,22	600,00	1,200
0,20	0,45	609,00	1,218
1,00	1,00	614,50	1,229
2,00	1,41	620,20	1,240
4,00	2,00	623,00	1,246
6,25	2,50	626,90	1,254
12,40	3,52	632,10	1,264
30,00	5,48	635,10	1,270
90,00	9,49	641,60	1,283
120,00	10,95	642,00	1,284
240,00	15,49	646,10	1,292
480,00	21,91	649,00	1,298
1440,00	37,95	650,00	1,300

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

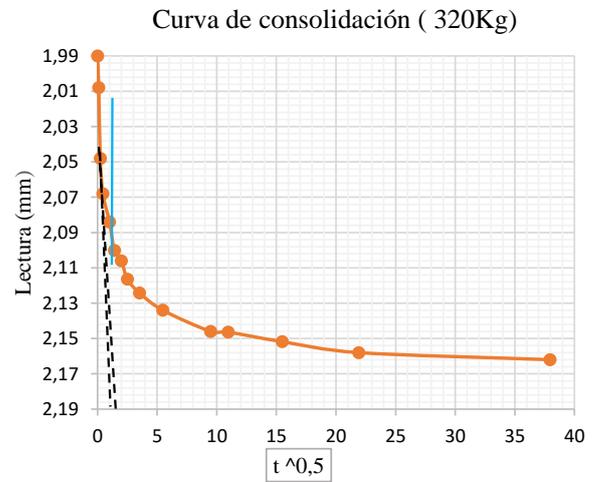
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,896
<b>Hf [cm]=</b>	1,809

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	995,00	1,990
0,01	0,10	1004,00	2,008
0,05	0,22	1024,00	2,048
0,20	0,45	1034,00	2,068
1,00	1,00	1042,00	2,084
2,00	1,41	1050,10	2,100
4,00	2,00	1053,00	2,106
6,25	2,50	1058,20	2,116
12,40	3,52	1062,10	2,124
30,00	5,48	1067,00	2,134
90,00	9,49	1073,00	2,146
120,00	10,95	1073,20	2,146
240,00	15,49	1075,90	2,152
480,00	21,91	1079,00	2,158
1440,00	37,95	1081,00	2,162

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,2	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,44	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	5,88889E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	104,49
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	109,18
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	79,97
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	30,66149806
$W_f [%] =$	36,52619732

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	250,6284666
$S_f [%] =$	298,5667826

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	973,60	1001,00	1055,00	1081,00
<b>Expansion cm</b>	0,19	0,20	0,21	0,22
<b>Hf (cm)</b>	1,83	1,83	1,81	1,81
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$i_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	15,0160948	4,983905157	0,331904214		
305,58	19,83	15,0160948	4,816705157	0,320769495	3,64383E-05	2,7358E-05
407,44	19,65	15,0160948	4,636905157	0,308795676	0,000117553	8,82591E-05
814,87	18,96	15,0160948	3,939905157	0,262378814	0,000113924	8,55348E-05
1629,75	18,09	15,0160948	3,077905157	0,204973742	7,04466E-05	5,28917E-05
814,87	18,15	15,0160948	3,129905157	0,208436693		
407,44	18,25	15,0160948	3,237905157	0,215628976		
305,58	18,31	15,0160948	3,292705157	0,219278394		

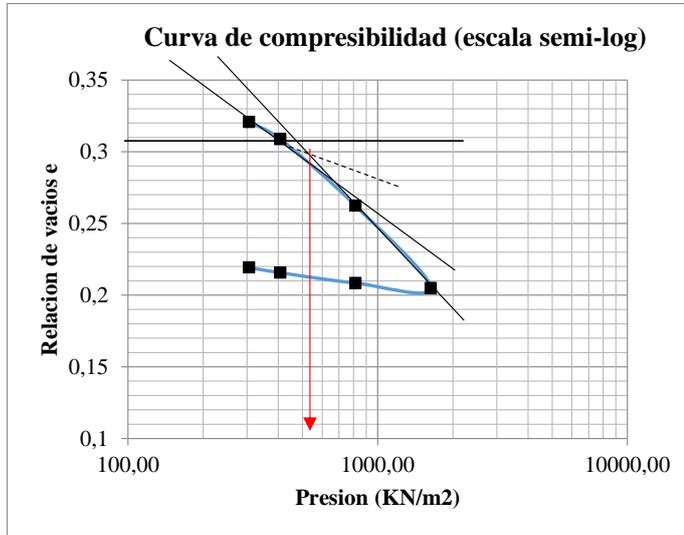


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

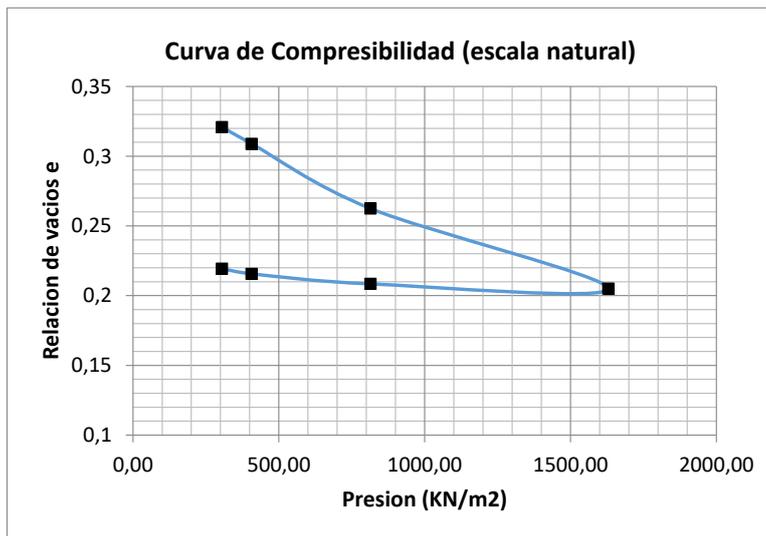
**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'_c =$	<b>550</b>
---------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,29	550,000
0,20	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,18</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,32	305,577
0,31	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,10</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,22	407,437
0,21	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,02</b>



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 1

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,33
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	22,43
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	22,43

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  550  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 9,81E-07$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,052$  m  
 $t = 1018868$   $*T_v$

Uz (%)	$T_v$	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0052	8150,9	0,5	0,09433962
20	0,031	0,0104	31584,9	1,0	0,36556604
30	0,071	0,0157	72339,6	1,6	0,83726415
40	0,126	0,0209	128377,4	2,1	1,48584906
50	0,197	0,0261	200717,0	2,6	2,32311321
60	0,287	0,0313	292415,1	3,1	3,38443396
70	0,403	0,0365	410603,8	3,7	4,75235849
80	0,567	0,0418	577698,1	4,2	6,68632075
90	0,848	0,0470	864000,0	4,7	10

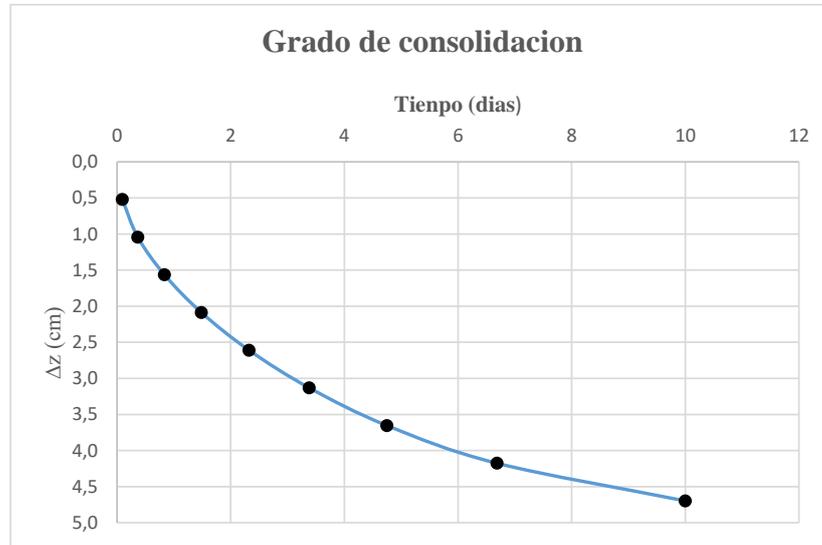


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 25/4/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 26/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

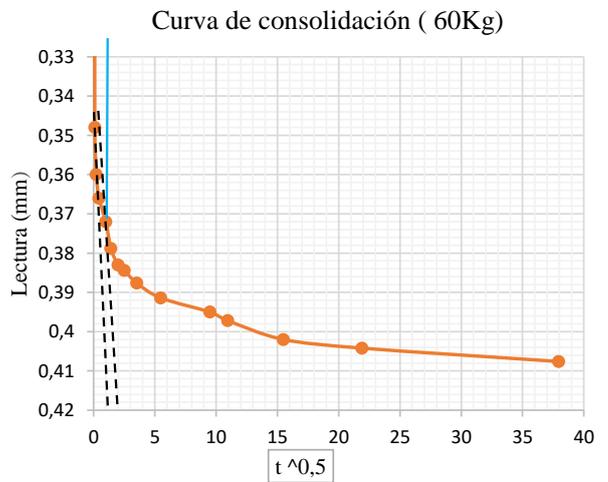
Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	118
<b>exp.[cm]</b>	0,024

Alturas	
<b>Hi (cm)</b>	2,024
<b>Hf (cm)=</b>	1,983

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	174,00	0,348
0,05	0,22	180,00	0,360
0,20	0,45	183,00	0,366
1,00	1,00	186,00	0,372
2,00	1,41	189,40	0,379
4,00	2,00	191,50	0,383
6,25	2,50	192,20	0,384
12,40	3,52	193,80	0,388
30,00	5,48	195,70	0,391
90,00	9,49	197,50	0,395
120,00	10,95	198,60	0,397
240,00	15,49	201,00	0,402
480,00	21,91	202,10	0,404
1440,00	37,95	203,80	0,408

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 26/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

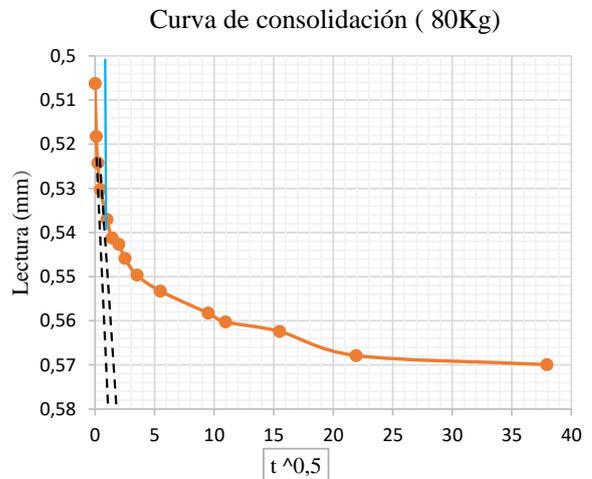
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi (cm)</b>	1,983
<b>Hf (cm)=</b>	1,967

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	253,13	0,506
0,01	0,10	259,13	0,518
0,05	0,22	262,13	0,524
0,20	0,45	265,13	0,530
1,00	1,00	268,53	0,537
2,00	1,41	270,63	0,541
4,00	2,00	271,33	0,543
6,25	2,50	272,93	0,546
12,40	3,52	274,83	0,550
30,00	5,48	276,63	0,553
90,00	9,49	279,13	0,558
120,00	10,95	280,13	0,560
240,00	15,49	281,20	0,562
480,00	21,91	283,93	0,568
1440,00	37,95	284,96	0,570

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 26/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

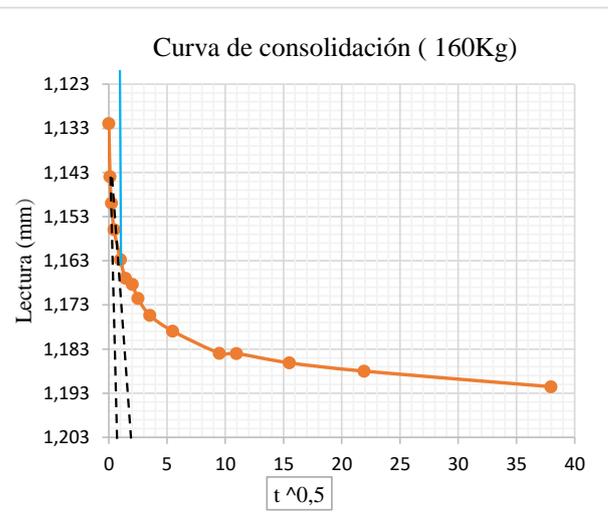
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi (cm)</b>	1,967
<b>Hf (cm)=</b>	1,904

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	<b>565,96</b>	1,132
0,01	0,10	571,96	1,144
0,05	0,22	574,96	1,150
0,20	0,45	577,96	1,156
1,00	1,00	581,36	1,163
2,00	1,41	583,46	1,167
4,00	2,00	584,16	1,168
6,25	2,50	585,76	1,172
12,40	3,52	587,66	1,175
30,00	5,48	589,46	1,179
90,00	9,49	591,96	1,184
120,00	10,95	592	1,184
240,00	15,49	593,06	1,186
480,00	21,91	594	1,188
1440,00	37,95	595,76	1,192

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 26/4/2022  
**Muestra:** 1

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

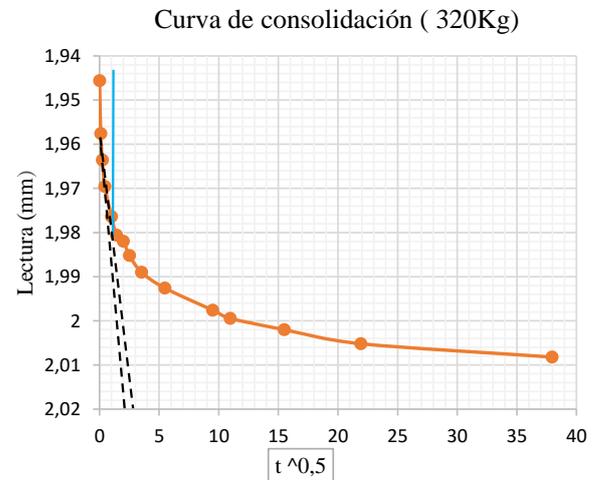
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi (cm)</b>	1,904
<b>Hf (cm)=</b>	1,823

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	972,79	1,946
0,01	0,10	978,79	1,958
0,05	0,22	981,79	1,964
0,20	0,45	984,79	1,970
1,00	1,00	988,19	1,976
2,00	1,41	990,29	1,981
4,00	2,00	990,99	1,982
6,25	2,50	992,59	1,985
12,40	3,52	994,49	1,989
30,00	5,48	996,29	1,993
90,00	9,49	998,79	1,998
120,00	10,95	999,71	1,999
240,00	15,49	1001,00	2,002
480,00	21,91	1002,59	2,005
1440,00	37,95	1004,10	2,008

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1,1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1,21	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 26/4/2022  
**Muestra:** 1

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	106,19
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	110,5
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	81,29
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,713
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i (%) =$	30,63107393
$W_f (%) =$	35,9330791

Grado de saturacion	
$S_o (%) =$	267,8323774
$S_f (%) =$	314,1921183

Descarga				
<b>peso kg</b>	60,00	80,00	160,00	320,00
<b>lect, final</b>	892,40	921,00	974,10	1004,10
<b>Expansion cm</b>	0,18	0,18	0,19	0,20
<b>Hf (cm)</b>	1,85	1,84	1,83	1,82
<b>Presion (Kn/m2)</b>	305,58	407,44	814,87	1629,75

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$i_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0	20	15,2639534	4,736046645	0,310276541		
305,58	19,83	15,2639534	4,564446645	0,299034368	3,67899E-05	2,8078E-05
407,44	19,67	15,2639534	4,402126645	0,288400164	0,000104401	7,96786E-05
814,87	19,04	15,2639534	3,780526645	0,247676769	9,99502E-05	7,62818E-05
1629,75	18,23	15,2639534	2,963846645	0,194172937	6,56591E-05	5,01109E-05
814,87	18,29	15,2639534	3,023846645	0,198103766		
407,44	18,39	15,2639534	3,130046645	0,205061335		
305,58	18,45	15,2639534	3,187246645	0,208808725		

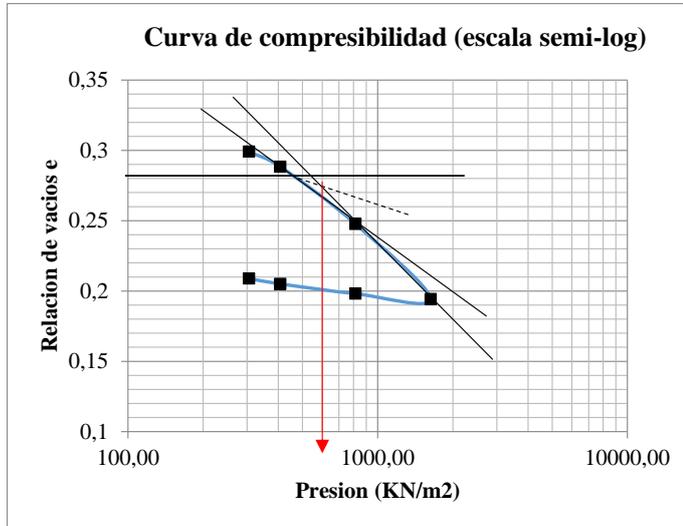


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

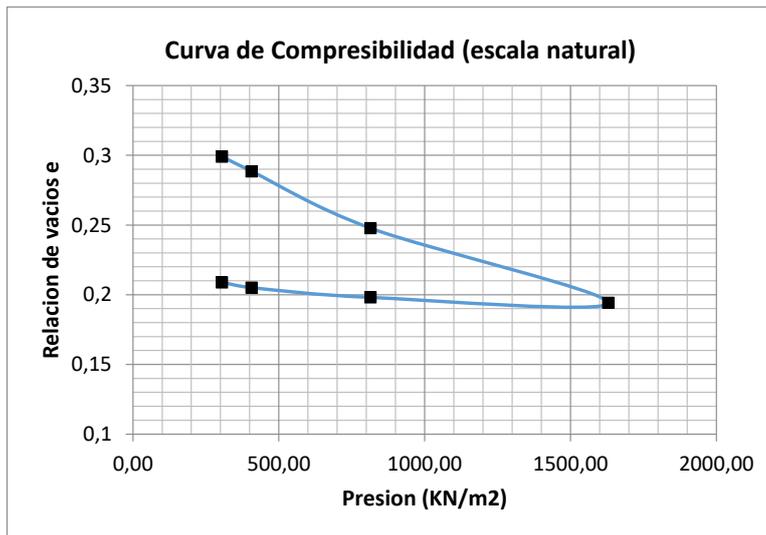
**Fecha:** 26/4/2022  
**Muestra:** 1



$\sigma'c =$	<b>600</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,27	600,000
0,19	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,17</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,30	305,577
0,29	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,09</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,21	407,437
0,20	814,87
<b>Cr=</b>	<b>0,02</b>



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 26/4/2022  
**Muestra:** 1

GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total $H_t = [m]$	1,00
Densidad de los solidos $G_s = [KN/m^3]$	2,71
Peso especifico del agua $\gamma_w = [KN/m^3]$	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0 =$	0,31
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat} = [KN/m^3]$	22,64
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0 = [KN/m^2]$	22,64

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c = (KN/m^2)$  600  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  SOBRECONSOLIDADO

GRADO DE CONSOLIDACION

$C_v = 1,17E-06$   $m^2/s$   $\Delta h = 0,048$  m  
 $t = 856132,1$  \* $T_v$

Uz (%)	$T_v$	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0048	6849,1	0,5	0,07927149
20	0,031	0,0096	26540,1	1,0	0,30717702
30	0,071	0,0143	60785,4	1,4	0,70353446
40	0,126	0,0191	107872,6	1,9	1,24852594
50	0,197	0,0239	168658,0	2,4	1,9520604
60	0,287	0,0287	245709,9	2,9	2,84386465
70	0,403	0,0334	345021,2	3,3	3,99330123
80	0,567	0,0382	485426,9	3,8	5,61836675
90	0,848	0,0430	726000,0	4,3	8,40277778

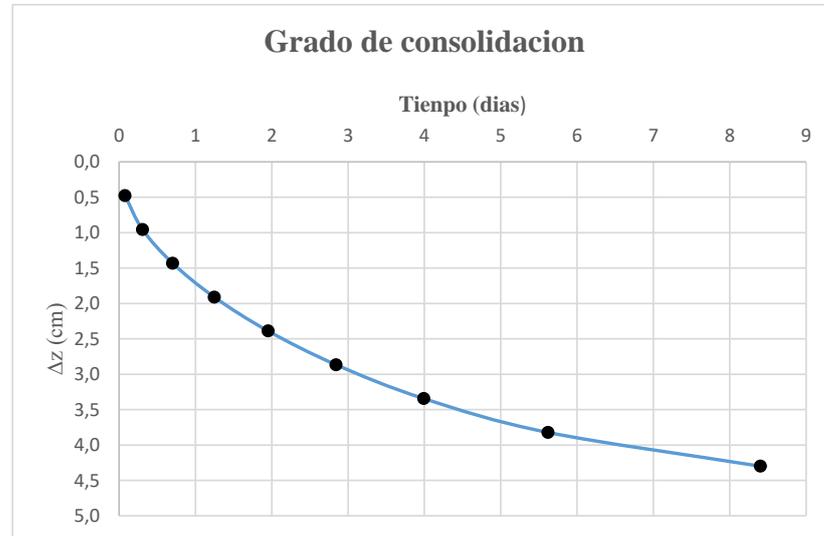


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo Arcilloso +30% Cenizas de Carbon  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 26/4/2022  
**Muestra:** 1



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio Juan Nicolai

**Muestra: 1**

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**CALCULO DEL TIEMPO T90 (min)**

<b>Adicionando 10% de cenizas de carbón</b>				
<b>N° de ensayos</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 kg</b>
<b>1</b>	1,21	1,00	1,32	1,23
<b>2</b>	0,64	0,81	0,81	1,00
<b>3</b>	1,00	0,81	1,21	1,44

<b>Adicionando 15% de cenizas de carbón</b>				
<b>N° de ensayos</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 kg</b>
<b>1</b>	0,81	1,10	3,61	2,25
<b>2</b>	1,00	0,81	1,44	1,44
<b>3</b>	1,00	1,21	1,00	0,64

<b>Adicionando 20% de cenizas de carbón</b>				
<b>N° de ensayos</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 kg</b>
<b>1</b>	1,00	1,21	1,44	1,44
<b>2</b>	1,44	0,81	1,00	3,61
<b>3</b>	0,81	1,00	0,81	0,81

<b>Adicionando 25% de cenizas de carbón</b>				
<b>N° de ensayos</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 kg</b>
<b>1</b>	1,00	1,21	1,44	1,69
<b>2</b>	1,00	1,00	1,21	1,44
<b>3</b>	1,00	1,00	1,44	1,44

<b>Adicionando 30% de cenizas de carbón</b>				
<b>N° de ensayos</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 kg</b>
<b>1</b>	1,00	1,00	1,21	1,44
<b>2</b>	0,81	1,00	1,00	1,21
<b>3</b>	0,81	1,00	1,00	1,21

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**ALTURA FINAL DE LA MUESTRA  $H_f$  (mm)**

<b>Adicionando 10% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00	20,00	20,00	20,00
305,58	20,24	20,35	20,32
407,44	20,04	19,97	20,13
814,87	19,57	19,44	19,80
1629,75	19,05	18,79	18,74

<b>Adicionando 15% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00	20,00	20,00	20,00
305,58	20,38	20,33	20,30
407,44	20,11	20,12	20,11
814,87	19,78	19,73	19,47
1629,75	18,77	18,76	18,72

<b>Adicionando 20% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00	20,00	20,00	20,00
305,58	20,37	20,33	20,36
407,44	20,26	20,08	20,11
814,87	19,81	19,75	19,77
1629,75	18,76	18,89	18,72

<b>Adicionando 25% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00	20,00	20,00	20,00
305,58	19,91	19,90	19,94
407,44	19,78	19,74	19,78
814,87	19,33	19,34	19,38
1629,75	18,59	18,60	18,64



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio Juan Nicolai

**Muestra: 1**

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**ALTURA DE VACIOS e**

<b>Adicionando 10% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00	0,30	0,26	0,32
305,58	0,32	0,28	0,34
407,44	0,31	0,25	0,33
814,87	0,28	0,22	0,30
1629,75	0,24	0,18	0,23

<b>Adicionando 15% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00	0,27	0,25	0,25
305,58	0,29	0,27	0,27
407,44	0,27	0,26	0,26
814,87	0,25	0,23	0,22
1629,75	0,19	0,17	0,17

<b>Adicionando 20% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00	0,23	0,21	0,22
305,58	0,25	0,23	0,24
407,44	0,24	0,21	0,22
814,87	0,22	0,19	0,20
1629,75	0,15	0,14	0,14

<b>Adicionando 25% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00	0,23	0,21	0,22
305,58	0,22	0,20	0,21
407,44	0,22	0,20	0,20
814,87	0,19	0,17	0,18
1629,75	0,14	0,13	0,14



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio Juan Nicolai

**Muestra: 1**

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

<b>Adicionando 25% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
305,58	0,000018	0,000021	0,000013
407,44	0,000082	0,000092	0,000092
814,87	0,000067	0,000060	0,000060
1629,75	0,000056	0,000055	0,000055

<b>Adicionando 30% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
305,58	0,000036	0,000037	0,000037
407,44	0,000118	0,000104	0,000107
814,87	0,000114	0,000100	0,000101
1629,75	0,000070	0,000066	0,000066

**COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD VOLUMETRICA mv (m2/KN)**

<b>Adicionando 10% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
305,58	0,000039	0,000057	0,000053
407,44	0,000095	0,000185	0,000095
814,87	0,000058	0,000065	0,000041
1629,75	0,000032	0,000039	0,000065

<b>Adicionando 15% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
305,58	0,000062	0,000053	0,000049
407,44	0,000132	0,000100	0,000093
814,87	0,000041	0,000047	0,000078
1629,75	0,000062	0,000060	0,000046



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio Juan Nicolai

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Muestra: 1**

**ESFUERZO DE COMPRESION  $\sigma_c$  (KN/m<sup>2</sup>)**

<b>Adicionando 10% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	920,00	500,00	590,00

<b>Adicionando 15% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	710,00	700,00	600,00

<b>Adicionando 20% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	700,00	650,00	700,00

<b>Adicionando 25% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	650,00	700,00	690,00

<b>Adicionando 30% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	550,00	600,00	610,00

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio Juan Nicolai

**Muestra: 1**

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

INDICE DE RECOMPRESION Cr

Adicionando 10% de cenizas de carbón			
Cr	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,10	0,19	0,10

Adicionando 15% de cenizas de carbón			
Cr	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,14	0,10	0,10

Adicionando 20% de cenizas de carbón			
Cr	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,05	0,12	0,12

Adicionando 25% de cenizas de carbón			
Cr	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,07	0,07	0,08

Adicionando 30% de cenizas de carbón			
Cr	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,10	0,09	0,02

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio Juan Nicolai

**Muestra: 1**

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**COMPRESIBILIDAD DE LA MUESTRA**

<b>% Cenizas</b>	<b><math>\sigma'_o &gt; \sigma'_c</math></b>
<b>10%</b>	<b>SOBRECONSOLIDADO</b>
<b>15%</b>	<b>SOBRECONSOLIDADO</b>
<b>20%</b>	<b>SOBRECONSOLIDADO</b>
<b>25%</b>	<b>SOBRECONSOLIDADO</b>
<b>30%</b>	<b>SOBRECONSOLIDADO</b>

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Muestra: 1**

**COEFICIENTE DE CONSOLIDACION  $C_v$  ( $m^2/min$ )**

<b>Adicionando 10% de cenizas de carbón</b>				
<b>N° de ensayos</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 kg</b>
<b>1</b>	0,0000641	0,0000848	0,0000641	0,0000688
<b>2</b>	0,0001325	0,0001047	0,0001047	0,0000848
<b>3</b>	0,0000848	0,0001047	0,0000701	0,0000589

<b>Adicionando 15% de cenizas de carbón</b>				
<b>N° de ensayos</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 kg</b>
<b>1</b>	0,0001047	0,0000769	0,0000235	0,0000377
<b>2</b>	0,0000848	0,0001047	0,0000701	0,0000589
<b>3</b>	0,0000848	0,0000701	0,0000848	0,0001325

<b>Adicionando 20% de cenizas de carbón</b>				
<b>N° de ensayos</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 kg</b>
<b>1</b>	0,0000848	0,0000701	0,0000589	0,0000589
<b>2</b>	0,0000589	0,0001047	0,0000848	0,0000235
<b>3</b>	0,0000848	0,0001047	0,0000848	0,0001047

<b>Adicionando 25% de cenizas de carbón</b>				
<b>N° de ensayos</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 kg</b>
<b>1</b>	0,0000848	0,0000701	0,0000589	0,0000502
<b>2</b>	0,0000848	0,0000848	0,0000701	0,0000589
<b>3</b>	0,0000848	0,0000848	0,0000589	0,0000589

<b>Adicionando 30% de cenizas de carbón</b>				
<b>N° de ensayos</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 kg</b>
<b>1</b>	0,0000848	0,0000848	0,0000701	0,0000589
<b>2</b>	0,0001047	0,0000848	0,0000848	0,0000701
<b>3</b>	0,0001047	0,0000848	0,0000848	0,0000701

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

<b>Adicionando 30% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00	20,00	20,00	20,00
305,58	19,83	19,83	19,83
407,44	19,65	19,67	19,66
814,87	18,96	19,04	19,04
1629,75	18,09	18,23	18,22

**ALTURA DE SOLIDOS Hs (mm)**

<b>Adicionando 10% de cenizas de carbón</b>			
<b>Hs (mm)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	15,3409	15,9226	15,1908

<b>Adicionando 15% de cenizas de carbón</b>			
<b>Hs (mm)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	15,7968	15,9920	15,9470

<b>Adicionando 20% de cenizas de carbón</b>			
<b>Hs (mm)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	16,2884	16,5361	16,4386

<b>Adicionando 25% de cenizas de carbón</b>			
<b>Hs (mm)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	16,2678	16,5155	16,4179

<b>Adicionando 30% de cenizas de carbón</b>			
<b>Hs (mm)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	15,00503326	15,2527	15,1551

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio Juan Nicolai

**Muestra: 1**

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

<b>Adicionando 30% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00	0,33	0,31	0,32
305,58	0,32	0,30	0,31
407,44	0,31	0,29	0,30
814,87	0,26	0,25	0,26
1629,75	0,21	0,20	0,20

**COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD  $a_v$  (m<sup>2</sup>/KN)**

<b>Adicionando 10% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
305,58	0,000051	0,000071	0,000070
407,44	0,000124	0,000232	0,000125
814,87	0,000076	0,000082	0,000054
1629,75	0,000042	0,000050	0,000085

<b>Adicionando 15% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
305,58	0,000079	0,000067	0,000061
407,44	0,000167	0,000126	0,000117
814,87	0,000052	0,000059	0,000098
1629,75	0,000078	0,000075	0,000058

<b>Adicionando 20% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
305,58	0,000074	0,000066	0,000072
407,44	0,000065	0,000150	0,000151
814,87	0,000068	0,000049	0,000050
1629,75	0,000079	0,000064	0,000079



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio Juan Nicolai

**Muestra: 1**

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

<b>Adicionando 20% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
305,58	0,000061	0,000054	0,000059
407,44	0,000053	0,000124	0,000124
814,87	0,000056	0,000041	0,000041
1629,75	0,000064	0,000053	0,000065

<b>Adicionando 25% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
305,58	0,000014	0,000017	0,000010
407,44	0,000067	0,000076	0,000076
814,87	0,000054	0,000050	0,000050
1629,75	0,000046	0,000045	0,000045

<b>Adicionando 30% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
305,58	0,000027	0,000028	0,000028
407,44	0,000088	0,000080	0,000081
814,87	0,000086	0,000076	0,000077
1629,75	0,000053	0,000050	0,000050

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Muestra: 1**

INDICE DE COMPRESION Cc

Adicionando 10% de cenizas de carbón			
Cc	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,20	0,08	0,12

Adicionando 15% de cenizas de carbón			
Cc	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,10	0,14	0,18

Adicionando 20% de cenizas de carbón			
Cc	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,21	0,23	0,25

Adicionando 25% de cenizas de carbón			
Cc	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,17	0,16	0,13

Adicionando 30% de cenizas de carbón			
Cc	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,18	0,17	0,18

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Muestra: 1**

INDICE DE HICHAMIENTO Cs

Adicionando 10% de cenizas de carbón			
Cs	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,03	0,04	0,07

Adicionando 15% de cenizas de carbón			
Cs	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,02	0,07	0,04

Adicionando 20% de cenizas de carbón			
Cs	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,02	0,05	0,05

Adicionando 25% de cenizas de carbón			
Cs	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,03	0,04	0,01

Adicionando 30% de cenizas de carbón			
Cs	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,02	0,02	0,02

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



CONSOLIDACIÓN

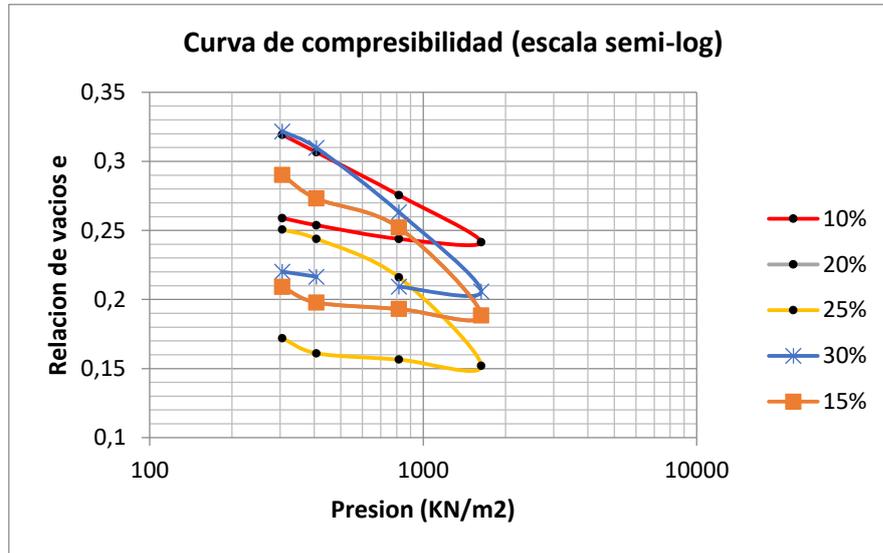
Proyecto: Proyecto de Grado II

procedencia: Barrio Juan Nicolai

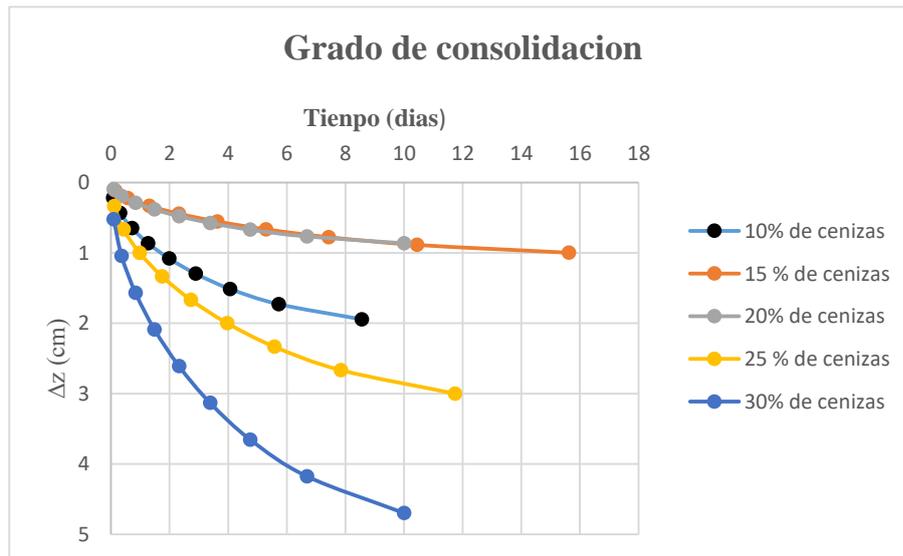
Elaborado por: Maria Nely Chavarria Barroso

Muestra: 1

CURVA DE COMPRESIBILIDAD



Grado de consolidacion



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
LABORATORISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

**ANEXO 8**

**ENSAYOS DE CONSOLIDACIÓN**  
**MUESTRAS M-2 + CENIZAS DE**  
**CARBÓN**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

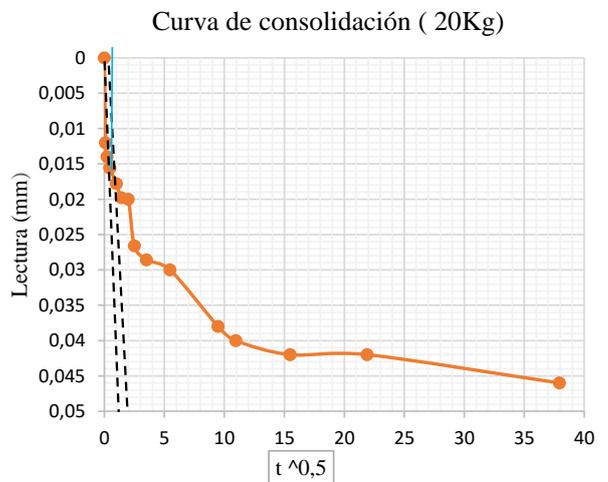
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	118
<b>exp.[cm]</b>	0,024

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,024
<b>Hf [cm]=</b>	2,019

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	6,00	0,012
0,05	0,22	7,00	0,014
0,20	0,45	7,80	0,016
1,00	1,00	8,90	0,018
2,00	1,41	9,90	0,020
4,00	2,00	10,00	0,020
6,25	2,50	13,30	0,027
12,40	3,52	14,30	0,029
30,00	5,48	15,00	0,030
90,00	9,49	19,00	0,038
120,00	10,95	20,00	0,040
240,00	15,49	21,00	0,042
480,00	21,91	21,00	0,042
1440,00	37,95	23,00	0,046

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	0,81	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

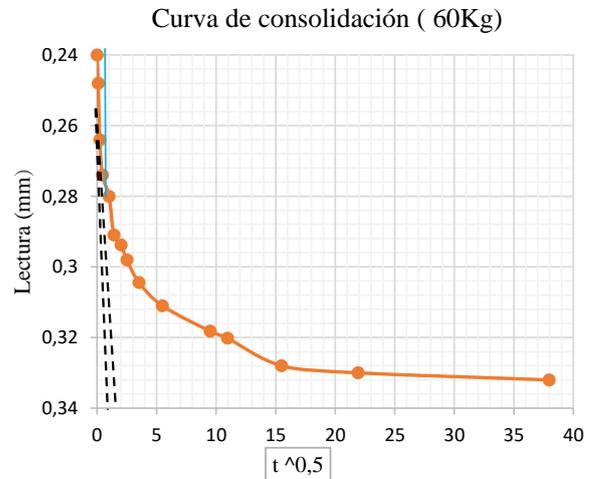
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,019
<b>Hf [cm]=</b>	1,990

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	120,00	0,240
0,01	0,10	124,00	0,248
0,05	0,22	132,00	0,264
0,20	0,45	137,00	0,274
1,00	1,00	140,00	0,280
2,00	1,41	145,50	0,291
4,00	2,00	146,90	0,294
6,25	2,50	149,00	0,298
12,40	3,52	152,20	0,304
30,00	5,48	155,50	0,311
90,00	9,49	159,10	0,318
120,00	10,95	160,10	0,320
240,00	15,49	164,00	0,328
480,00	21,91	165,00	0,330
1440,00	37,95	166,00	0,332

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,93	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,8649	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	9,8046E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

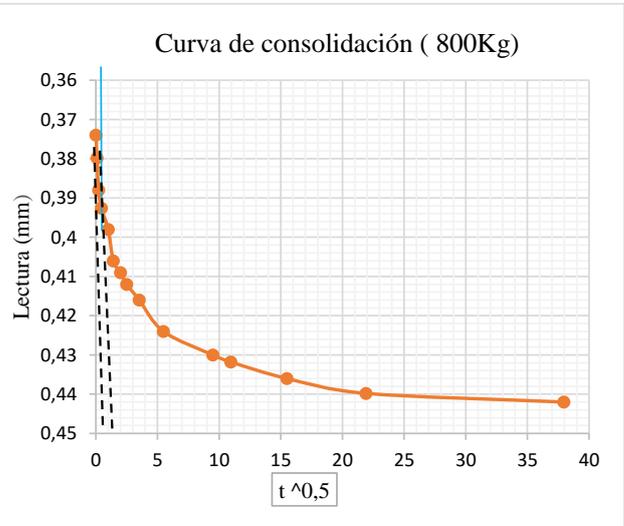
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,990
<b>Hf [cm]=</b>	1,979

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	187,00	0,374
0,01	0,10	189,90	0,380
0,05	0,22	194,00	0,388
0,20	0,45	196,30	0,393
1,00	1,00	199,00	0,398
2,00	1,41	203,00	0,406
4,00	2,00	204,50	0,409
6,25	2,50	206,00	0,412
12,40	3,52	208,00	0,416
30,00	5,48	212,00	0,424
90,00	9,49	215,00	0,430
120,00	10,95	215,90	0,432
240,00	15,49	218,00	0,436
480,00	21,91	219,90	0,440
1440,00	37,95	221,00	0,442

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,98	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,9604	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	8,82965E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

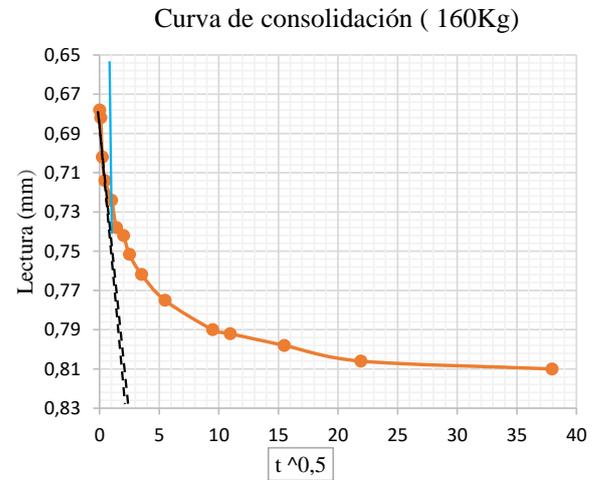
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,979
<b>Hf [cm]=</b>	1,943

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	339,00	0,678
0,01	0,10	341,00	0,682
0,05	0,22	351,00	0,702
0,20	0,45	357,00	0,714
1,00	1,00	362,00	0,724
2,00	1,41	369,00	0,738
4,00	2,00	371,00	0,742
6,25	2,50	375,80	0,752
12,40	3,52	380,90	0,762
30,00	5,48	387,50	0,775
90,00	9,49	395,00	0,790
120,00	10,95	396,00	0,792
240,00	15,49	399,00	0,798
480,00	21,91	403,00	0,806
1440,00	37,95	405,00	0,810

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

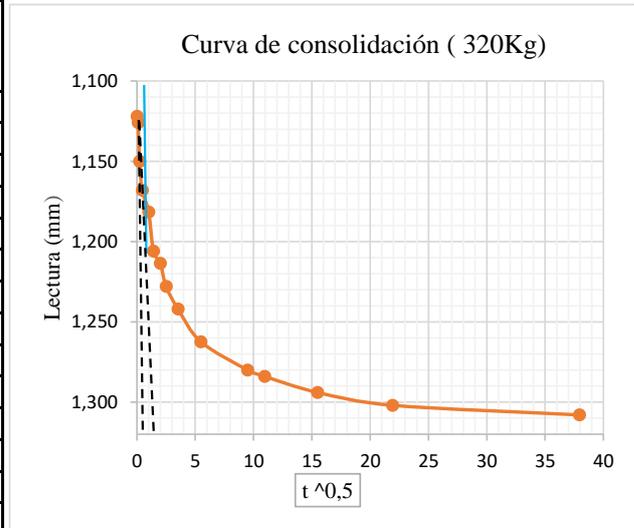
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,943
<b>Hf [cm]=</b>	1,893

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	561,00	1,122
0,01	0,10	563,00	1,126
0,05	0,22	575,00	1,150
0,20	0,45	584,00	1,168
1,00	1,00	590,80	1,182
2,00	1,41	603,00	1,206
4,00	2,00	606,80	1,214
6,25	2,50	614,00	1,228
12,40	3,52	621,00	1,242
30,00	5,48	631,20	1,262
90,00	9,49	640,00	1,280
120,00	10,95	642,00	1,284
240,00	15,49	647,00	1,294
480,00	21,91	651,00	1,302
1440,00	37,95	654,00	1,308

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	2,2	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	4,84	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	1,75207E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	119,89
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	123,6
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	97,91
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	22,44918803
$W_f [%] =$	26,23838219

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	586,6400383
$S_f [%] =$	685,6588982

Descarga					
<b>peso kg</b>	<b>20,00</b>	<b>60,00</b>	<b>80,00</b>	<b>160,00</b>	<b>320</b>
<b>lect, final</b>	405,00	539,00	571,00	637,50	654,00
<b>Expansion cm</b>	0,08	0,11	0,11	0,13	0,131
<b>Hf (cm)</b>	1,94	1,92	1,91	1,90	1,8928
<b>Presion (Kn/m2)</b>	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	18,091	1,909	0,106		
101,859	20,19	18,091	2,099	0,116	0,0001031	0,0000933
305,577	19,90	18,091	1,813	0,100	0,0000776	0,0000702
407,437	19,79	18,091	1,703	0,094	0,0000597	0,0000540
814,873	19,43	18,091	1,335	0,074	0,0000499	0,0000452
1629,747	18,93	18,091	0,837	0,046	0,0000338	0,0000306
814,873	18,96	18,091	0,870	0,048		
407,437	19,09	18,091	1,003	0,055		
305,577	19,16	18,091	1,067	0,059		
101,859	19,43	18,091	1,335	0,074		

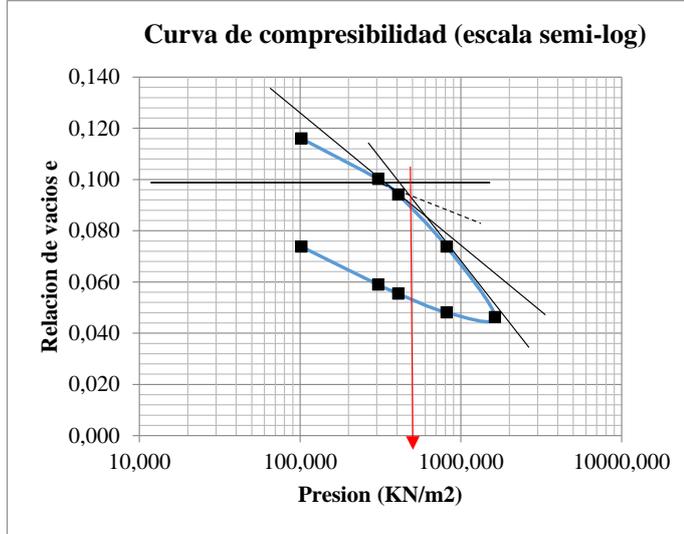


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

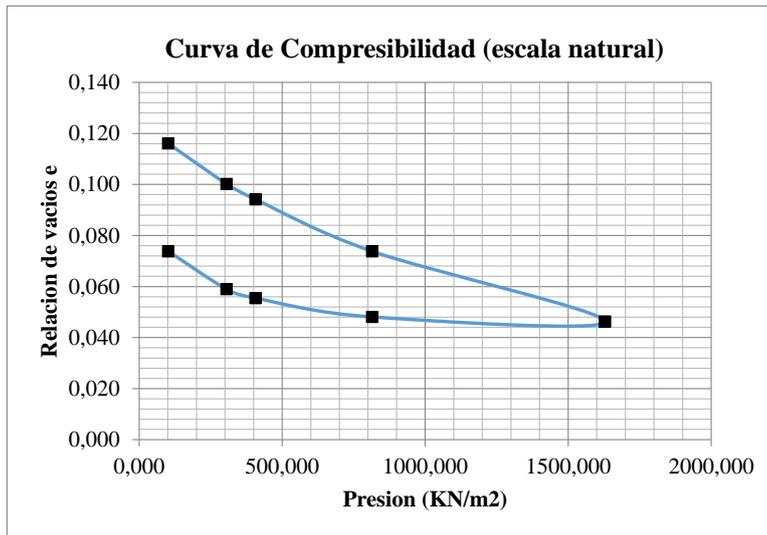
**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>500</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,06	500,000
0,05	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,03</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,12	101,859
0,10	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,03</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,06	305,577
0,06	407,44
<b>Cr=</b>	<b>0,03</b>



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 2

GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,11
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	25,40
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	25,40

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **500**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

GRADO DE CONSOLIDACION

$C_v = 2,92E-07$  m<sup>2</sup>/s  $\Delta h = 0,029$  m  
 $t = 3424528$  \*T<sub>v</sub>

U <sub>z</sub> (%)	T <sub>v</sub>	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0029	27396,2	0,29	0,3171
20	0,031	0,0057	106160,4	0,57	1,2287
30	0,071	0,0086	243141,5	0,86	2,8141
40	0,126	0,0115	431490,6	1,15	4,9941
50	0,197	0,0144	674632,1	1,44	7,8082
60	0,287	0,0172	982839,6	1,72	11,3755
70	0,403	0,0201	1380084,9	2,01	15,9732
80	0,567	0,0230	1941707,5	2,30	22,4735
90	0,848	0,0258	2904000,0	2,58	33,6111

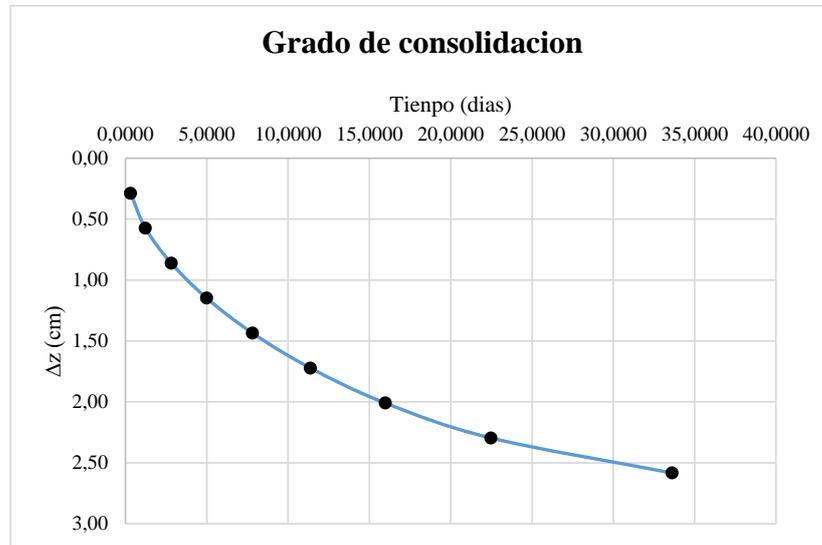


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 27/4/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 28/4/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

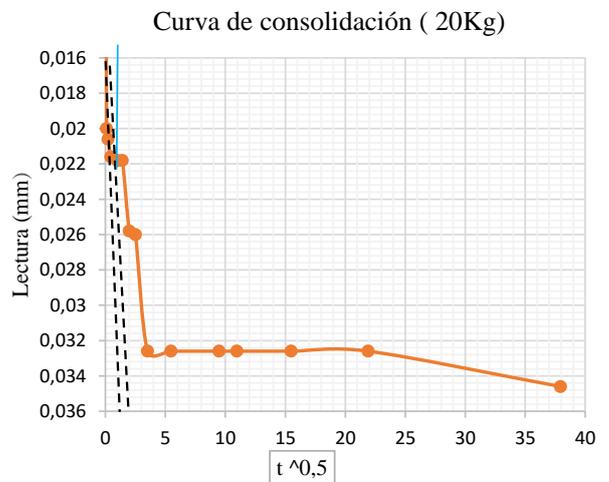
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	122
<b>exp.[cm]</b>	0,024

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,024
<b>Hf [cm]=</b>	2,021

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	10,00	0,020
0,05	0,22	10,30	0,021
0,20	0,45	10,80	0,022
1,00	1,00	10,90	0,022
2,00	1,41	10,90	0,022
4,00	2,00	12,90	0,026
6,25	2,50	13,00	0,026
12,40	3,52	16,30	0,033
30,00	5,48	16,30	0,033
90,00	9,49	16,30	0,033
120,00	10,95	16,30	0,033
240,00	15,49	16,30	0,033
480,00	21,91	16,30	0,033
1440,00	37,95	17,30	0,035

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	0,81	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 28/4/2022  
**Muestra:** 2

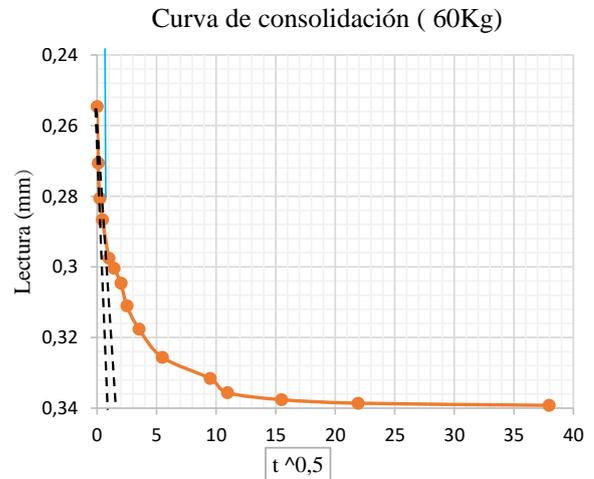
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,021
<b>Hf [cm]=</b>	1,990

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	127,30	0,255
0,01	0,10	135,30	0,271
0,05	0,22	140,30	0,281
0,20	0,45	143,30	0,287
1,00	1,00	148,80	0,298
2,00	1,41	150,20	0,300
4,00	2,00	152,30	0,305
6,25	2,50	155,50	0,311
12,40	3,52	158,80	0,318
30,00	5,48	162,80	0,326
90,00	9,49	165,80	0,332
120,00	10,95	167,80	0,336
240,00	15,49	168,80	0,338
480,00	21,91	169,30	0,339
1440,00	37,95	169,60	0,339

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 28/4/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

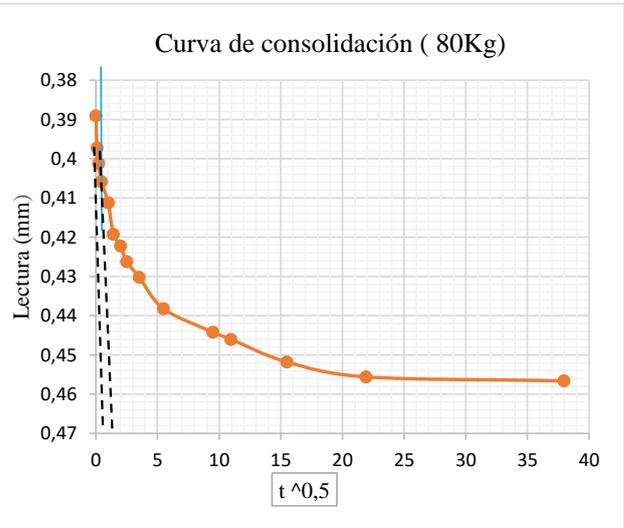
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,990
<b>Hf [cm]=</b>	1,979

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	194,50	0,389
0,01	0,10	198,60	0,397
0,05	0,22	200,60	0,401
0,20	0,45	202,90	0,406
1,00	1,00	205,60	0,411
2,00	1,41	209,60	0,419
4,00	2,00	211,10	0,422
6,25	2,50	213,10	0,426
12,40	3,52	215,10	0,430
30,00	5,48	219,10	0,438
90,00	9,49	222,10	0,444
120,00	10,95	223,00	0,446
240,00	15,49	225,90	0,452
480,00	21,91	227,80	0,456
1440,00	37,95	228,30	0,457

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 28/4/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

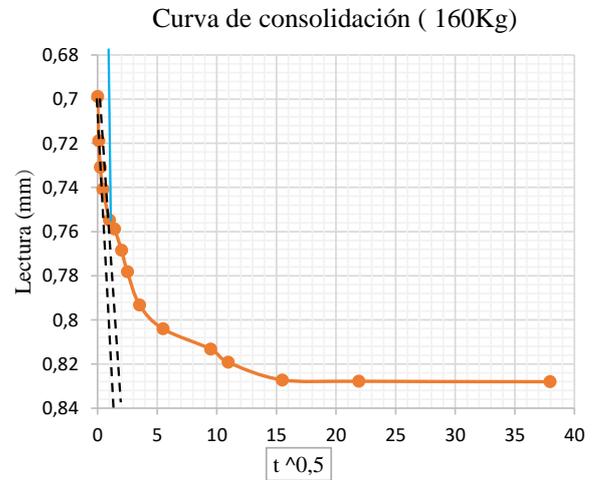
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,979
<b>Hf [cm]</b>	1,942

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	349,40	0,699
0,01	0,10	359,40	0,719
0,05	0,22	365,40	0,731
0,20	0,45	370,40	0,741
1,00	1,00	377,40	0,755
2,00	1,41	379,40	0,759
4,00	2,00	384,20	0,768
6,25	2,50	389,10	0,778
12,40	3,52	396,60	0,793
30,00	5,48	402,00	0,804
90,00	9,49	406,60	0,813
120,00	10,95	409,60	0,819
240,00	15,49	413,60	0,827
480,00	21,91	413,90	0,828
1440,00	37,95	414,00	0,828

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	1	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio Juan Nicolai  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 28/4/2022  
**Muestra:** 2

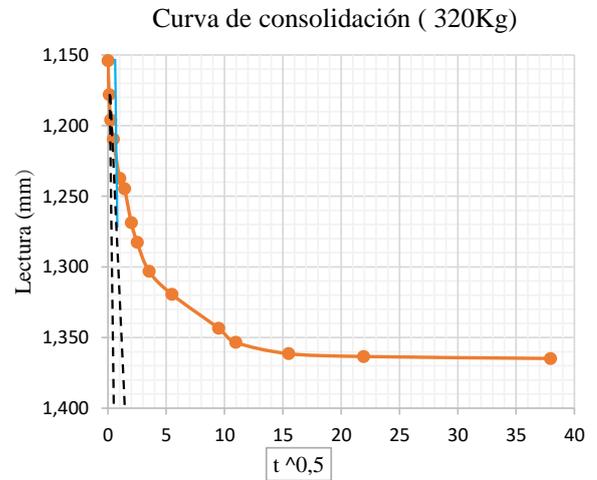
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,942
<b>Hf [cm]</b>	1,888

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	577,00	1,154
0,01	0,10	589,00	1,178
0,05	0,22	598,00	1,196
0,20	0,45	604,80	1,210
1,00	1,00	618,60	1,237
2,00	1,41	622,30	1,245
4,00	2,00	634,30	1,269
6,25	2,50	641,30	1,283
12,40	3,52	651,50	1,303
30,00	5,48	659,70	1,319
90,00	9,49	671,70	1,343
120,00	10,95	676,70	1,353
240,00	15,49	680,70	1,361
480,00	21,91	681,70	1,363
1440,00	37,95	682,40	1,365

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 28/4/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	121,59
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	124,92
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	99,23
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	22,53350801
$W_f [%] =$	25,88934798

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	684,214779
$S_f [%] =$	786,1125971

Descarga					
<b>peso kg</b>	<b>20,00</b>	<b>60,00</b>	<b>80,00</b>	<b>160,00</b>	<b>320</b>
<b>lect, final</b>	401,00	557,00	597,00	652,40	682,40
<b>Expansion cm</b>	0,08	0,11	0,12	0,13	0,136
<b>Hf (cm)</b>	1,94	1,91	1,91	1,89	1,8879
<b>Presion (Kn/m2)</b>	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	18,335	1,665	0,091		
101,859	20,21	18,335	1,874	0,102	0,0001121	0,0001028
305,577	19,90	18,335	1,570	0,086	0,0000815	0,0000748
407,437	19,79	18,335	1,452	0,079	0,0000629	0,0000576
814,873	19,42	18,335	1,081	0,059	0,0000497	0,0000456
1629,747	18,88	18,335	0,544	0,030	0,0000359	0,0000329
814,873	18,94	18,335	0,604	0,033		
407,437	19,05	18,335	0,715	0,039		
305,577	19,13	18,335	0,795	0,043		
101,859	19,44	18,335	1,107	0,060		

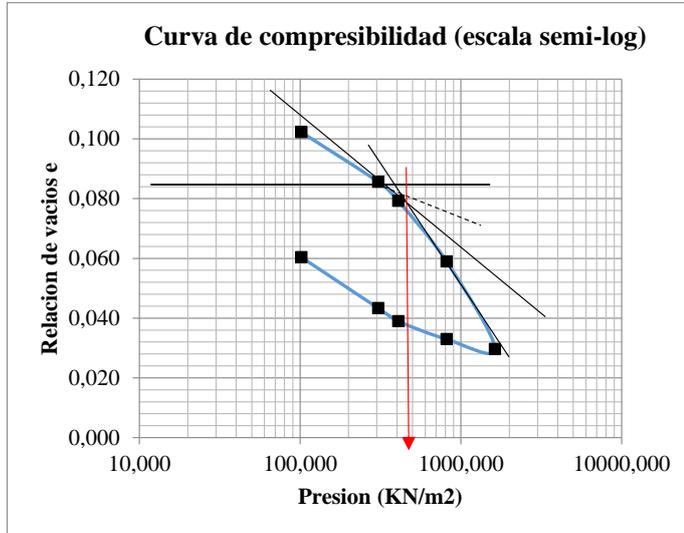


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

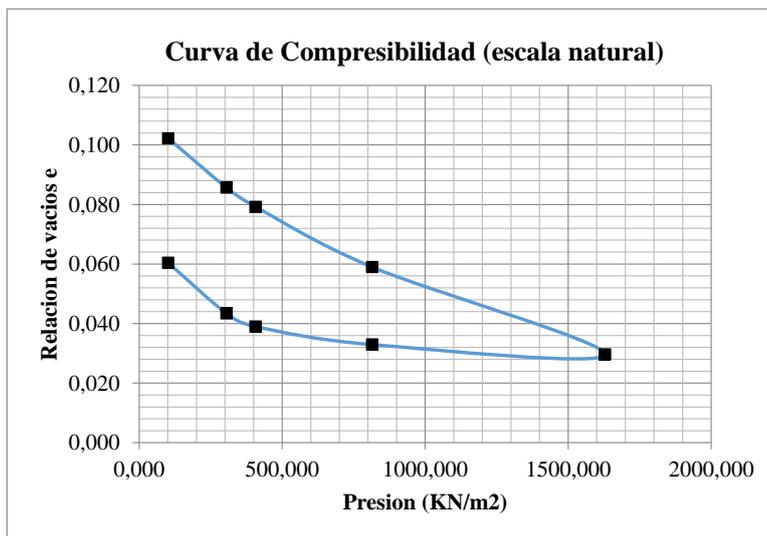
**Fecha:** 28/4/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>480</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,08	480,000
0,03	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,09</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,10	101,859
0,09	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,03</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,04	305,577
0,04	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,03</b>



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 28/4/2022  
**Muestra:** 2

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,09
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	25,61
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	25,61

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **480**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 1,17E-06$  m<sup>2</sup>/s       $\Delta h = 0,029$  m  
 $t = 856132,1$  \*T<sub>v</sub>

U <sub>z</sub> (%)	T <sub>v</sub>	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0029	6849,1	0,29	0,0793
20	0,031	0,0058	26540,1	0,58	0,3072
30	0,071	0,0088	60785,4	0,88	0,7035
40	0,126	0,0117	107872,6	1,17	1,2485
50	0,197	0,0146	168658,0	1,46	1,9521
60	0,287	0,0175	245709,9	1,75	2,8439
70	0,403	0,0204	345021,2	2,04	3,9933
80	0,567	0,0234	485426,9	2,34	5,6184
90	0,848	0,0263	726000,0	2,63	8,4028

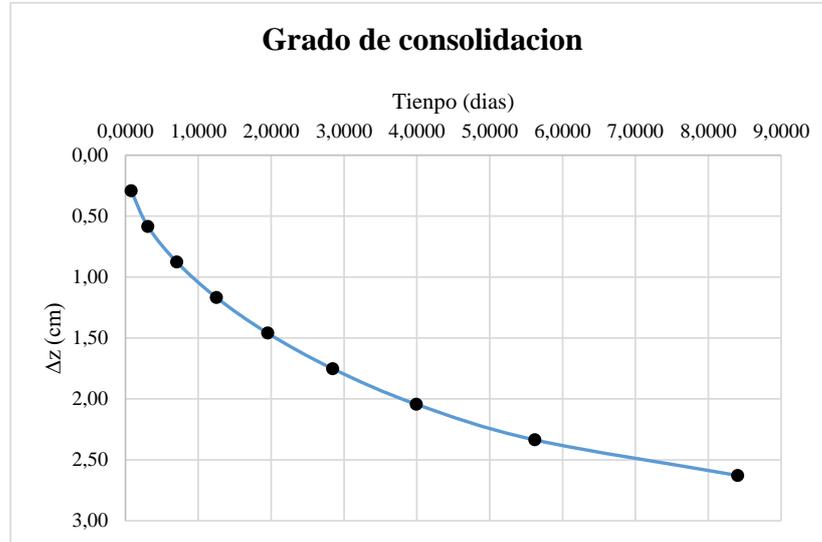


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 28/4/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 4/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

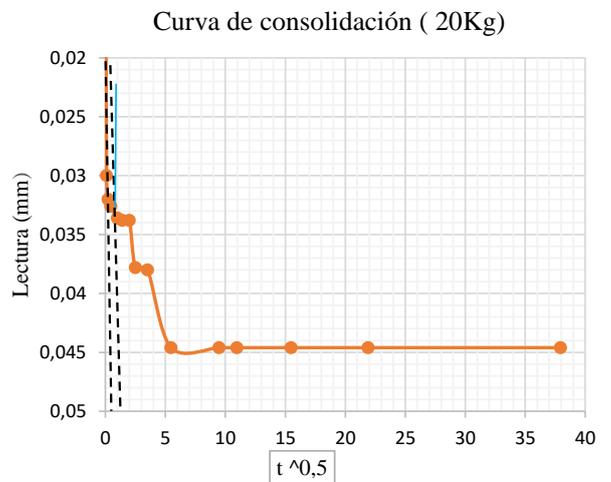
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	130
<b>exp.[cm]</b>	0,026

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,026
<b>Hf [cm]=</b>	2,022

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	15,00	0,030
0,05	0,22	16,00	0,032
0,20	0,45	16,30	0,033
1,00	1,00	16,80	0,034
2,00	1,41	16,90	0,034
4,00	2,00	16,90	0,034
6,25	2,50	18,90	0,038
12,40	3,52	19,00	0,038
30,00	5,48	22,30	0,045
90,00	9,49	22,30	0,045
120,00	10,95	22,30	0,045
240,00	15,49	22,30	0,045
480,00	21,91	22,30	0,045
1440,00	37,95	22,30	0,045

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,8	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,64	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0001325	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 4/5/2022  
**Muestra:** 2

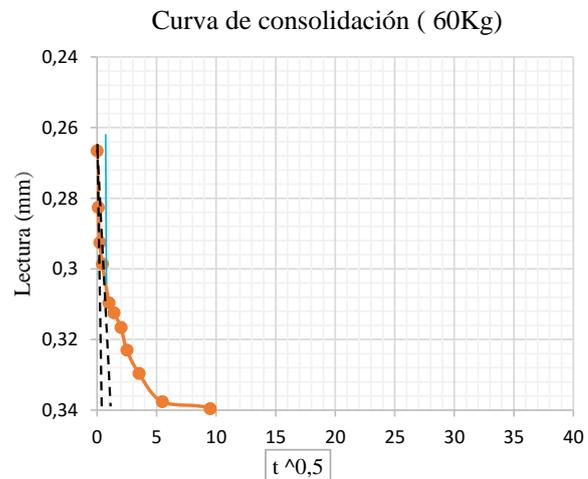
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,022
<b>Hf [cm]=</b>	1,991

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	133,30	0,267
0,01	0,10	141,30	0,283
0,05	0,22	146,30	0,293
0,20	0,45	149,30	0,299
1,00	1,00	154,80	0,310
2,00	1,41	156,20	0,312
4,00	2,00	158,30	0,317
6,25	2,50	161,50	0,323
12,40	3,52	164,80	0,330
30,00	5,48	168,80	0,338
90,00	9,49	169,80	0,340
120,00	10,95	173,80	0,348
240,00	15,49	174,80	0,350
480,00	21,91	175,30	0,351
1440,00	37,95	175,60	0,351

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 4/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

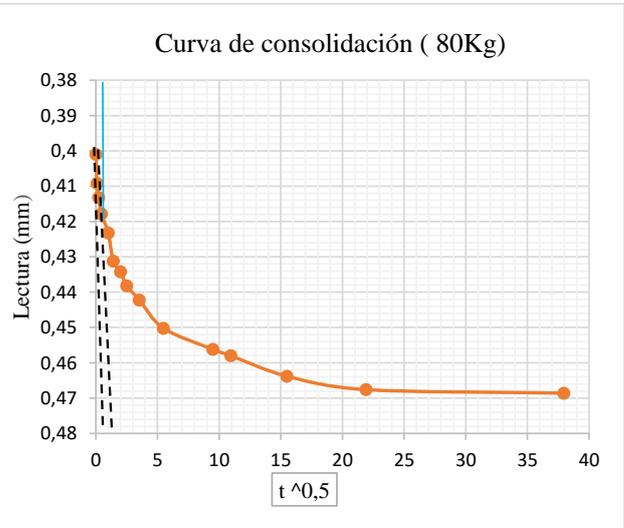
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,991
<b>Hf [cm]=</b>	1,979

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	200,50	0,401
0,01	0,10	204,60	0,409
0,05	0,22	206,60	0,413
0,20	0,45	208,90	0,418
1,00	1,00	211,60	0,423
2,00	1,41	215,60	0,431
4,00	2,00	217,10	0,434
6,25	2,50	219,10	0,438
12,40	3,52	221,10	0,442
30,00	5,48	225,10	0,450
90,00	9,49	228,10	0,456
120,00	10,95	229,00	0,458
240,00	15,49	231,90	0,464
480,00	21,91	233,80	0,468
1440,00	37,95	234,30	0,469

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 4/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

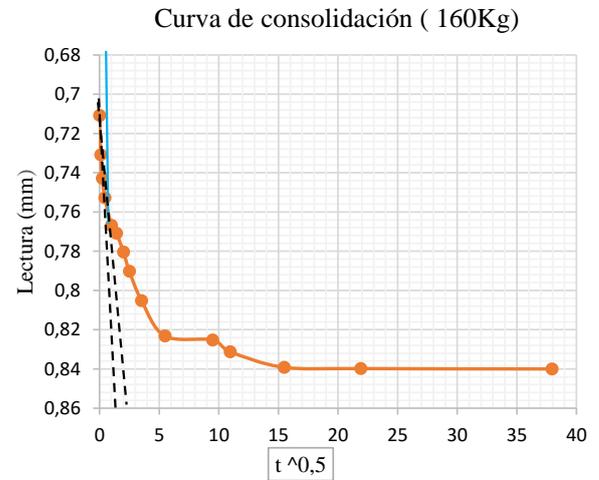
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,979
<b>Hf [cm]=</b>	1,942

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	355,40	0,711
0,01	0,10	365,40	0,731
0,05	0,22	371,40	0,743
0,20	0,45	376,40	0,753
1,00	1,00	383,40	0,767
2,00	1,41	385,40	0,771
4,00	2,00	390,20	0,780
6,25	2,50	395,10	0,790
12,40	3,52	402,60	0,805
30,00	5,48	411,60	0,823
90,00	9,49	412,60	0,825
120,00	10,95	415,60	0,831
240,00	15,49	419,60	0,839
480,00	21,91	419,90	0,840
1440,00	37,95	420,00	0,840

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 4/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

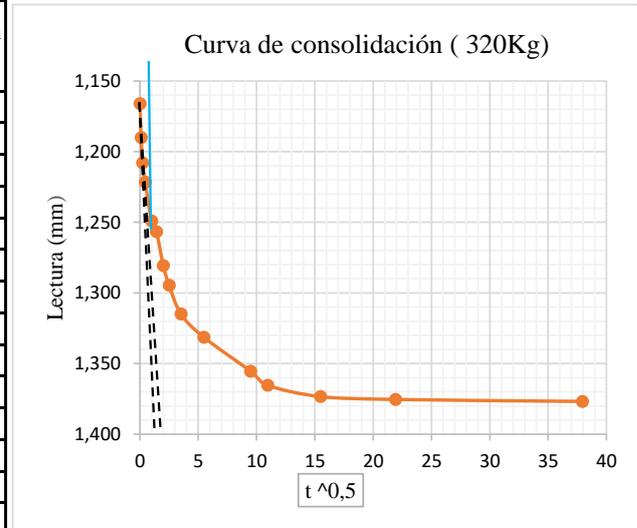
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,942
<b>Hf [cm]</b>	1,888

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	583,00	1,166
0,01	0,10	595,00	1,190
0,05	0,22	604,00	1,208
0,20	0,45	610,80	1,222
1,00	1,00	624,60	1,249
2,00	1,41	628,30	1,257
4,00	2,00	640,30	1,281
6,25	2,50	647,30	1,295
12,40	3,52	657,50	1,315
30,00	5,48	665,70	1,331
90,00	9,49	677,70	1,355
120,00	10,95	682,70	1,365
240,00	15,49	686,70	1,373
480,00	21,91	687,70	1,375
1440,00	37,95	688,40	1,377

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup></b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%</b>	0,81	min
<b>t 90%</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup></b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 4/5/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	120,89
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	124,4
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	98,71
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	22,46986121
$W_f [%] =$	26,02573194

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	641,6727703
$S_f [%] =$	743,2179202

Descarga					
<b>peso kg</b>	<b>20,00</b>	<b>60,00</b>	<b>80,00</b>	<b>160,00</b>	<b>320</b>
<b>lect, final</b>	401,00	557,00	597,00	652,40	688,40
<b>Expansion cm</b>	0,08	0,11	0,12	0,13	0,138
<b>Hf (cm)</b>	1,95	1,91	1,91	1,90	1,8883
<b>Presion (Kn/m2)</b>	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	18,239	1,761	0,097		
101,859	20,22	18,239	1,976	0,108	0,0001159	0,0001057
305,577	19,91	18,239	1,670	0,092	0,0000825	0,0000753
407,437	19,79	18,239	1,552	0,085	0,0000632	0,0000576
814,873	19,42	18,239	1,181	0,065	0,0000500	0,0000456
1629,747	18,88	18,239	0,644	0,035	0,0000361	0,0000329
814,873	18,96	18,239	0,716	0,039		
407,437	19,07	18,239	0,827	0,045		
305,577	19,15	18,239	0,907	0,050		
101,859	19,46	18,239	1,219	0,067		

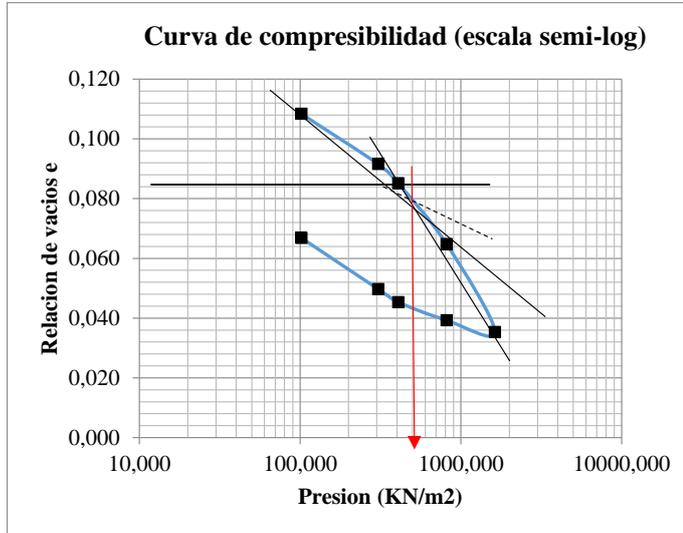


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

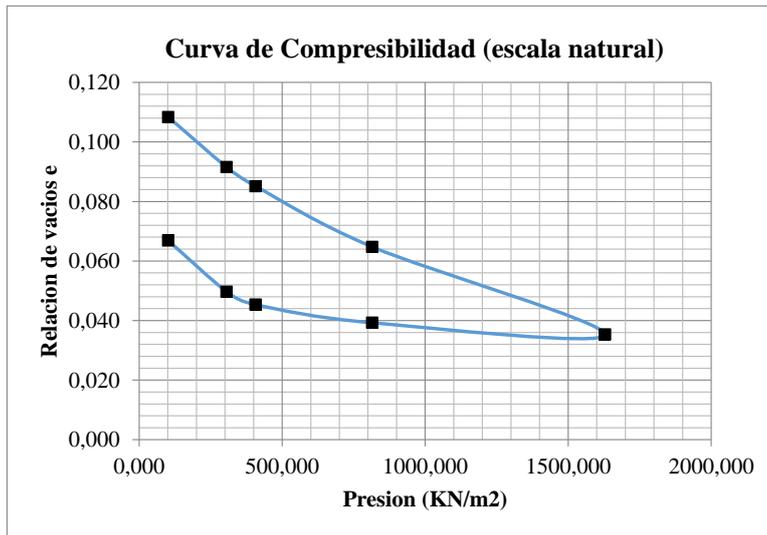
**Fecha:** 4/5/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>510</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,05	510,000
0,04	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,03</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,11	101,859
0,09	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,04</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,05	305,577
0,05	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,04</b>



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 4/5/2022  
**Muestra:** 2

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,10
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	25,53
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	25,53

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **510**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 1,74E-06$  m<sup>2</sup>/s       $\Delta h = 0,029$  m  
 $t = 573113,2$  \* $T_v$

Uz (%)	Tv	$\Delta z = \Delta h * (Uz/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0029	4584,9	0,29	0,0531
20	0,031	0,0058	17766,5	0,58	0,2056
30	0,071	0,0087	40691,0	0,87	0,4710
40	0,126	0,0116	72212,3	1,16	0,8358
50	0,197	0,0145	112903,3	1,45	1,3068
60	0,287	0,0174	164483,5	1,74	1,9037
70	0,403	0,0203	230964,6	2,03	2,6732
80	0,567	0,0232	324955,2	2,32	3,7611
90	0,848	0,0261	486000,0	2,61	5,6250

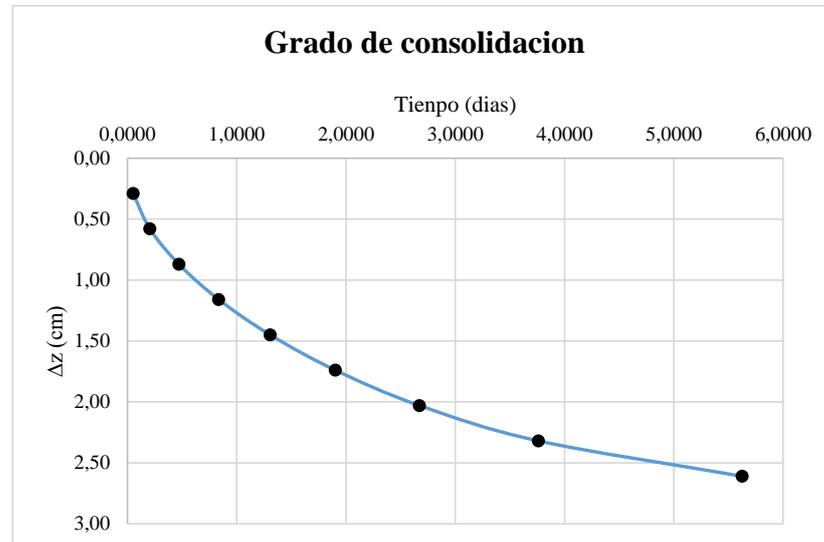


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+10% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 4/5/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

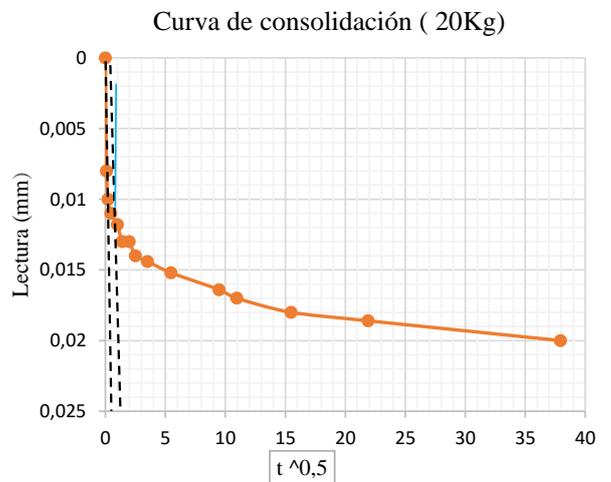
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	100
<b>exp.[cm]</b>	0,020

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,020
<b>Hf [cm]=</b>	2,018

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	4,00	0,008
0,05	0,22	5,00	0,010
0,20	0,45	5,50	0,011
1,00	1,00	5,90	0,012
2,00	1,41	6,50	0,013
4,00	2,00	6,50	0,013
6,25	2,50	7,00	0,014
12,40	3,52	7,20	0,014
30,00	5,48	7,60	0,015
90,00	9,49	8,20	0,016
120,00	10,95	8,50	0,017
240,00	15,49	9,00	0,018
480,00	21,91	9,30	0,019
1440,00	37,95	10,00	0,020

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,6	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,36	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000235556	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso +15% de cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/5/2022  
**Muestra:** 2

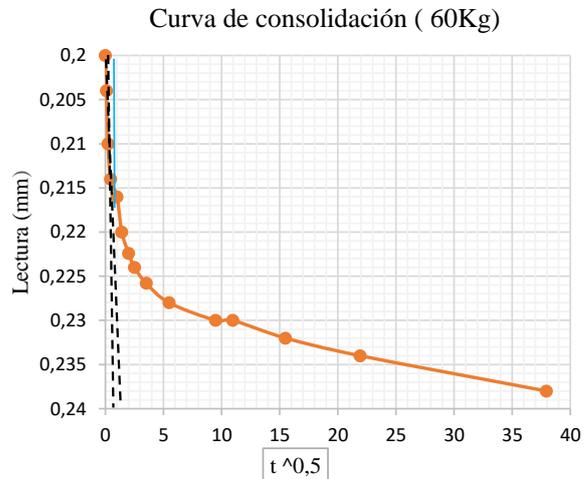
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,018
<b>Hf [cm]=</b>	1,996

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	100,00	0,200
0,01	0,10	102,00	0,204
0,05	0,22	105,00	0,210
0,20	0,45	107,00	0,214
1,00	1,00	108,00	0,216
2,00	1,41	110,00	0,220
4,00	2,00	111,20	0,222
6,25	2,50	112,00	0,224
12,40	3,52	112,90	0,226
30,00	5,48	114,00	0,228
90,00	9,49	115,00	0,230
120,00	10,95	115,00	0,230
240,00	15,49	116,00	0,232
480,00	21,91	117,00	0,234
1440,00	37,95	119,00	0,238

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

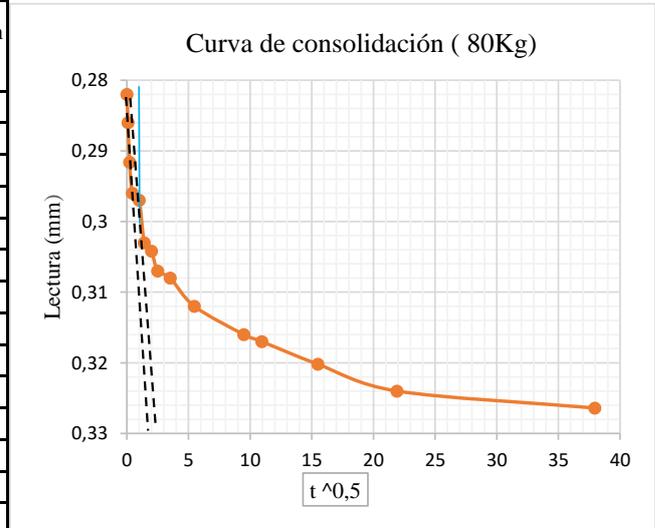
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,996
<b>Hf [cm]=</b>	1,987

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	141,00	0,282
0,01	0,10	143,00	0,286
0,05	0,22	145,80	0,292
0,20	0,45	148,00	0,296
1,00	1,00	148,50	0,297
2,00	1,41	151,50	0,303
4,00	2,00	152,10	0,304
6,25	2,50	153,50	0,307
12,40	3,52	154,00	0,308
30,00	5,48	156,00	0,312
90,00	9,49	158,00	0,316
120,00	10,95	158,50	0,317
240,00	15,49	160,10	0,320
480,00	21,91	162,00	0,324
1440,00	37,95	163,20	0,326

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

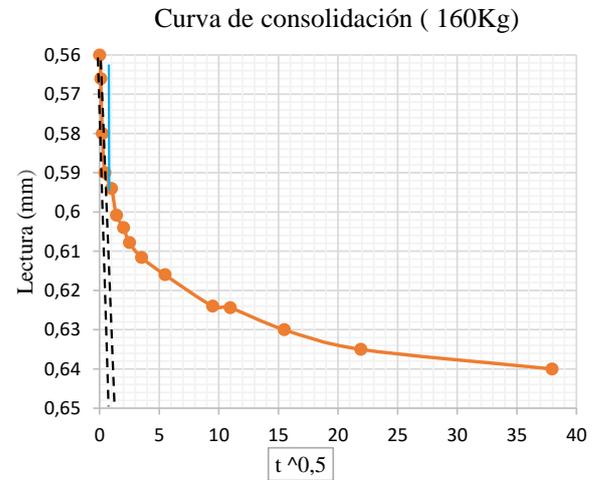
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,987
<b>Hf [cm]</b>	1,956

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	280,00	0,560
0,01	0,10	283,00	0,566
0,05	0,22	290,00	0,580
0,20	0,45	295,00	0,590
1,00	1,00	297,00	0,594
2,00	1,41	300,40	0,601
4,00	2,00	302,00	0,604
6,25	2,50	303,90	0,608
12,40	3,52	305,80	0,612
30,00	5,48	308,00	0,616
90,00	9,49	312,00	0,624
120,00	10,95	312,20	0,624
240,00	15,49	315,00	0,630
480,00	21,91	317,50	0,635
1440,00	37,95	320,00	0,640

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

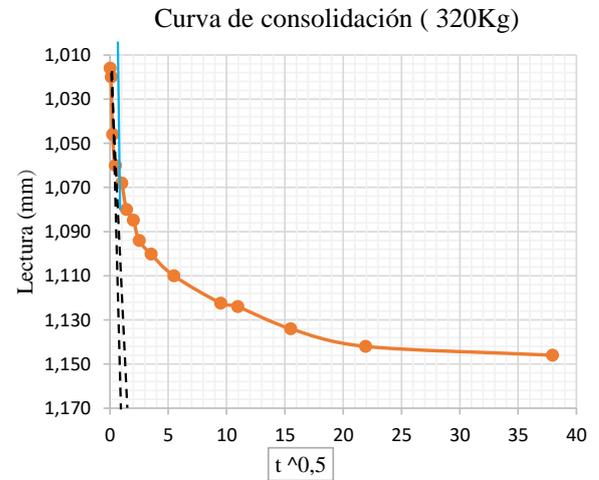
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 c  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,956
<b>Hf [cm]=</b>	1,905

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	508,00	1,016
0,01	0,10	510,00	1,020
0,05	0,22	523,00	1,046
0,20	0,45	530,00	1,060
1,00	1,00	534,00	1,068
2,00	1,41	540,00	1,080
4,00	2,00	542,40	1,085
6,25	2,50	547,00	1,094
12,40	3,52	550,10	1,100
30,00	5,48	555,00	1,110
90,00	9,49	561,20	1,122
120,00	10,95	562,00	1,124
240,00	15,49	567,00	1,134
480,00	21,91	571,00	1,142
1440,00	37,95	573,00	1,146

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,2	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,44	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	5,88889E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/5/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	111,18
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	118,75
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	93,55
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	18,84553715
$W_f [%] =$	26,9374666

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	330,8815901
$S_f [%] =$	472,9561016

Descarga					
<b>peso kg</b>	<b>20,00</b>	<b>60,00</b>	<b>80,00</b>	<b>160,00</b>	<b>320</b>
<b>lect, final</b>	387,00	481,00	499,00	549,00	573,00
<b>Expansion cm</b>	0,08	0,10	0,10	0,11	0,115
<b>Hf (cm)</b>	1,94	1,92	1,92	1,91	1,9054
<b>Presion (Kn/m2)</b>	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	17,286	2,714	0,157		
101,859	20,18	17,286	2,894	0,167	0,0001022	0,0000884
305,577	19,96	17,286	2,676	0,155	0,0000619	0,0000535
407,437	19,87	17,286	2,588	0,150	0,0000502	0,0000434
814,873	19,56	17,286	2,274	0,132	0,0000445	0,0000385
1629,747	19,05	17,286	1,768	0,102	0,0000359	0,0000310
814,873	19,10	17,286	1,816	0,105		
407,437	19,20	17,286	1,916	0,111		
305,577	19,24	17,286	1,952	0,113		
101,859	19,43	17,286	2,140	0,124		

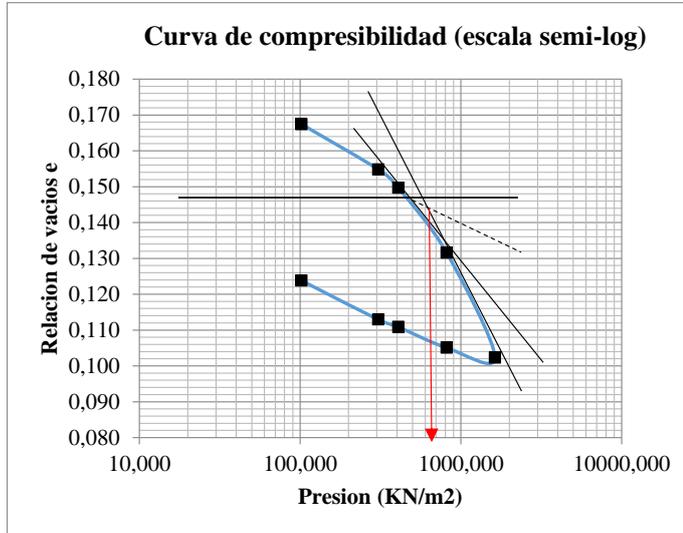


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

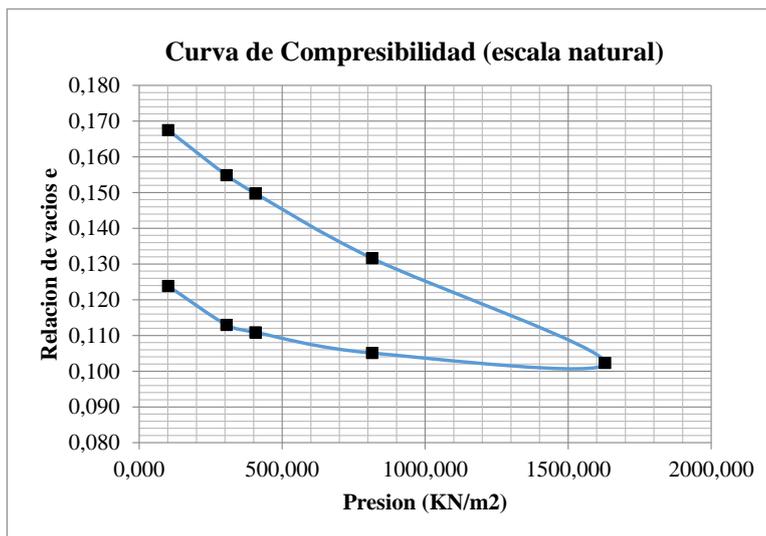
**Fecha:** 5/5/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>680</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,15	680,000
0,10	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,11</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,17	101,859
0,15	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,03</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,11	305,577
0,11	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,02</b>



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/5/2022  
**Muestra:** 2

GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,16
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	24,71
Ezfuerso efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	24,71

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **680**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

GRADO DE CONSOLIDACION

$C_v = 9,81E-07$  m<sup>2</sup>/s  $\Delta h = 0,022$  m  
 $t = 1018868$  \*T<sub>v</sub>

U <sub>z</sub> (%)	T <sub>v</sub>	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0022	8150,9	0,22	0,0943
20	0,031	0,0044	31584,9	0,44	0,3656
30	0,071	0,0066	72339,6	0,66	0,8373
40	0,126	0,0088	128377,4	0,88	1,4858
50	0,197	0,0110	200717,0	1,10	2,3231
60	0,287	0,0132	292415,1	1,32	3,3844
70	0,403	0,0154	410603,8	1,54	4,7524
80	0,567	0,0176	577698,1	1,76	6,6863
90	0,848	0,0198	864000,0	1,98	10,0000

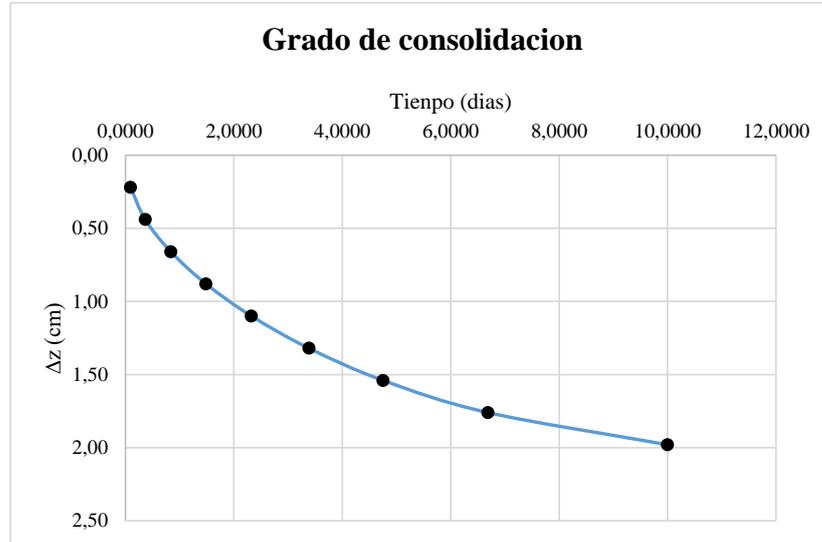


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 5/5/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 12/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

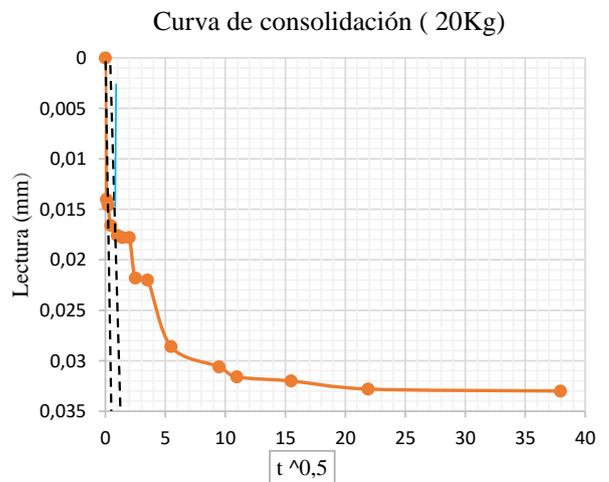
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	115
<b>exp.[cm]</b>	0,023

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,023
<b>Hf [cm]=</b>	2,020

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	7,00	0,014
0,05	0,22	7,30	0,015
0,20	0,45	8,30	0,017
1,00	1,00	8,80	0,018
2,00	1,41	8,90	0,018
4,00	2,00	8,90	0,018
6,25	2,50	10,90	0,022
12,40	3,52	11,00	0,022
30,00	5,48	14,30	0,029
90,00	9,49	15,30	0,031
120,00	10,95	15,80	0,032
240,00	15,49	16,00	0,032
480,00	21,91	16,40	0,033
1440,00	37,95	16,50	0,033

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,8	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	0,64	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,0001325	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso +15% de cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 12/5/2022  
**Muestra:** 2

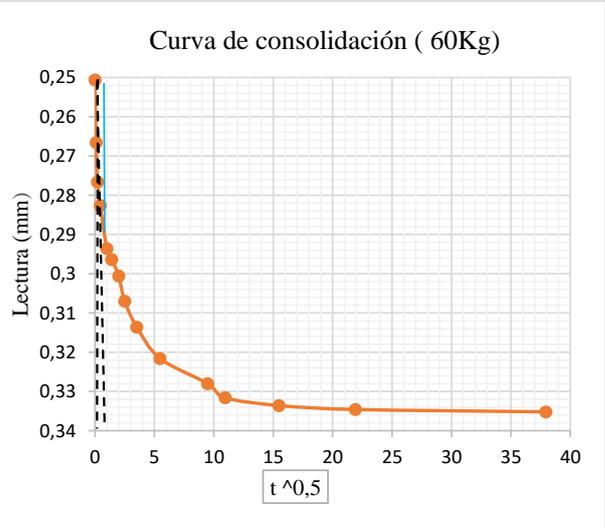
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,020
<b>Hf [cm]</b>	1,989

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	125,30	0,251
0,01	0,10	133,30	0,267
0,05	0,22	138,30	0,277
0,20	0,45	141,30	0,283
1,00	1,00	146,80	0,294
2,00	1,41	148,20	0,296
4,00	2,00	150,30	0,301
6,25	2,50	153,50	0,307
12,40	3,52	156,80	0,314
30,00	5,48	160,80	0,322
90,00	9,49	164,00	0,328
120,00	10,95	165,80	0,332
240,00	15,49	166,80	0,334
480,00	21,91	167,30	0,335
1440,00	37,95	167,60	0,335

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 12/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

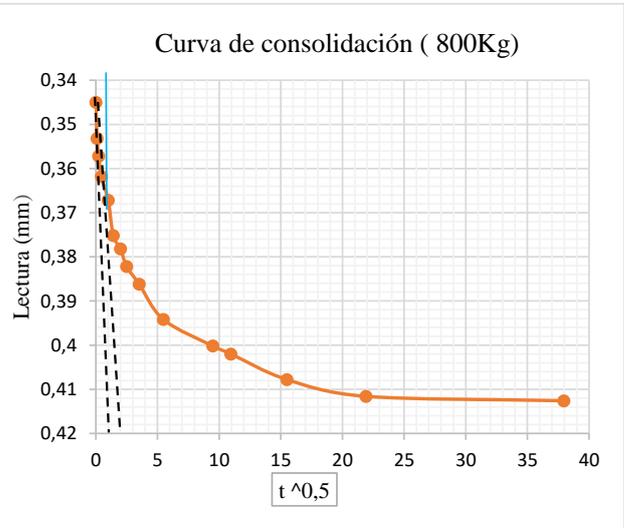
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,989
<b>Hf [cm]=</b>	1,982

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	172,50	0,345
0,01	0,10	176,60	0,353
0,05	0,22	178,60	0,357
0,20	0,45	180,90	0,362
1,00	1,00	183,60	0,367
2,00	1,41	187,60	0,375
4,00	2,00	189,10	0,378
6,25	2,50	191,10	0,382
12,40	3,52	193,10	0,386
30,00	5,48	197,10	0,394
90,00	9,49	200,10	0,400
120,00	10,95	201,00	0,402
240,00	15,49	203,90	0,408
480,00	21,91	205,80	0,412
1440,00	37,95	206,30	0,413

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 12/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

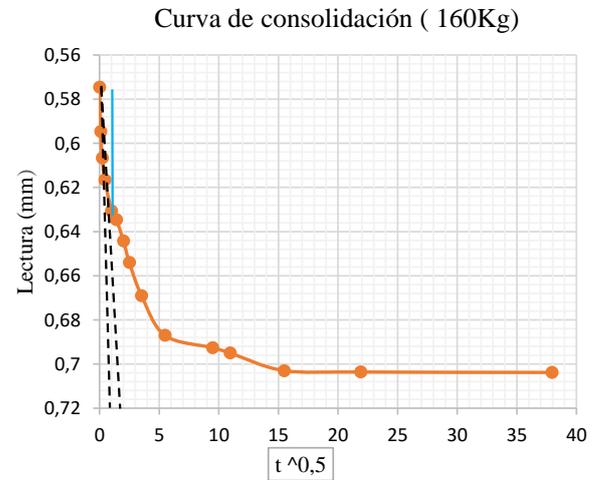
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,982
<b>Hf [cm]</b>	1,953

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	287,30	0,575
0,01	0,10	297,30	0,595
0,05	0,22	303,30	0,607
0,20	0,45	308,30	0,617
1,00	1,00	315,30	0,631
2,00	1,41	317,30	0,635
4,00	2,00	322,10	0,644
6,25	2,50	327,00	0,654
12,40	3,52	334,50	0,669
30,00	5,48	343,50	0,687
90,00	9,49	346,30	0,693
120,00	10,95	347,50	0,695
240,00	15,49	351,50	0,703
480,00	21,91	351,80	0,704
1440,00	37,95	351,90	0,704

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1,1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1,21	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 12/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

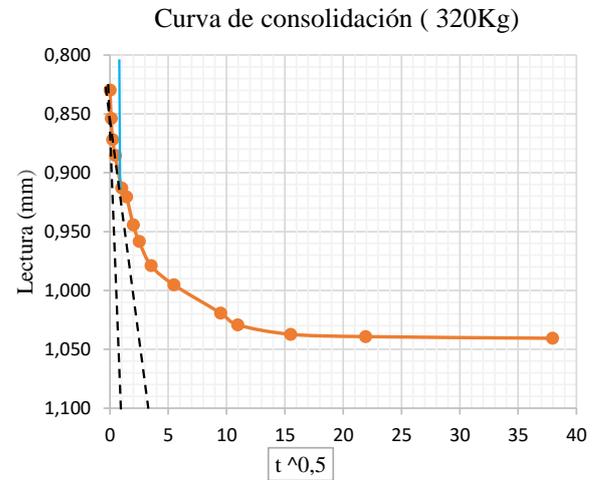
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,953
<b>Hf [cm]</b>	1,919

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	414,90	0,830
0,01	0,10	426,90	0,854
0,05	0,22	435,90	0,872
0,20	0,45	442,70	0,885
1,00	1,00	456,50	0,913
2,00	1,41	460,20	0,920
4,00	2,00	472,20	0,944
6,25	2,50	479,20	0,958
12,40	3,52	489,40	0,979
30,00	5,48	497,60	0,995
90,00	9,49	509,60	1,019
120,00	10,95	514,60	1,029
240,00	15,49	518,60	1,037
480,00	21,91	519,60	1,039
1440,00	37,95	520,30	1,041

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup></b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%</b>	1,21	min
<b>t 90%</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup></b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 12/5/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	112,88
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	120,07
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	94,87
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	18,98387267
$W_f [%] =$	26,5626647

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	371,3854786
$S_f [%] =$	519,6509751

Descarga					
peso kg	20,00	60,00	80,00	160,00	320
lect, final	345,00	415,00	455,50	490,00	520,30
Expansion cm	0,07	0,08	0,09	0,10	0,104
Hf (cm)	1,95	1,94	1,93	1,93	1,9189
Presion (Kn/m2)	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	17,530	2,470	0,141		
101,859	20,20	17,530	2,667	0,152	0,0001103	0,0000967
305,577	19,89	17,530	2,365	0,135	0,0000846	0,0000742
407,437	19,82	17,530	2,288	0,131	0,0000433	0,0000380
814,873	19,53	17,530	1,997	0,114	0,0000408	0,0000357
1629,747	19,19	17,530	1,660	0,095	0,0000236	0,0000207
814,873	19,25	17,530	1,720	0,098		
407,437	19,32	17,530	1,789	0,102		
305,577	19,40	17,530	1,870	0,107		
101,859	19,54	17,530	2,010	0,115		

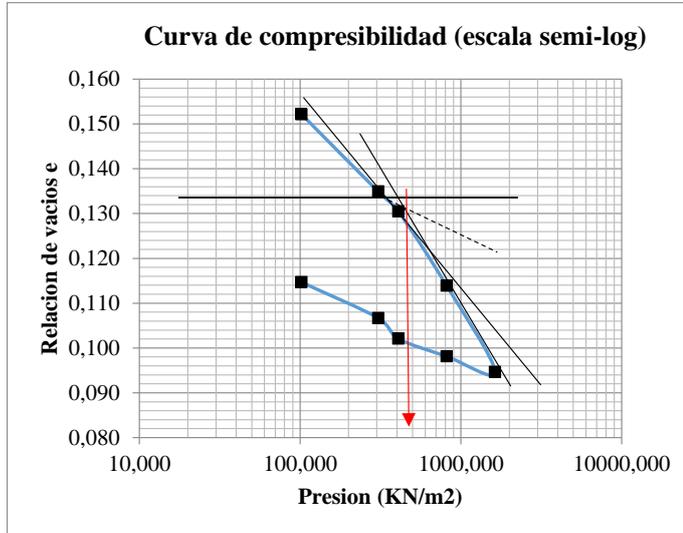


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

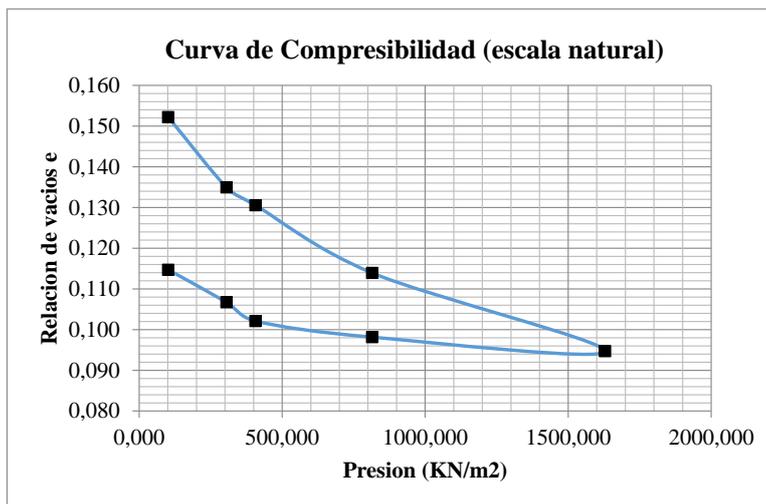
**Fecha:** 12/5/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>500</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,14	500,000
0,09	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,08</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,15	101,859
0,13	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,04</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,11	305,577
0,10	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,04</b>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 12/5/2022  
**Muestra:** 2

GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,14
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	24,92
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	24,92

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **500**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

GRADO DE CONSOLIDACION

$C_v = 1,17E-06$  m<sup>2</sup>/s  $\Delta h = 0,024$  m  
 $t = 856132,1$  \*T<sub>v</sub>

U <sub>z</sub> (%)	T <sub>v</sub>	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0024	6849,1	0,24	0,0793
20	0,031	0,0047	26540,1	0,47	0,3072
30	0,071	0,0071	60785,4	0,71	0,7035
40	0,126	0,0095	107872,6	0,95	1,2485
50	0,197	0,0118	168658,0	1,18	1,9521
60	0,287	0,0142	245709,9	1,42	2,8439
70	0,403	0,0166	345021,2	1,66	3,9933
80	0,567	0,0190	485426,9	1,90	5,6184
90	0,848	0,0213	726000,0	2,13	8,4028

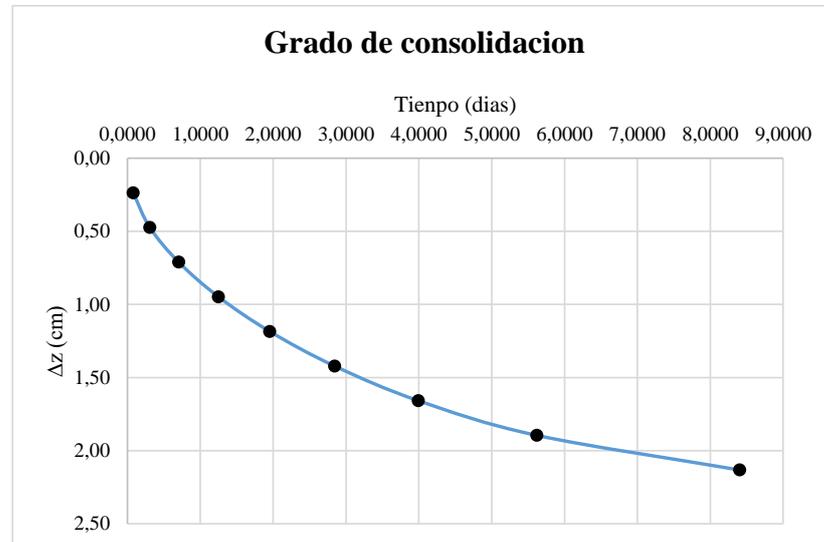


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Ccenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 12/5/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 23/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

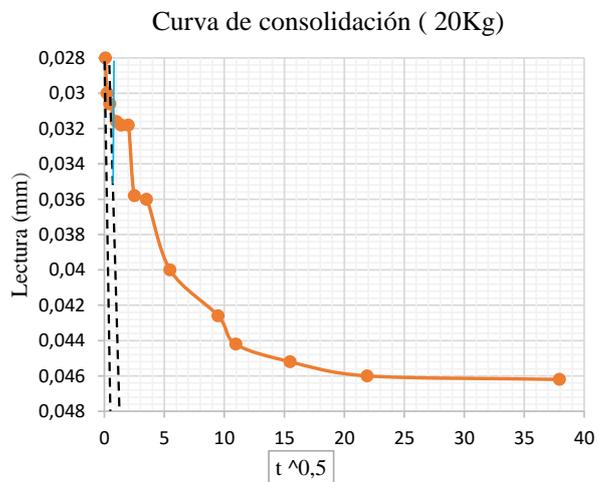
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	127
<b>exp.[cm]</b>	0,025

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,025
<b>Hf [cm]=</b>	2,021

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	14,00	0,028
0,05	0,22	15,00	0,030
0,20	0,45	15,30	0,031
1,00	1,00	15,80	0,032
2,00	1,41	15,90	0,032
4,00	2,00	15,90	0,032
6,25	2,50	17,90	0,036
12,40	3,52	18,00	0,036
30,00	5,48	20,00	0,040
90,00	9,49	21,30	0,043
120,00	10,95	22,10	0,044
240,00	15,49	22,60	0,045
480,00	21,91	23,00	0,046
1440,00	37,95	23,10	0,046

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,8	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	0,64	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,0001325	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 23/5/2022  
**Muestra:** 2

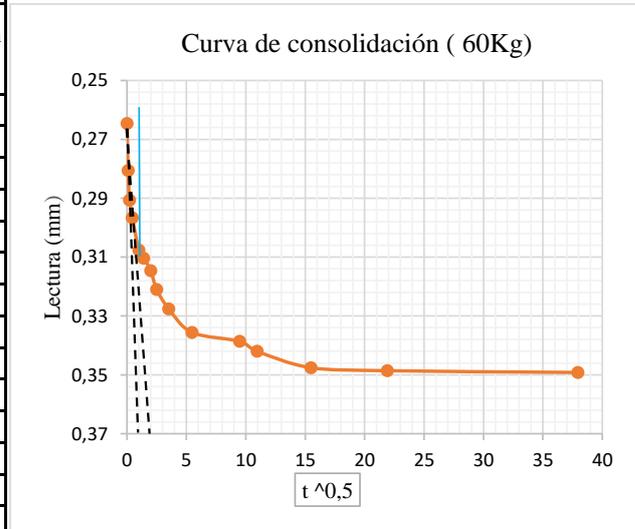
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,021
<b>Hf [cm]=</b>	1,990

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	132,30	0,265
0,01	0,10	140,30	0,281
0,05	0,22	145,30	0,291
0,20	0,45	148,30	0,297
1,00	1,00	153,80	0,308
2,00	1,41	155,20	0,310
4,00	2,00	157,30	0,315
6,25	2,50	160,50	0,321
12,40	3,52	163,80	0,328
30,00	5,48	167,80	0,336
90,00	9,49	169,30	0,339
120,00	10,95	171,00	0,342
240,00	15,49	173,80	0,348
480,00	21,91	174,30	0,349
1440,00	37,95	174,60	0,349

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 23/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

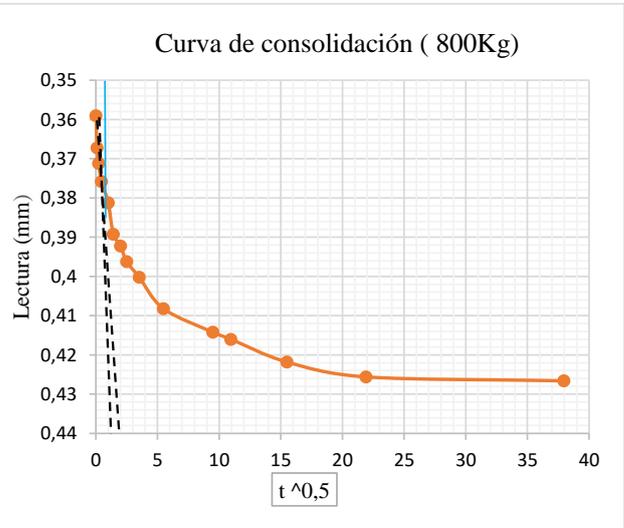
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,990
<b>Hf [cm]=</b>	1,983

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	179,50	0,359
0,01	0,10	183,60	0,367
0,05	0,22	185,60	0,371
0,20	0,45	187,90	0,376
1,00	1,00	190,60	0,381
2,00	1,41	194,60	0,389
4,00	2,00	196,10	0,392
6,25	2,50	198,10	0,396
12,40	3,52	200,10	0,400
30,00	5,48	204,10	0,408
90,00	9,49	207,10	0,414
120,00	10,95	208,00	0,416
240,00	15,49	210,90	0,422
480,00	21,91	212,80	0,426
1440,00	37,95	213,30	0,427

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	m <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 23/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

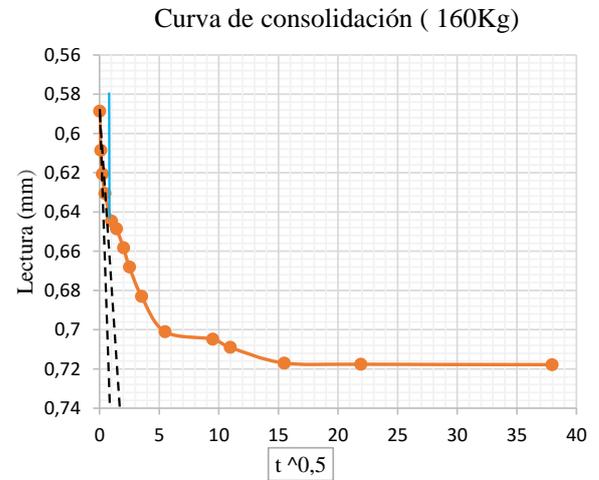
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,983
<b>Hf [cm]</b>	1,954

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	294,30	0,589
0,01	0,10	304,30	0,609
0,05	0,22	310,30	0,621
0,20	0,45	315,30	0,631
1,00	1,00	322,30	0,645
2,00	1,41	324,30	0,649
4,00	2,00	329,10	0,658
6,25	2,50	334,00	0,668
12,40	3,52	341,50	0,683
30,00	5,48	350,50	0,701
90,00	9,49	352,40	0,705
120,00	10,95	354,50	0,709
240,00	15,49	358,50	0,717
480,00	21,91	358,80	0,718
1440,00	37,95	358,90	0,718

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 23/5/2022  
**Muestra:** 2

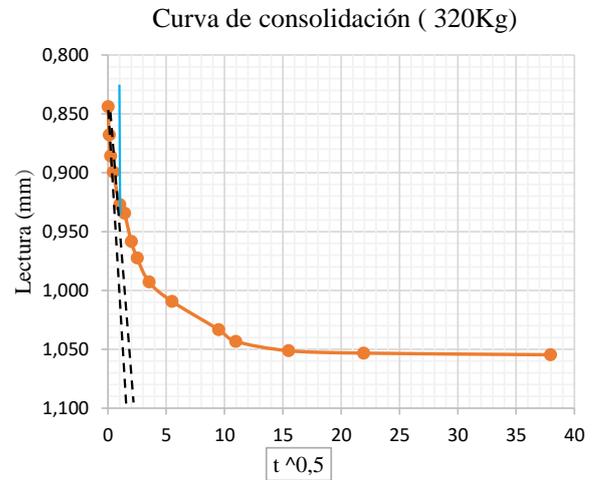
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,954
<b>Hf [cm]=</b>	1,920

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	421,90	0,844
0,01	0,10	433,90	0,868
0,05	0,22	442,90	0,886
0,20	0,45	449,70	0,899
1,00	1,00	463,50	0,927
2,00	1,41	467,20	0,934
4,00	2,00	479,20	0,958
6,25	2,50	486,20	0,972
12,40	3,52	496,40	0,993
30,00	5,48	504,60	1,009
90,00	9,49	516,60	1,033
120,00	10,95	521,60	1,043
240,00	15,49	525,60	1,051
480,00	21,91	526,60	1,053
1440,00	37,95	527,30	1,055

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 23/5/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	112,88
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	120,07
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	94,87
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	18,98387267
$W_f [%] =$	26,5626647

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	371,3854786
$S_f [%] =$	519,6509751

Descarga					
peso kg	20,00	60,00	80,00	160,00	320
lect, final	326,10	397,10	446,20	501,00	527,30
Expansion cm	0,07	0,08	0,09	0,10	0,105
Hf (cm)	1,96	1,95	1,94	1,93	1,9199
Presion (Kn/m2)	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	17,530	2,470	0,141		
101,859	20,21	17,530	2,678	0,153	0,0001164	0,0001020
305,577	19,90	17,530	2,375	0,135	0,0000848	0,0000744
407,437	19,83	17,530	2,298	0,131	0,0000433	0,0000380
814,873	19,54	17,530	2,007	0,114	0,0000408	0,0000357
1629,747	19,20	17,530	1,670	0,095	0,0000236	0,0000207
814,873	19,25	17,530	1,722	0,098		
407,437	19,36	17,530	1,832	0,105		
305,577	19,46	17,530	1,930	0,110		
101,859	19,60	17,530	2,072	0,118		

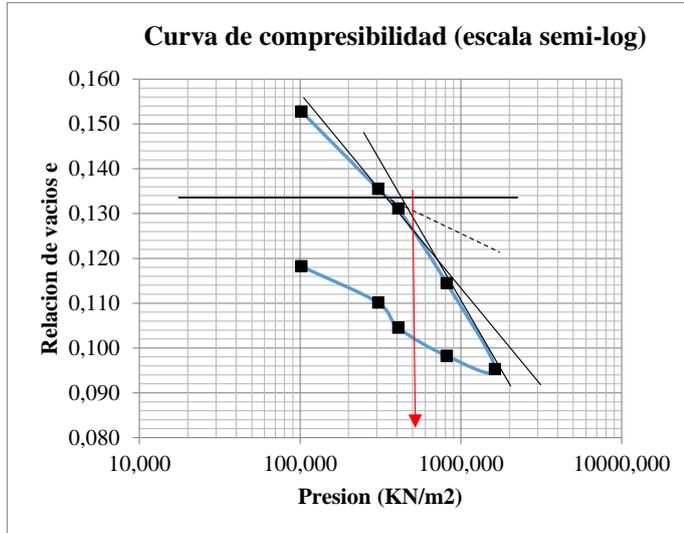


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

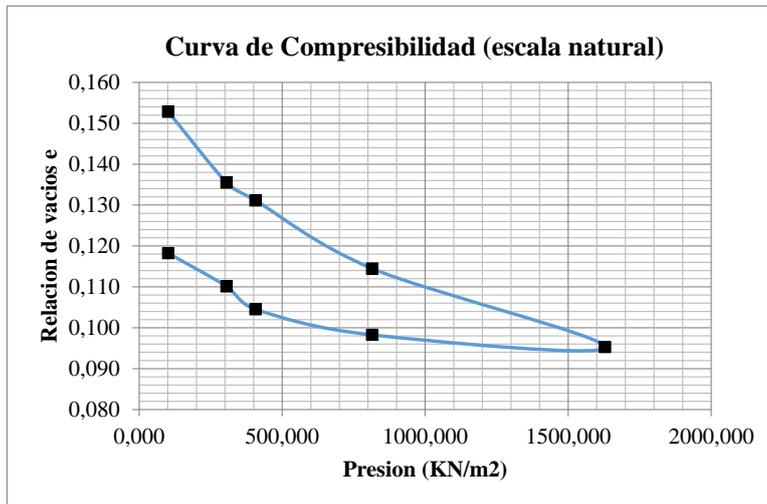
**Fecha:** 23/5/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'_c =$	<b>510</b>
---------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,14	510,000
0,10	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,08</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,15	101,859
0,14	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,04</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,11	305,577
0,10	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,04</b>



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 23/5/2022  
**Muestra:** 2

GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,14
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	24,92
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	24,92

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **510**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

GRADO DE CONSOLIDACION

$C_v = 1,17E-06$  m<sup>2</sup>/s  $\Delta h = 0,023$  m  
 $t = 856132,1$  \* $T_v$

Uz (%)	Tv	$\Delta z = \Delta h * (Uz/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0023	6849,1	0,23	0,0793
20	0,031	0,0046	26540,1	0,46	0,3072
30	0,071	0,0070	60785,4	0,70	0,7035
40	0,126	0,0093	107872,6	0,93	1,2485
50	0,197	0,0116	168658,0	1,16	1,9521
60	0,287	0,0139	245709,9	1,39	2,8439
70	0,403	0,0162	345021,2	1,62	3,9933
80	0,567	0,0186	485426,9	1,86	5,6184
90	0,848	0,0209	726000,0	2,09	8,4028

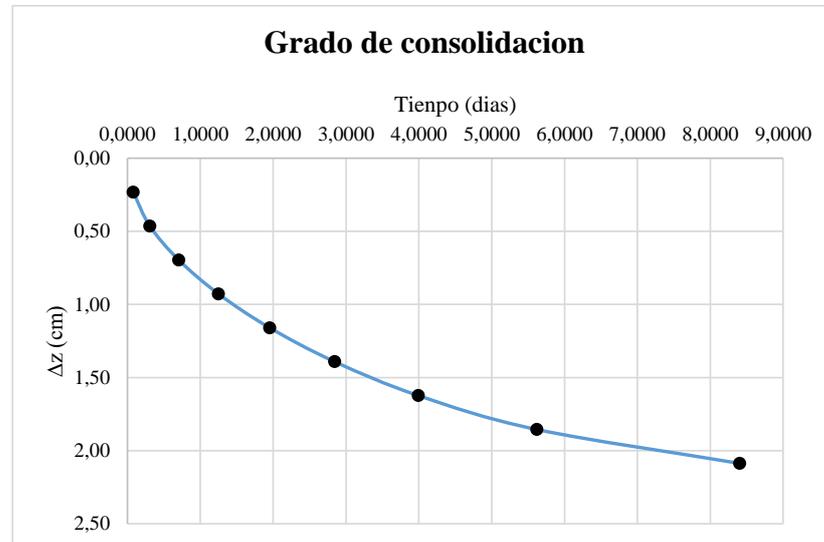


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+15% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 23/5/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 2/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

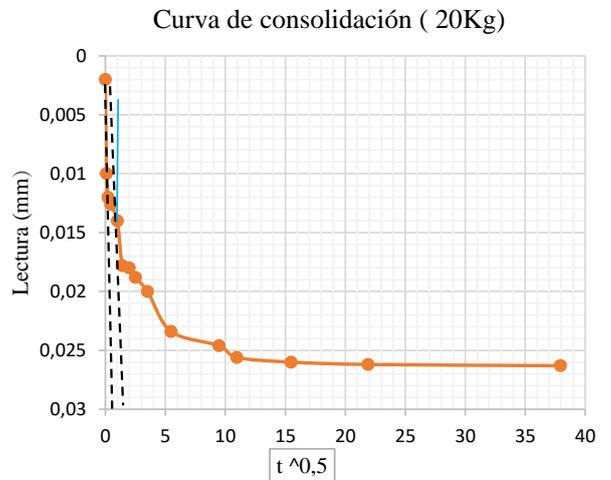
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	90
<b>exp.[cm]</b>	0,018

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,018
<b>Hf [cm]=</b>	2,015

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	1,00	0,002
0,01	0,10	5,00	0,010
0,05	0,22	6,00	0,012
0,20	0,45	6,30	0,013
1,00	1,00	7,00	0,014
2,00	1,41	8,90	0,018
4,00	2,00	9,00	0,018
6,25	2,50	9,40	0,019
12,40	3,52	10,00	0,020
30,00	5,48	11,70	0,023
90,00	9,49	12,30	0,025
120,00	10,95	12,80	0,026
240,00	15,49	13,00	0,026
480,00	21,91	13,10	0,026
1440,00	37,95	13,15	0,026

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 2/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

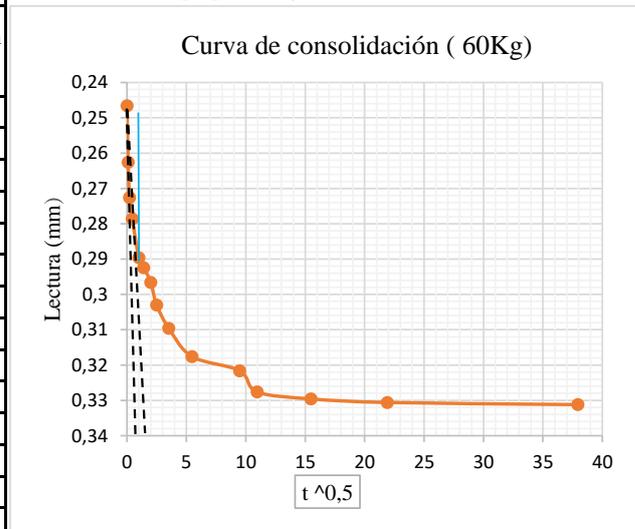
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,015
<b>Hf [cm]=</b>	1,985

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	123,30	0,247
0,01	0,10	131,30	0,263
0,05	0,22	136,30	0,273
0,20	0,45	139,30	0,279
1,00	1,00	144,80	0,290
2,00	1,41	146,20	0,292
4,00	2,00	148,30	0,297
6,25	2,50	151,50	0,303
12,40	3,52	154,80	0,310
30,00	5,48	158,80	0,318
90,00	9,49	160,80	0,322
120,00	10,95	163,80	0,328
240,00	15,49	164,80	0,330
480,00	21,91	165,30	0,331
1440,00	37,95	165,60	0,331

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 2/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

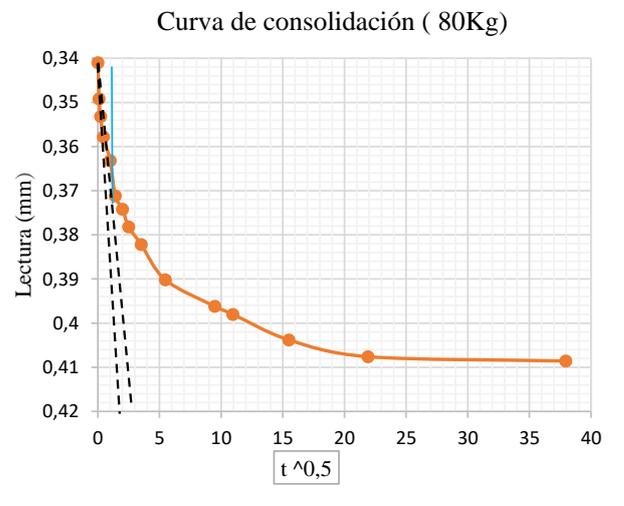
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,985
<b>Hf [cm]=</b>	1,977

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	170,50	0,341
0,01	0,10	174,60	0,349
0,05	0,22	176,60	0,353
0,20	0,45	178,90	0,358
1,00	1,00	181,60	0,363
2,00	1,41	185,60	0,371
4,00	2,00	187,10	0,374
6,25	2,50	189,10	0,378
12,40	3,52	191,10	0,382
30,00	5,48	195,10	0,390
90,00	9,49	198,10	0,396
120,00	10,95	199,00	0,398
240,00	15,49	201,90	0,404
480,00	21,91	203,80	0,408
1440,00	37,95	204,30	0,409

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1,1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1,21	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 2/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

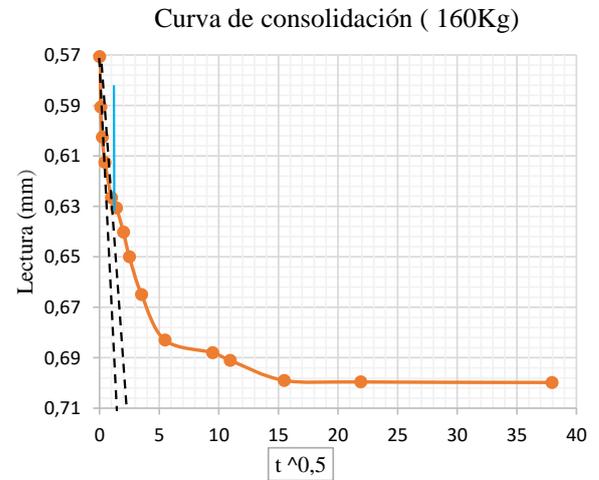
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,977
<b>Hf [cm]=</b>	1,948

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	285,30	0,571
0,01	0,10	295,30	0,591
0,05	0,22	301,30	0,603
0,20	0,45	306,30	0,613
1,00	1,00	313,30	0,627
2,00	1,41	315,30	0,631
4,00	2,00	320,10	0,640
6,25	2,50	325,00	0,650
12,40	3,52	332,50	0,665
30,00	5,48	341,50	0,683
90,00	9,49	344,00	0,688
120,00	10,95	345,50	0,691
240,00	15,49	349,50	0,699
480,00	21,91	349,80	0,700
1440,00	37,95	349,90	0,700

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 2/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

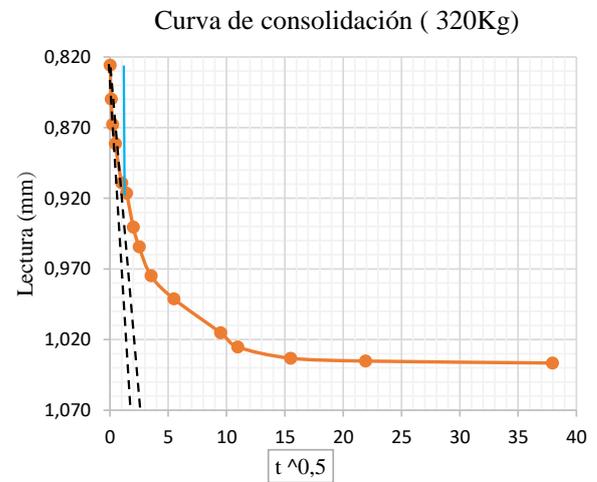
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,948
<b>Hf [cm]</b>	1,914

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	412,90	0,826
0,01	0,10	424,90	0,850
0,05	0,22	433,90	0,868
0,20	0,45	440,70	0,881
1,00	1,00	454,50	0,909
2,00	1,41	458,20	0,916
4,00	2,00	470,20	0,940
6,25	2,50	477,20	0,954
12,40	3,52	487,40	0,975
30,00	5,48	495,60	0,991
90,00	9,49	507,60	1,015
120,00	10,95	512,60	1,025
240,00	15,49	516,60	1,033
480,00	21,91	517,60	1,035
1440,00	37,95	518,30	1,037

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 2/6/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	113,93
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	139,4
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	86,95
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	31,0293272
$W_f [%] =$	60,32202415

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	349,386984
$S_f [%] =$	679,2196928

Descarga					
<b>peso kg</b>	<b>20,00</b>	<b>60,00</b>	<b>80,00</b>	<b>160,00</b>	<b>320</b>
<b>lect, final</b>	243,10	374,10	433,20	488,00	518,30
<b>Expansion cm</b>	0,05	0,07	0,09	0,10	0,104
<b>Hf (cm)</b>	1,97	1,94	1,93	1,92	1,9143
<b>Presion (Kn/m2)</b>	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	16,066	3,934	0,245		
101,859	20,15	16,066	4,088	0,254	0,0000939	0,0000754
305,577	19,85	16,066	3,783	0,235	0,0000932	0,0000748
407,437	19,77	16,066	3,705	0,231	0,0000473	0,0000380
814,873	19,48	16,066	3,414	0,212	0,0000445	0,0000357
1629,747	19,14	16,066	3,077	0,192	0,0000257	0,0000207
814,873	19,20	16,066	3,138	0,195		
407,437	19,31	16,066	3,247	0,202		
305,577	19,43	16,066	3,366	0,209		
101,859	19,69	16,066	3,628	0,226		

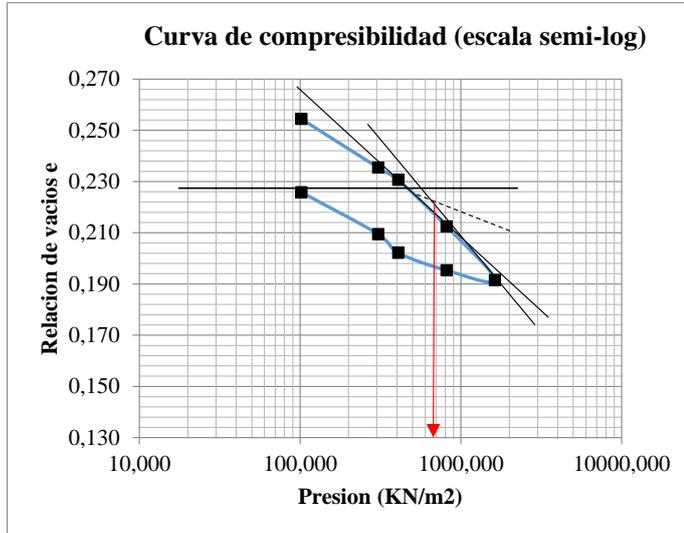


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

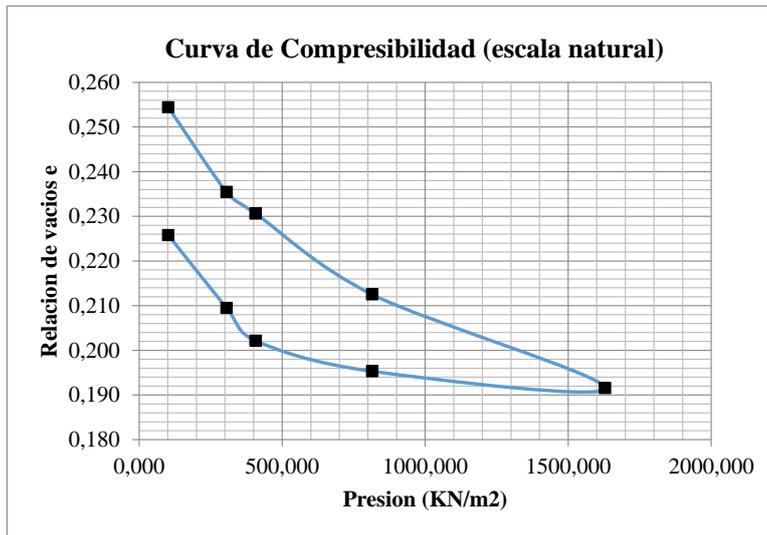
**Fecha:** 2/6/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>700</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,21	700,000
0,19	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,05</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,25	101,859
0,24	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,04</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,21	305,577
0,20	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,06</b>



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 2/6/2022  
**Muestra:** 2

GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,24
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	23,66
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	23,66

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **700**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

GRADO DE CONSOLIDACION

$C_v = 1,17E-06$  m<sup>2</sup>/s  $\Delta h = 0,026$  m  
 $t = 856132,1$  \*T<sub>v</sub>

U <sub>z</sub> (%)	T <sub>v</sub>	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0026	6849,1	0,26	0,0793
20	0,031	0,0052	26540,1	0,52	0,3072
30	0,071	0,0078	60785,4	0,78	0,7035
40	0,126	0,0104	107872,6	1,04	1,2485
50	0,197	0,0130	168658,0	1,30	1,9521
60	0,287	0,0156	245709,9	1,56	2,8439
70	0,403	0,0182	345021,2	1,82	3,9933
80	0,567	0,0208	485426,9	2,08	5,6184
90	0,848	0,0234	726000,0	2,34	8,4028

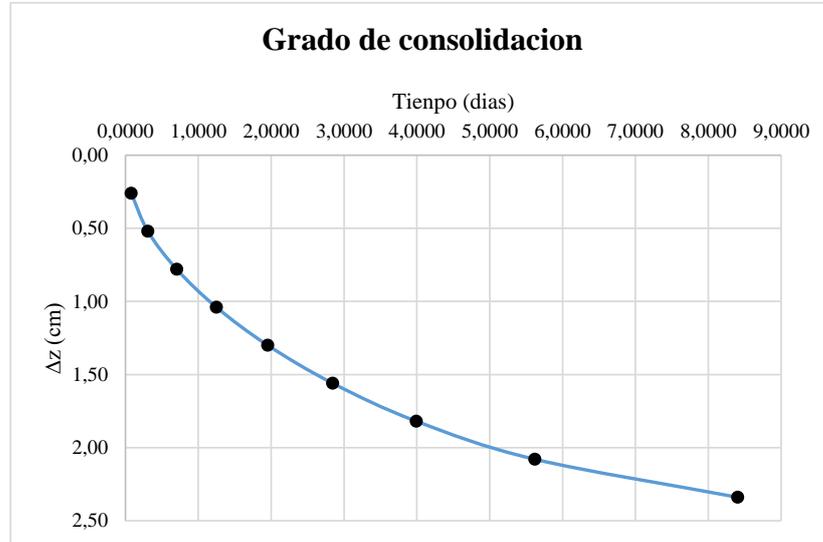


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 2/6/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 31/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

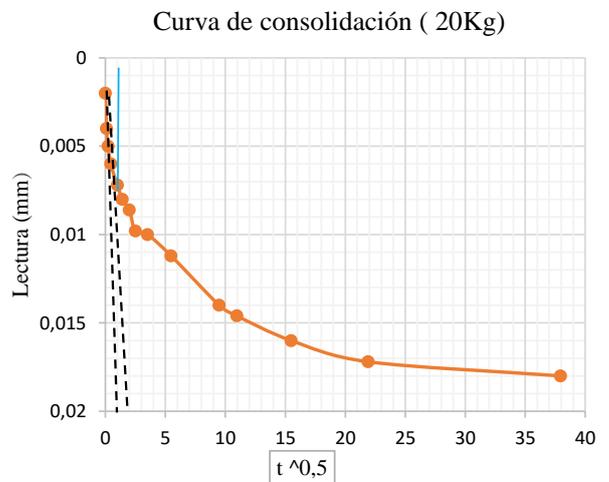
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	80
<b>exp.[cm]</b>	0,016

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,016
<b>Hf [cm]=</b>	2,014

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	1,00	0,002
0,01	0,10	2,00	0,004
0,05	0,22	2,50	0,005
0,20	0,45	3,00	0,006
1,00	1,00	3,60	0,007
2,00	1,41	4,00	0,008
4,00	2,00	4,30	0,009
6,25	2,50	4,90	0,010
12,40	3,52	5,00	0,010
30,00	5,48	5,60	0,011
90,00	9,49	7,00	0,014
120,00	10,95	7,30	0,015
240,00	15,49	8,00	0,016
480,00	21,91	8,60	0,017
1440,00	37,95	9,00	0,018

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,8	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,64	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0001325	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 31/5/2022  
**Muestra:** 2

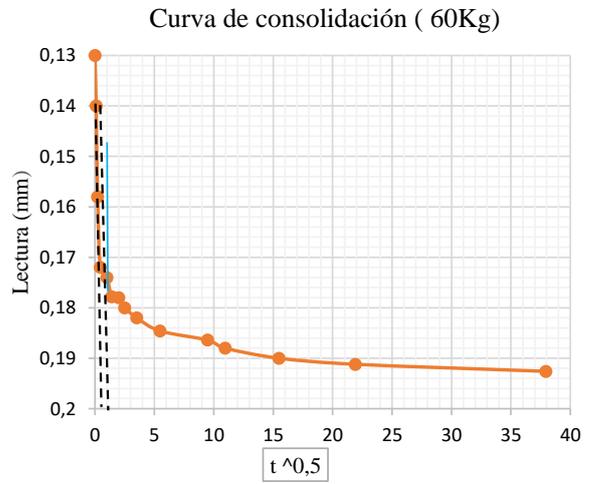
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,014
<b>Hf [cm]=</b>	1,997

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	65,00	0,130
0,01	0,10	70,00	0,140
0,05	0,22	79,00	0,158
0,20	0,45	86,00	0,172
1,00	1,00	87,00	0,174
2,00	1,41	88,90	0,178
4,00	2,00	89,00	0,178
6,25	2,50	90,00	0,180
12,40	3,52	91,00	0,182
30,00	5,48	92,30	0,185
90,00	9,49	93,20	0,186
120,00	10,95	94,00	0,188
240,00	15,49	95,00	0,190
480,00	21,91	95,60	0,191
1440,00	37,95	96,30	0,193

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 31/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

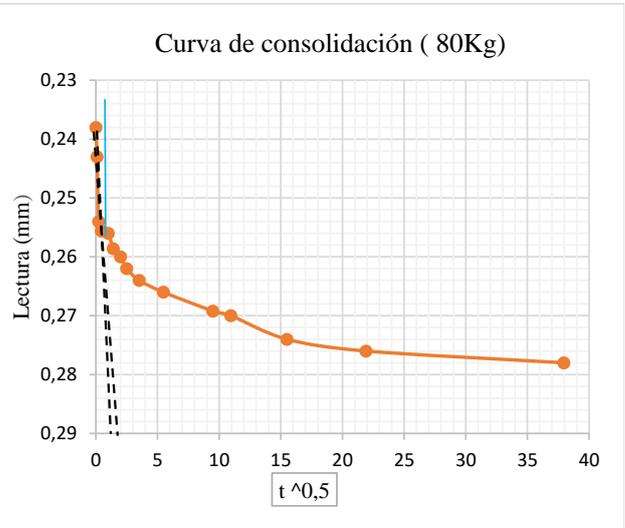
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,997
<b>Hf [cm]=</b>	1,988

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	119,00	0,238
0,01	0,10	121,50	0,243
0,05	0,22	127,00	0,254
0,20	0,45	127,80	0,256
1,00	1,00	128,00	0,256
2,00	1,41	129,30	0,259
4,00	2,00	130,00	0,260
6,25	2,50	131,00	0,262
12,40	3,52	132,00	0,264
30,00	5,48	133,00	0,266
90,00	9,49	134,60	0,269
120,00	10,95	135,00	0,270
240,00	15,49	137,00	0,274
480,00	21,91	138,00	0,276
1440,00	37,95	139,00	0,278

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 31/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

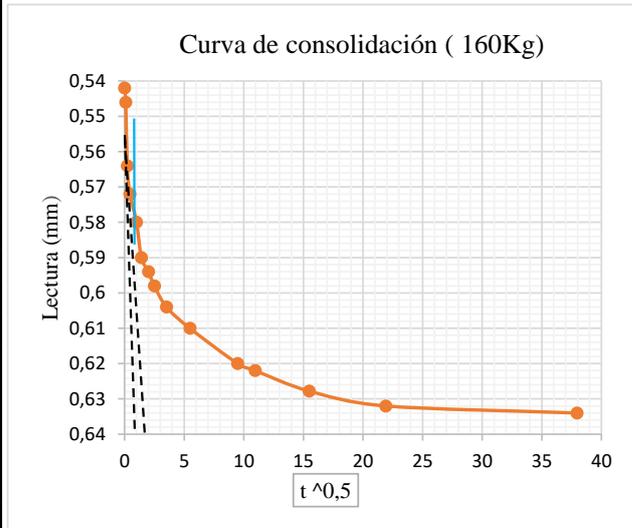
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,988
<b>Hf [cm]</b>	1,953

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	271,00	0,542
0,01	0,10	273,00	0,546
0,05	0,22	282,00	0,564
0,20	0,45	286,00	0,572
1,00	1,00	290,00	0,580
2,00	1,41	295,00	0,590
4,00	2,00	297,00	0,594
6,25	2,50	299,00	0,598
12,40	3,52	302,00	0,604
30,00	5,48	305,00	0,610
90,00	9,49	310,00	0,620
120,00	10,95	311,00	0,622
240,00	15,49	313,90	0,628
480,00	21,91	316,00	0,632
1440,00	37,95	317,00	0,634

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 31/5/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

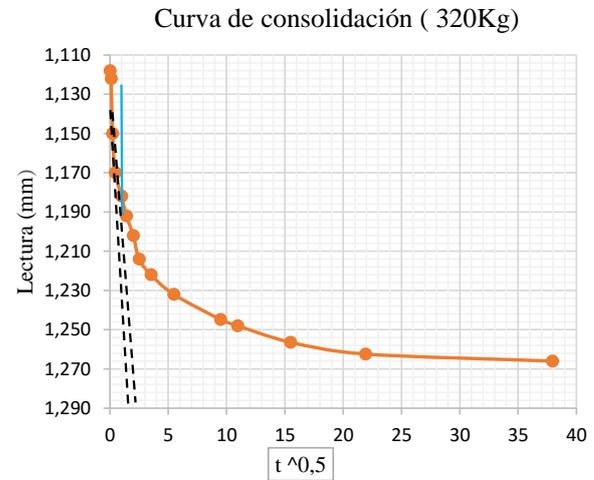
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,953
<b>Hf [cm]</b>	1,889

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	559,00	1,118
0,01	0,10	561,00	1,122
0,05	0,22	575,00	1,150
0,20	0,45	585,00	1,170
1,00	1,00	591,00	1,182
2,00	1,41	596,00	1,192
4,00	2,00	601,00	1,202
6,25	2,50	607,00	1,214
12,40	3,52	611,00	1,222
30,00	5,48	616,00	1,232
90,00	9,49	622,40	1,245
120,00	10,95	624,00	1,248
240,00	15,49	628,20	1,256
480,00	21,91	631,20	1,262
1440,00	37,95	633,00	1,266

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 31/5/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	112,23
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	138,08
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	85,63
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	31,06387948
$W_f [%] =$	61,2518977

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	324,3555234
$S_f [%] =$	639,5656843

Descarga					
peso kg	20,00	60,00	80,00	160,00	320
lect, final	457,50	541,00	567,00	614,20	633,00
Expansion cm	0,09	0,11	0,11	0,12	0,127
Hf (cm)	1,92	1,91	1,90	1,89	1,8894
Presion (Kn/m2)	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	15,822	4,178	0,264		
101,859	20,14	15,822	4,320	0,273	0,0000881	0,0000697
305,577	19,97	15,822	4,145	0,262	0,0000542	0,0000429
407,437	19,88	15,822	4,060	0,257	0,0000530	0,0000419
814,873	19,53	15,822	3,704	0,234	0,0000552	0,0000437
1629,747	18,89	15,822	3,072	0,194	0,0000490	0,0000388
814,873	18,93	15,822	3,109	0,197		
407,437	19,03	15,822	3,204	0,202		
305,577	19,08	15,822	3,256	0,206		
101,859	19,25	15,822	3,423	0,216		

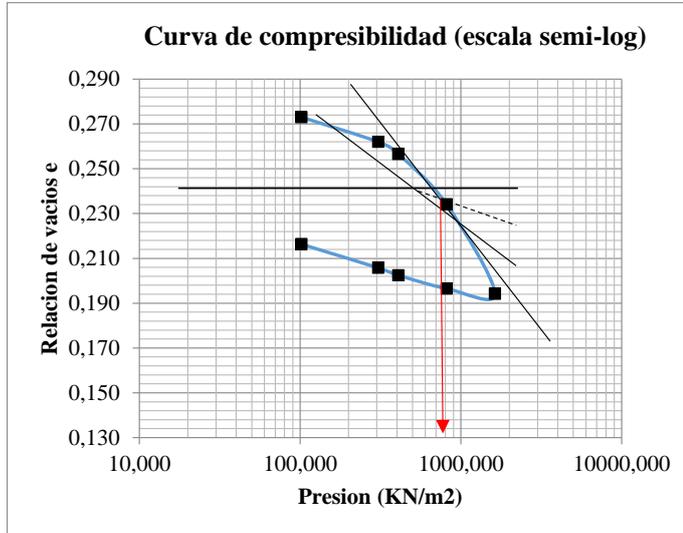


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

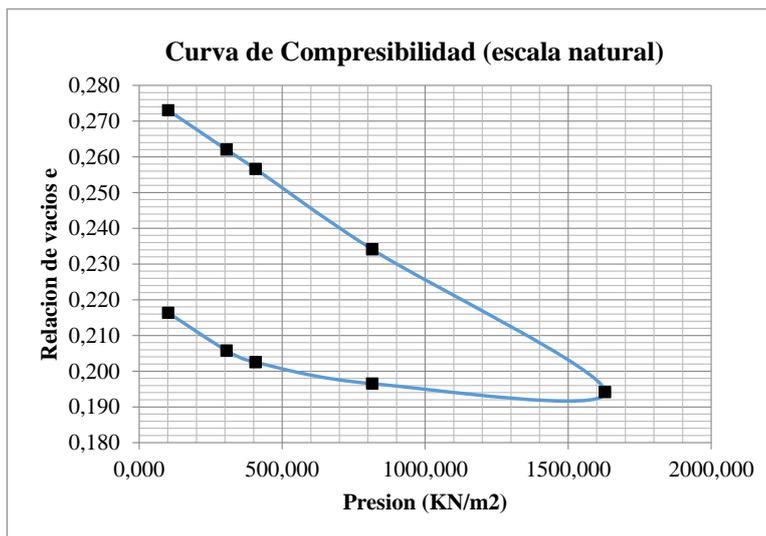
**Fecha:** 31/5/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>780</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,22	780,000
0,19	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,08</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,27	101,859
0,26	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,02</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,21	305,577
0,20	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,03</b>



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 31/5/2022  
**Muestra:** 2

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,26
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	23,45
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	23,45

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **780**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 1,41E-06$  m<sup>2</sup>/s       $\Delta h = 0,024$  m  
 $t = 707547,2$  \*T<sub>v</sub>

U <sub>z</sub> (%)	T <sub>v</sub>	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0024	5660,4	0,24	0,0655
20	0,031	0,0047	21934,0	0,47	0,2539
30	0,071	0,0071	50235,8	0,71	0,5814
40	0,126	0,0095	89150,9	0,95	1,0318
50	0,197	0,0119	139386,8	1,19	1,6133
60	0,287	0,0142	203066,0	1,42	2,3503
70	0,403	0,0166	285141,5	1,66	3,3002
80	0,567	0,0190	401179,2	1,90	4,6433
90	0,848	0,0213	600000,0	2,13	6,9444

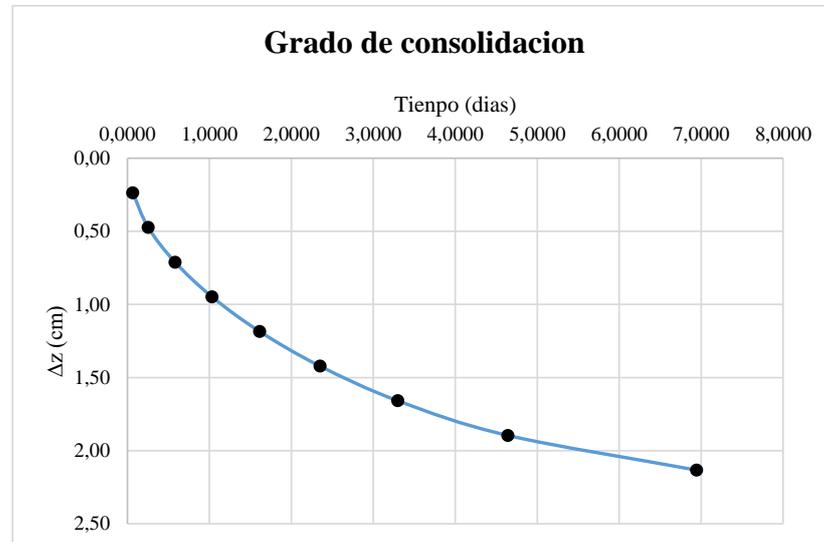


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 31/5/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 1/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

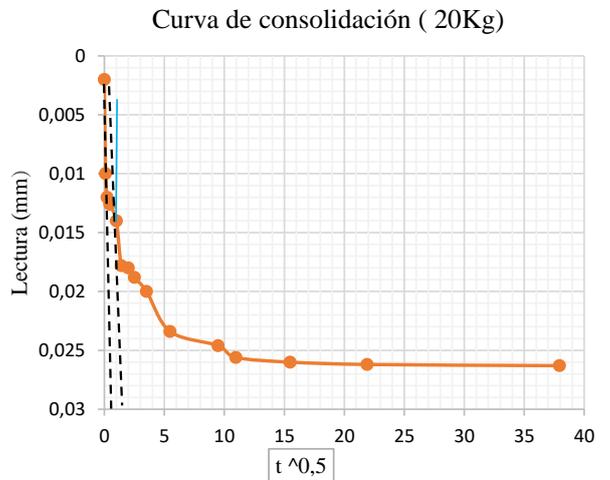
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	90
<b>exp.[cm]</b>	0,018

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,018
<b>Hf [cm]=</b>	2,015

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	1,00	0,002
0,01	0,10	5,00	0,010
0,05	0,22	6,00	0,012
0,20	0,45	6,30	0,013
1,00	1,00	7,00	0,014
2,00	1,41	8,90	0,018
4,00	2,00	9,00	0,018
6,25	2,50	9,40	0,019
12,40	3,52	10,00	0,020
30,00	5,48	11,70	0,023
90,00	9,49	12,30	0,025
120,00	10,95	12,80	0,026
240,00	15,49	13,00	0,026
480,00	21,91	13,10	0,026
1440,00	37,95	13,15	0,026

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	1	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 1/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

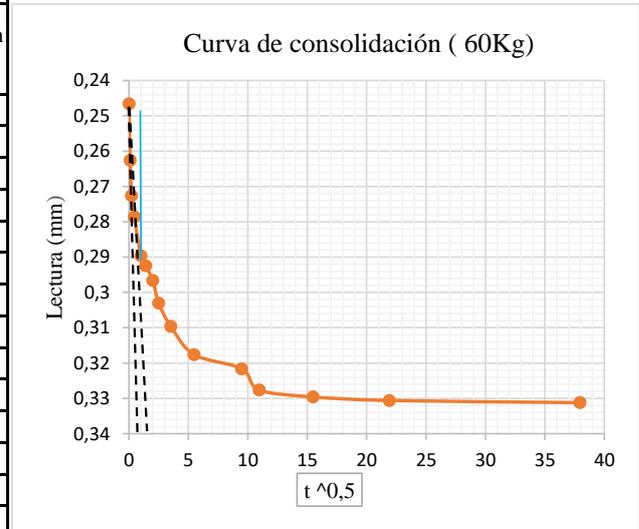
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,015
<b>Hf [cm]=</b>	1,985

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	123,30	0,247
0,01	0,10	131,30	0,263
0,05	0,22	136,30	0,273
0,20	0,45	139,30	0,279
1,00	1,00	144,80	0,290
2,00	1,41	146,20	0,292
4,00	2,00	148,30	0,297
6,25	2,50	151,50	0,303
12,40	3,52	154,80	0,310
30,00	5,48	158,80	0,318
90,00	9,49	160,80	0,322
120,00	10,95	163,80	0,328
240,00	15,49	164,80	0,330
480,00	21,91	165,30	0,331
1440,00	37,95	165,60	0,331

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 1/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

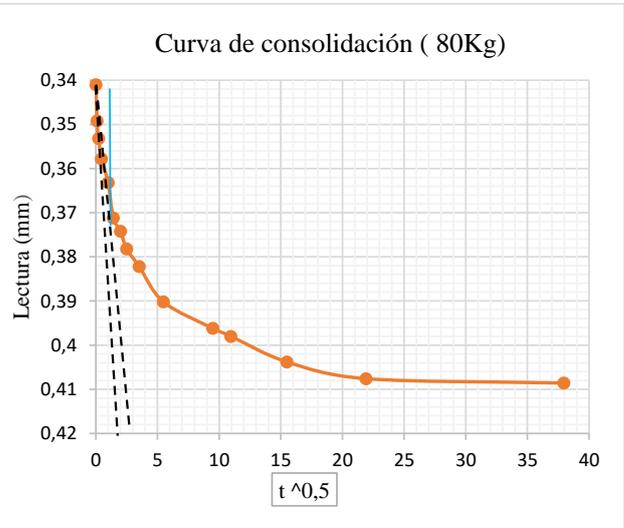
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi (cm)</b>	1,985
<b>Hf (cm)=</b>	1,977

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	170,50	0,341
0,01	0,10	174,60	0,349
0,05	0,22	176,60	0,353
0,20	0,45	178,90	0,358
1,00	1,00	181,60	0,363
2,00	1,41	185,60	0,371
4,00	2,00	187,10	0,374
6,25	2,50	189,10	0,378
12,40	3,52	191,10	0,382
30,00	5,48	195,10	0,390
90,00	9,49	198,10	0,396
120,00	10,95	199,00	0,398
240,00	15,49	201,90	0,404
480,00	21,91	203,80	0,408
1440,00	37,95	204,30	0,409

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 1/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

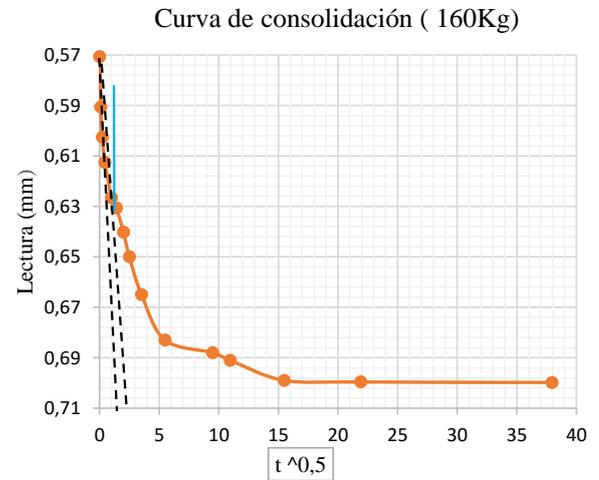
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,977
<b>Hf [cm]=</b>	1,948

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	285,30	0,571
0,01	0,10	295,30	0,591
0,05	0,22	301,30	0,603
0,20	0,45	306,30	0,613
1,00	1,00	313,30	0,627
2,00	1,41	315,30	0,631
4,00	2,00	320,10	0,640
6,25	2,50	325,00	0,650
12,40	3,52	332,50	0,665
30,00	5,48	341,50	0,683
90,00	9,49	344,00	0,688
120,00	10,95	345,50	0,691
240,00	15,49	349,50	0,699
480,00	21,91	349,80	0,700
1440,00	37,95	349,90	0,700

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 1/6/2022  
**Muestra:** 2

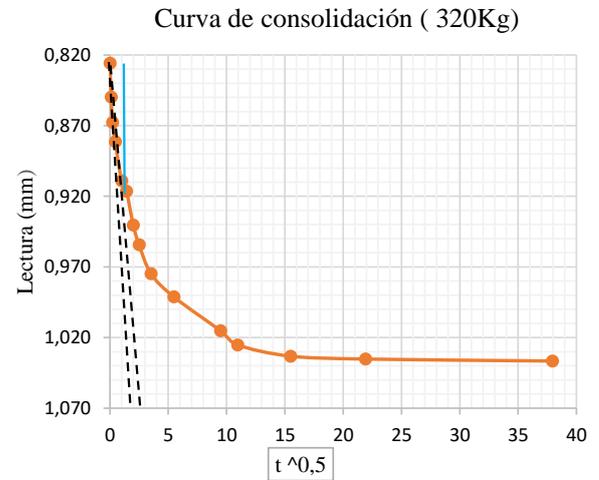
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,948
<b>Hf [cm]=</b>	1,914

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	412,90	0,826
0,01	0,10	424,90	0,850
0,05	0,22	433,90	0,868
0,20	0,45	440,70	0,881
1,00	1,00	454,50	0,909
2,00	1,41	458,20	0,916
4,00	2,00	470,20	0,940
6,25	2,50	477,20	0,954
12,40	3,52	487,40	0,975
30,00	5,48	495,60	0,991
90,00	9,49	507,60	1,015
120,00	10,95	512,60	1,025
240,00	15,49	516,60	1,033
480,00	21,91	517,60	1,035
1440,00	37,95	518,30	1,037

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 1/6/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	113,93
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	139,4
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	86,95
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	31,0293272
$W_f [%] =$	60,32202415

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	349,386984
$S_f [%] =$	679,2196928

Descarga					
<b>peso kg</b>	<b>20,00</b>	<b>60,00</b>	<b>80,00</b>	<b>160,00</b>	<b>320</b>
<b>lect, final</b>	243,10	374,10	433,20	488,00	518,30
<b>Expansion cm</b>	0,05	0,07	0,09	0,10	0,104
<b>Hf (cm)</b>	1,97	1,94	1,93	1,92	1,9143
<b>Presion (Kn/m2)</b>	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	16,066	3,934	0,245		
101,859	20,15	16,066	4,088	0,254	0,0000939	0,0000754
305,577	19,85	16,066	3,783	0,235	0,0000932	0,0000748
407,437	19,77	16,066	3,705	0,231	0,0000473	0,0000380
814,873	19,48	16,066	3,414	0,212	0,0000445	0,0000357
1629,747	19,14	16,066	3,077	0,192	0,0000257	0,0000207
814,873	19,20	16,066	3,138	0,195		
407,437	19,31	16,066	3,247	0,202		
305,577	19,43	16,066	3,366	0,209		
101,859	19,69	16,066	3,628	0,226		

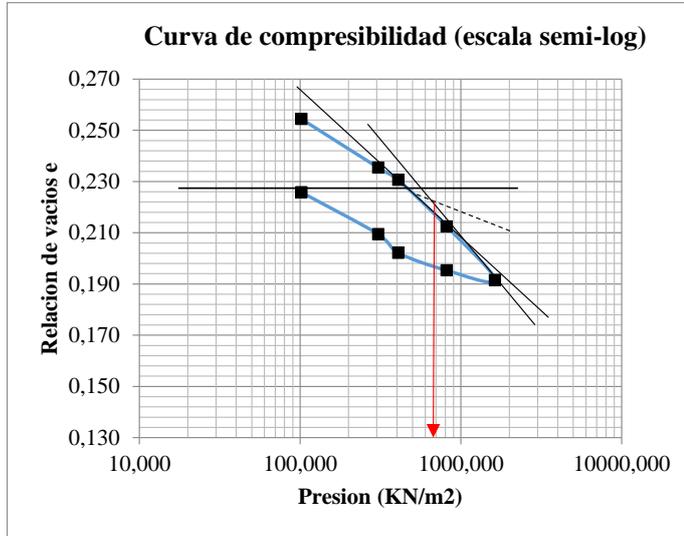


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

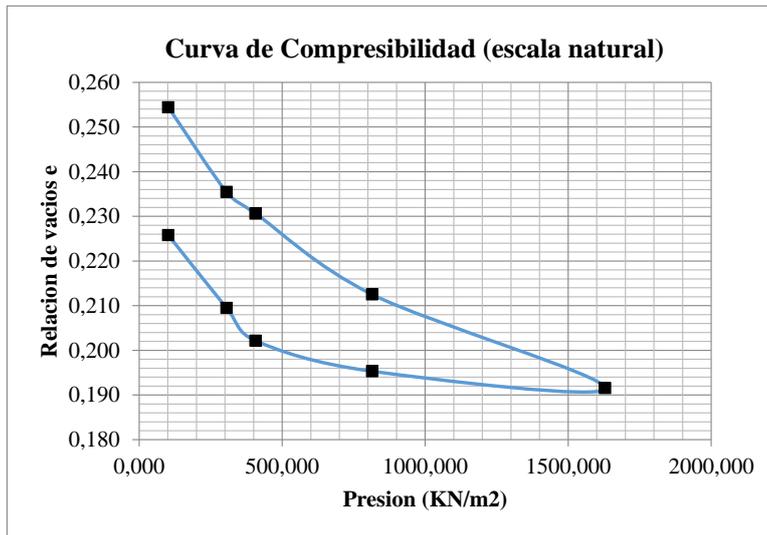
**Fecha:** 1/6/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>700</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,21	700,000
0,19	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,05</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,25	101,859
0,24	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,04</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,21	305,577
0,20	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,06</b>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 1/6/2022  
**Muestra:** 2

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,24
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	23,66
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	23,66

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **700**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 1,17E-06$  m<sup>2</sup>/s       $\Delta h = 0,026$  m  
 $t = 856132,1$  \*T<sub>v</sub>

U <sub>z</sub> (%)	T <sub>v</sub>	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0026	6849,1	0,26	0,0793
20	0,031	0,0052	26540,1	0,52	0,3072
30	0,071	0,0078	60785,4	0,78	0,7035
40	0,126	0,0104	107872,6	1,04	1,2485
50	0,197	0,0130	168658,0	1,30	1,9521
60	0,287	0,0156	245709,9	1,56	2,8439
70	0,403	0,0182	345021,2	1,82	3,9933
80	0,567	0,0208	485426,9	2,08	5,6184
90	0,848	0,0234	726000,0	2,34	8,4028

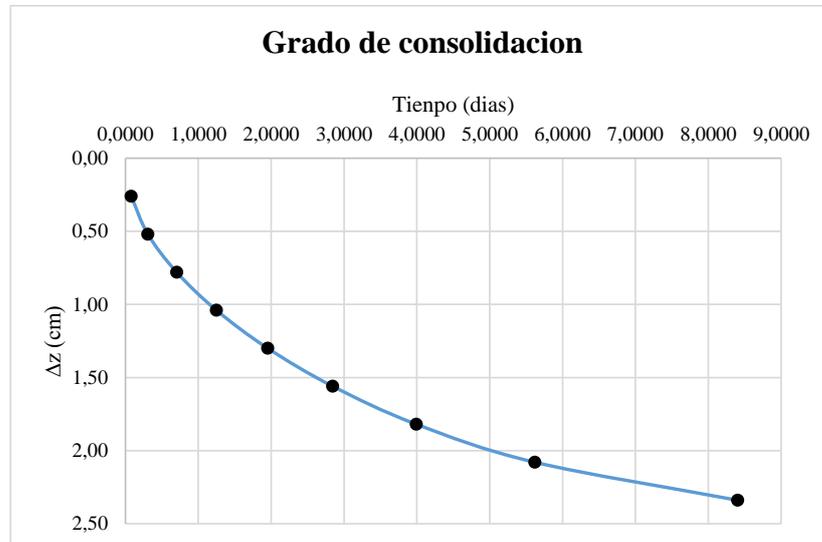


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+20% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 1/6/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 3/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

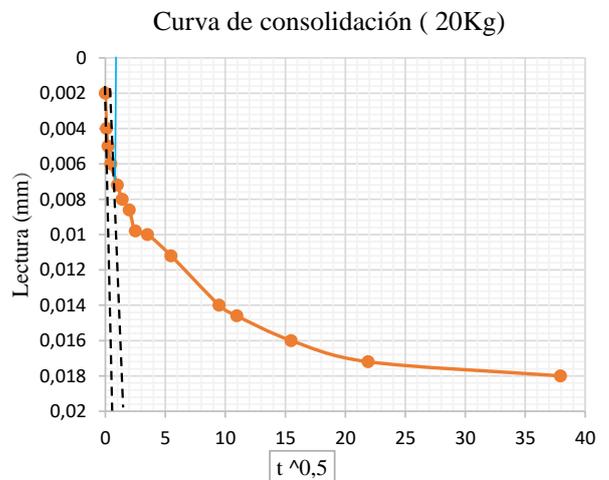
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	80
<b>exp.[cm]</b>	0,016

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,016
<b>Hf [cm]=</b>	2,014

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	1,00	0,002
0,01	0,10	2,00	0,004
0,05	0,22	2,50	0,005
0,20	0,45	3,00	0,006
1,00	1,00	3,60	0,007
2,00	1,41	4,00	0,008
4,00	2,00	4,30	0,009
6,25	2,50	4,90	0,010
12,40	3,52	5,00	0,010
30,00	5,48	5,60	0,011
90,00	9,49	7,00	0,014
120,00	10,95	7,30	0,015
240,00	15,49	8,00	0,016
480,00	21,91	8,60	0,017
1440,00	37,95	9,00	0,018

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,7	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,49	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000173061	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 3/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

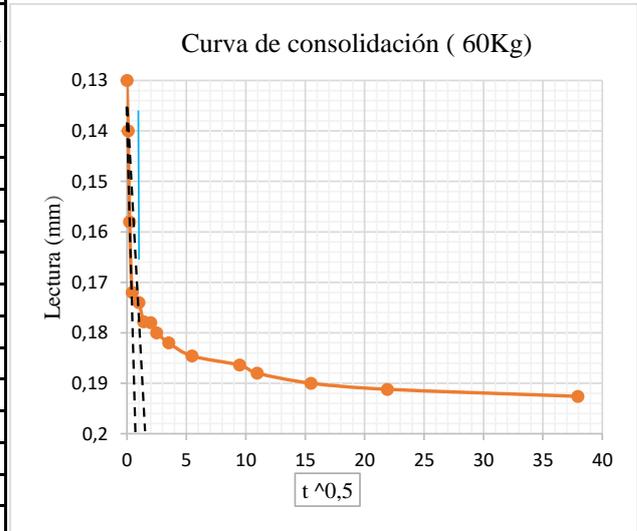
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,014
<b>Hf [cm]</b>	1,997

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	65,00	0,130
0,01	0,10	70,00	0,140
0,05	0,22	79,00	0,158
0,20	0,45	86,00	0,172
1,00	1,00	87,00	0,174
2,00	1,41	88,90	0,178
4,00	2,00	89,00	0,178
6,25	2,50	90,00	0,180
12,40	3,52	91,00	0,182
30,00	5,48	92,30	0,185
90,00	9,49	93,20	0,186
120,00	10,95	94,00	0,188
240,00	15,49	95,00	0,190
480,00	21,91	95,60	0,191
1440,00	37,95	96,30	0,193

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 3/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

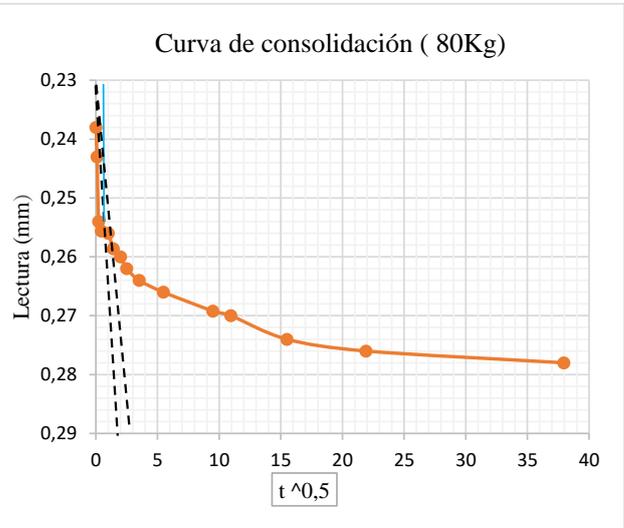
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,997
<b>Hf [cm]=</b>	1,988

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	119,00	0,238
0,01	0,10	121,50	0,243
0,05	0,22	127,00	0,254
0,20	0,45	127,80	0,256
1,00	1,00	128,00	0,256
2,00	1,41	129,30	0,259
4,00	2,00	130,00	0,260
6,25	2,50	131,00	0,262
12,40	3,52	132,00	0,264
30,00	5,48	133,00	0,266
90,00	9,49	134,60	0,269
120,00	10,95	135,00	0,270
240,00	15,49	137,00	0,274
480,00	21,91	138,00	0,276
1440,00	37,95	139,00	0,278

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 3/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

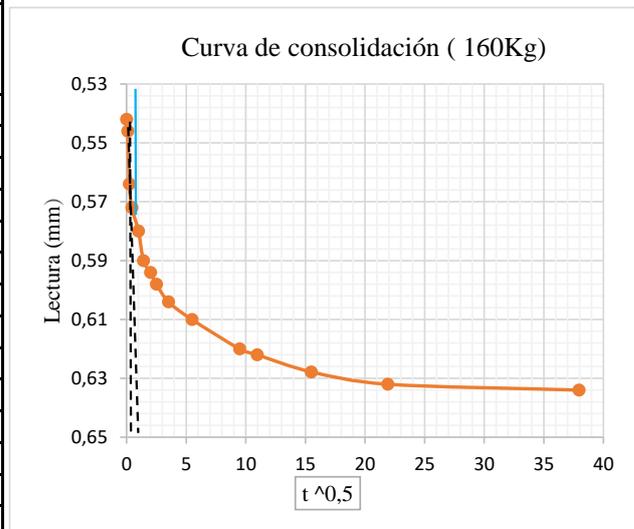
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,988
<b>Hf [cm]</b>	1,953

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	271,00	0,542
0,01	0,10	273,00	0,546
0,05	0,22	282,00	0,564
0,20	0,45	286,00	0,572
1,00	1,00	290,00	0,580
2,00	1,41	295,00	0,590
4,00	2,00	297,00	0,594
6,25	2,50	299,00	0,598
12,40	3,52	302,00	0,604
30,00	5,48	305,00	0,610
90,00	9,49	310,00	0,620
120,00	10,95	311,00	0,622
240,00	15,49	313,90	0,628
480,00	21,91	316,00	0,632
1440,00	37,95	317,00	0,634

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	0,81	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 3/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

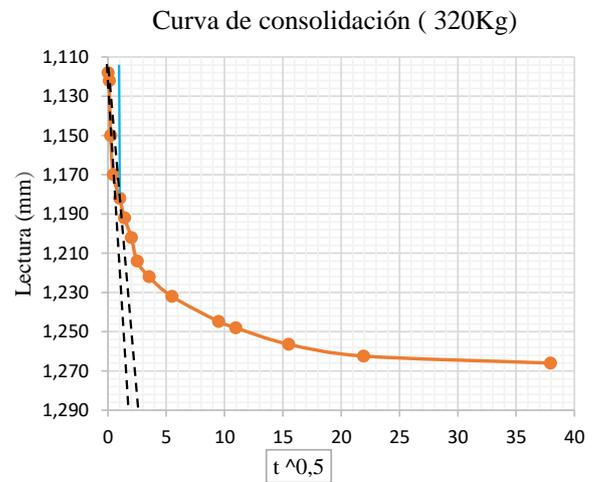
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,953
<b>Hf [cm]</b>	1,889

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	559,00	1,118
0,01	0,10	561,00	1,122
0,05	0,22	575,00	1,150
0,20	0,45	585,00	1,170
1,00	1,00	591,00	1,182
2,00	1,41	596,00	1,192
4,00	2,00	601,00	1,202
6,25	2,50	607,00	1,214
12,40	3,52	611,00	1,222
30,00	5,48	616,00	1,232
90,00	9,49	622,40	1,245
120,00	10,95	624,00	1,248
240,00	15,49	628,20	1,256
480,00	21,91	631,20	1,262
1440,00	37,95	633,00	1,266

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 3/6/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	112,23
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	138,08
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	85,63
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	31,06387948
$W_f [%] =$	61,2518977

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	324,3555234
$S_f [%] =$	639,5656843

Descarga					
<b>peso kg</b>	<b>20,00</b>	<b>60,00</b>	<b>80,00</b>	<b>160,00</b>	<b>320</b>
<b>lect, final</b>	368,10	489,10	548,20	603,00	633,00
<b>Expansion cm</b>	0,07	0,10	0,11	0,12	0,127
<b>Hf (cm)</b>	1,94	1,92	1,91	1,90	1,8894
<b>Presion (Kn/m2)</b>	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	15,822	4,178	0,264		
101,859	20,14	15,822	4,320	0,273	0,0000881	0,0000697
305,577	19,97	15,822	4,145	0,262	0,0000542	0,0000429
407,437	19,88	15,822	4,060	0,257	0,0000530	0,0000419
814,873	19,53	15,822	3,704	0,234	0,0000552	0,0000437
1629,747	18,89	15,822	3,072	0,194	0,0000490	0,0000388
814,873	18,95	15,822	3,132	0,198		
407,437	19,06	15,822	3,241	0,205		
305,577	19,18	15,822	3,360	0,212		
101,859	19,42	15,822	3,602	0,228		

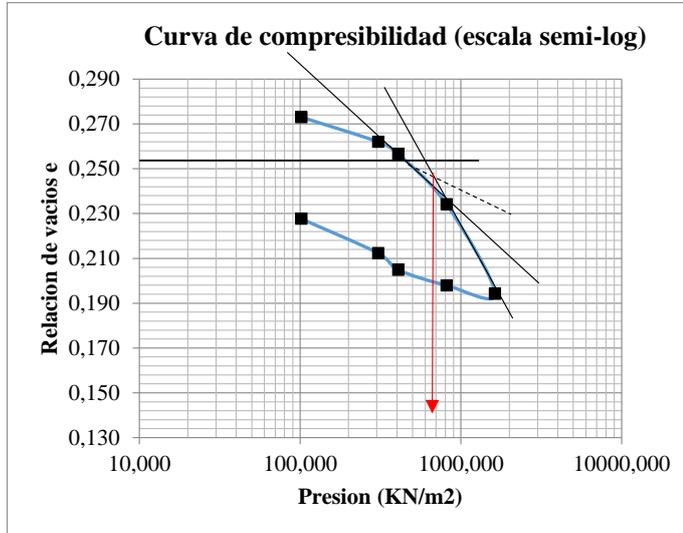


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

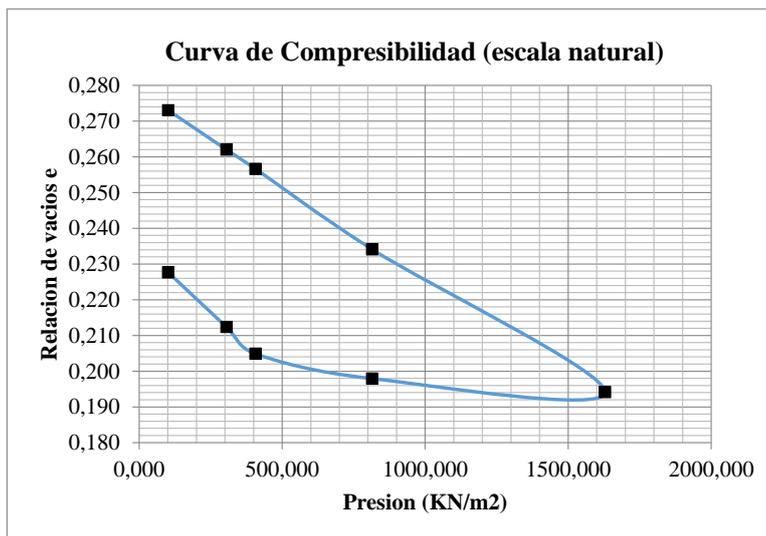
**Fecha:** 3/6/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>700</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,23	700,000
0,19	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,11</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,27	101,859
0,26	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,02</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,21	305,577
0,20	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,06</b>



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 3/6/2022  
**Muestra:** 2

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,26
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	23,45
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	23,45

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **700**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 1,41E-06$  m<sup>2</sup>/s       $\Delta h = 0,024$  m  
 $t = 707547,2$  \* $T_v$

Uz (%)	Tv	$\Delta z = \Delta h * (Uz/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0024	5660,4	0,24	0,0655
20	0,031	0,0047	21934,0	0,47	0,2539
30	0,071	0,0071	50235,8	0,71	0,5814
40	0,126	0,0095	89150,9	0,95	1,0318
50	0,197	0,0119	139386,8	1,19	1,6133
60	0,287	0,0142	203066,0	1,42	2,3503
70	0,403	0,0166	285141,5	1,66	3,3002
80	0,567	0,0190	401179,2	1,90	4,6433
90	0,848	0,0213	600000,0	2,13	6,9444

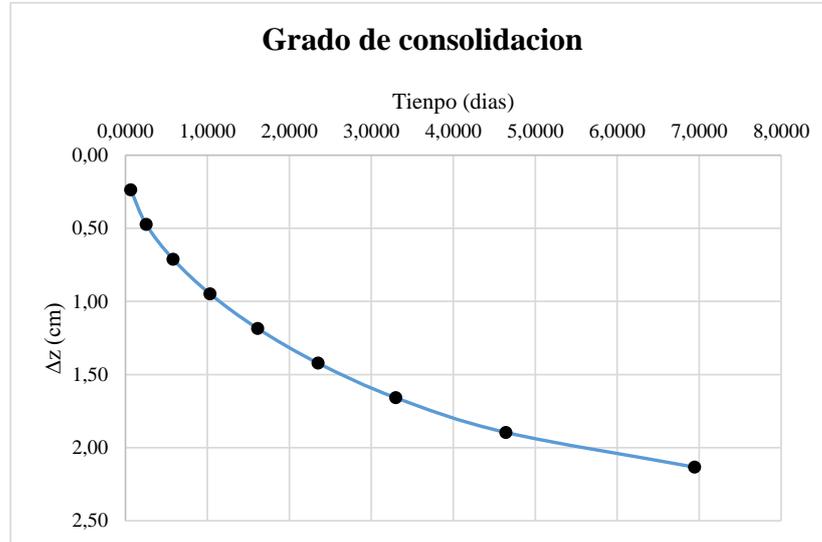


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 3/6/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 7/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

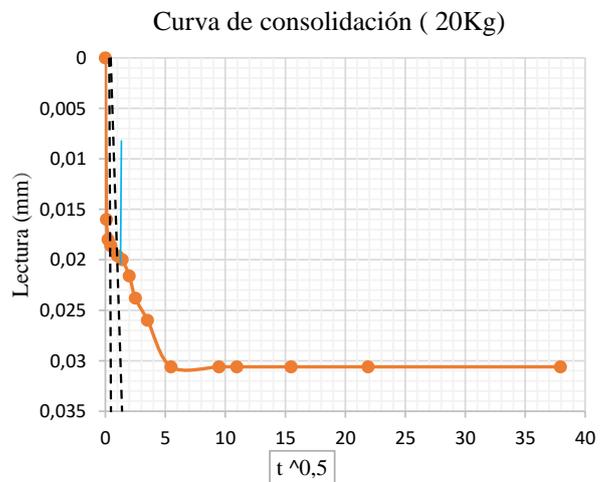
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	85
<b>exp.[cm]</b>	0,017

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,017
<b>Hf [cm]=</b>	2,014

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	8,00	0,016
0,05	0,22	9,00	0,018
0,20	0,45	9,30	0,019
1,00	1,00	9,80	0,020
2,00	1,41	10,00	0,020
4,00	2,00	10,80	0,022
6,25	2,50	11,90	0,024
12,40	3,52	13,00	0,026
30,00	5,48	15,30	0,031
90,00	9,49	15,30	0,031
120,00	10,95	15,30	0,031
240,00	15,49	15,30	0,031
480,00	21,91	15,30	0,031
1440,00	37,95	15,30	0,031

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	1	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 7/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

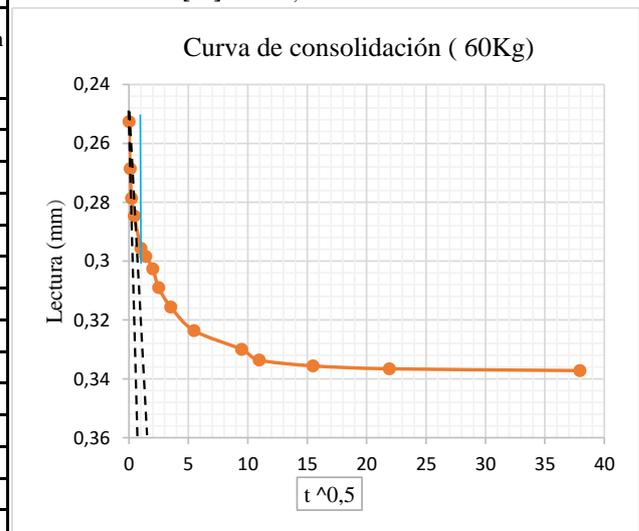
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,014
<b>Hf [cm]=</b>	1,983

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	126,30	0,253
0,01	0,10	134,30	0,269
0,05	0,22	139,30	0,279
0,20	0,45	142,30	0,285
1,00	1,00	147,80	0,296
2,00	1,41	149,20	0,298
4,00	2,00	151,30	0,303
6,25	2,50	154,50	0,309
12,40	3,52	157,80	0,316
30,00	5,48	161,80	0,324
90,00	9,49	165,00	0,330
120,00	10,95	166,80	0,334
240,00	15,49	167,80	0,336
480,00	21,91	168,30	0,337
1440,00	37,95	168,60	0,337

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 7/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

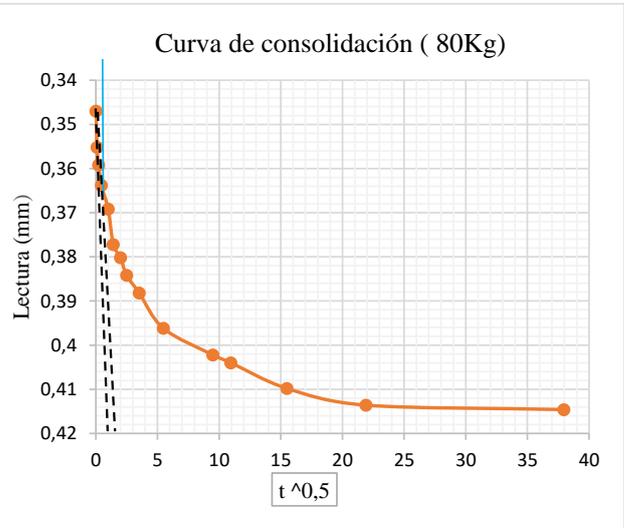
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,983
<b>Hf [cm]=</b>	1,976

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	173,50	0,347
0,01	0,10	177,60	0,355
0,05	0,22	179,60	0,359
0,20	0,45	181,90	0,364
1,00	1,00	184,60	0,369
2,00	1,41	188,60	0,377
4,00	2,00	190,10	0,380
6,25	2,50	192,10	0,384
12,40	3,52	194,10	0,388
30,00	5,48	198,10	0,396
90,00	9,49	201,10	0,402
120,00	10,95	202,00	0,404
240,00	15,49	204,90	0,410
480,00	21,91	206,80	0,414
1440,00	37,95	207,30	0,415

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,8	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,64	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0001325	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 7/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

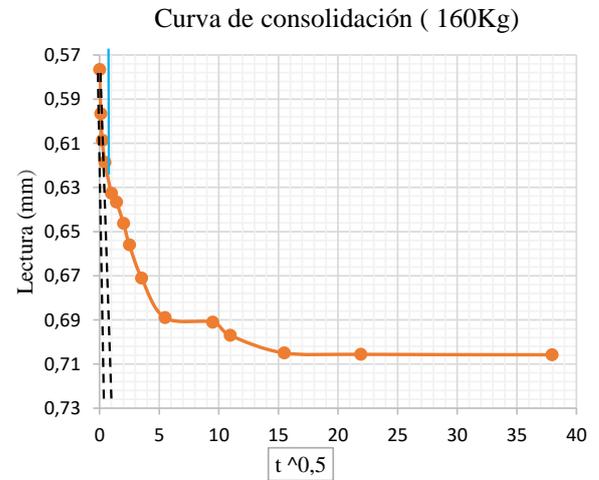
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,976
<b>Hf [cm]=</b>	1,946

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	288,30	0,577
0,01	0,10	298,30	0,597
0,05	0,22	304,30	0,609
0,20	0,45	309,30	0,619
1,00	1,00	316,30	0,633
2,00	1,41	318,30	0,637
4,00	2,00	323,10	0,646
6,25	2,50	328,00	0,656
12,40	3,52	335,50	0,671
30,00	5,48	344,50	0,689
90,00	9,49	345,50	0,691
120,00	10,95	348,50	0,697
240,00	15,49	352,50	0,705
480,00	21,91	352,80	0,706
1440,00	37,95	352,90	0,706

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 7/6/2022  
**Muestra:** 2

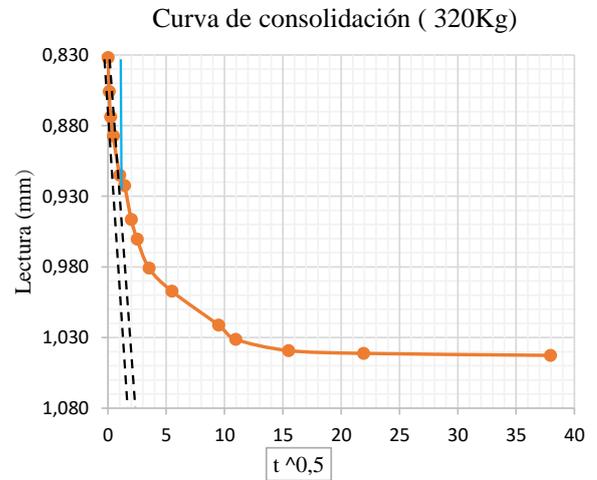
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,946
<b>Hf [cm]=</b>	1,913

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	415,90	0,832
0,01	0,10	427,90	0,856
0,05	0,22	436,90	0,874
0,20	0,45	443,70	0,887
1,00	1,00	457,50	0,915
2,00	1,41	461,20	0,922
4,00	2,00	473,20	0,946
6,25	2,50	480,20	0,960
12,40	3,52	490,40	0,981
30,00	5,48	498,60	0,997
90,00	9,49	510,60	1,021
120,00	10,95	515,60	1,031
240,00	15,49	519,60	1,039
480,00	21,91	520,60	1,041
1440,00	37,95	521,30	1,043

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 7/6/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	113,93
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	139,4
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	86,95
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	31,0293272
$W_f [%] =$	60,32202415

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	349,386984
$S_f [%] =$	679,2196928

Descarga					
peso kg	20,00	60,00	80,00	160,00	320
lect, final	256,40	377,40	440,70	495,00	521,30
Expansion cm	0,05	0,08	0,09	0,10	0,104
Hf (cm)	1,97	1,94	1,93	1,92	1,9127
Presion (Kn/m2)	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	16,066	3,934	0,245		
101,859	20,14	16,066	4,073	0,254	0,0000852	0,0000684
305,577	19,83	16,066	3,767	0,234	0,0000937	0,0000753
407,437	19,76	16,066	3,689	0,230	0,0000473	0,0000380
814,873	19,46	16,066	3,398	0,212	0,0000445	0,0000357
1629,747	19,13	16,066	3,061	0,191	0,0000257	0,0000207
814,873	19,18	16,066	3,114	0,194		
407,437	19,29	16,066	3,222	0,201		
305,577	19,42	16,066	3,349	0,208		
101,859	19,66	16,066	3,591	0,224		

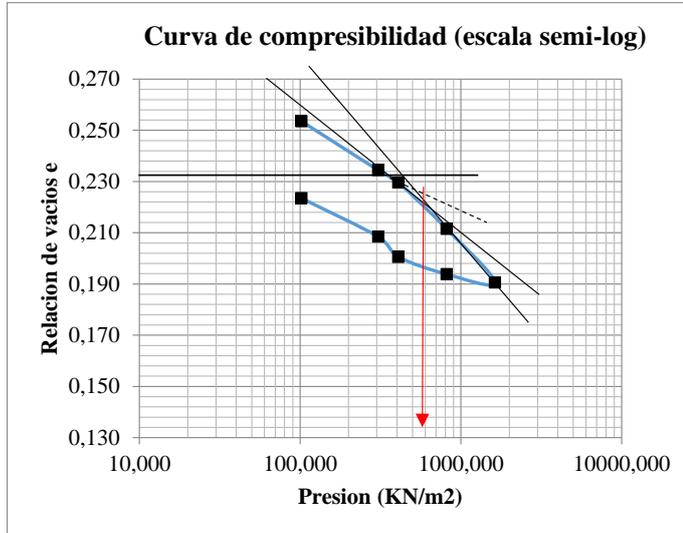


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
 DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

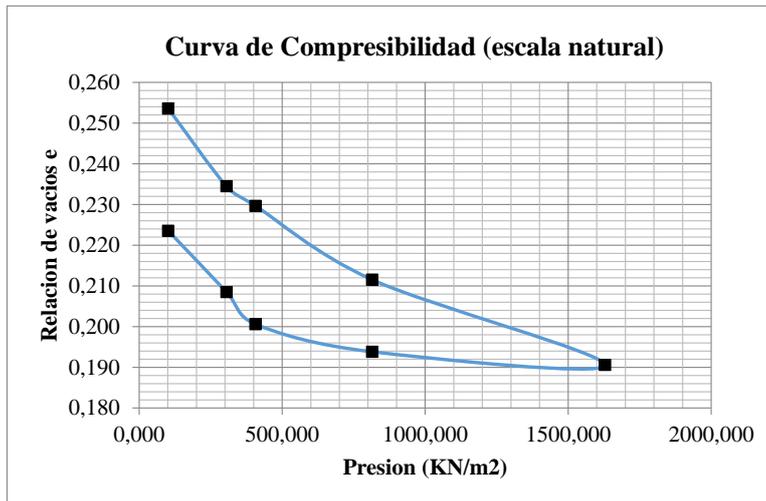
**Fecha:** 7/6/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>600</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,23	600,000
0,19	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,09</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,25	101,859
0,23	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,04</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,21	305,577
0,20	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,06</b>



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 7/6/2022  
**Muestra:** 2

GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,24
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	23,66
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	23,66

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **600**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

GRADO DE CONSOLIDACION

$C_v = 1,41E-06$  m<sup>2</sup>/s  $\Delta h = 0,027$  m  
 $t = 707547,2$  \*T<sub>v</sub>

U <sub>z</sub> (%)	T <sub>v</sub>	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0027	5660,4	0,27	0,0655
20	0,031	0,0054	21934,0	0,54	0,2539
30	0,071	0,0080	50235,8	0,80	0,5814
40	0,126	0,0107	89150,9	1,07	1,0318
50	0,197	0,0134	139386,8	1,34	1,6133
60	0,287	0,0161	203066,0	1,61	2,3503
70	0,403	0,0188	285141,5	1,88	3,3002
80	0,567	0,0214	401179,2	2,14	4,6433
90	0,848	0,0241	600000,0	2,41	6,9444

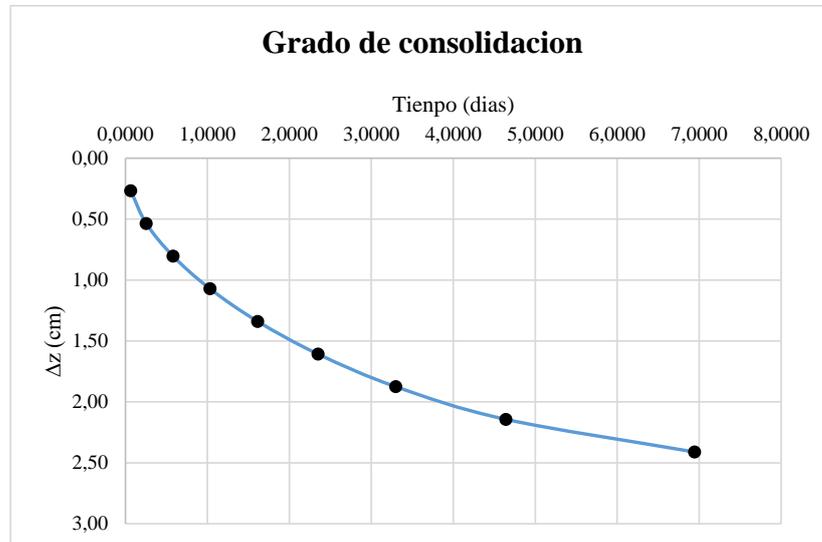


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 7/6/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

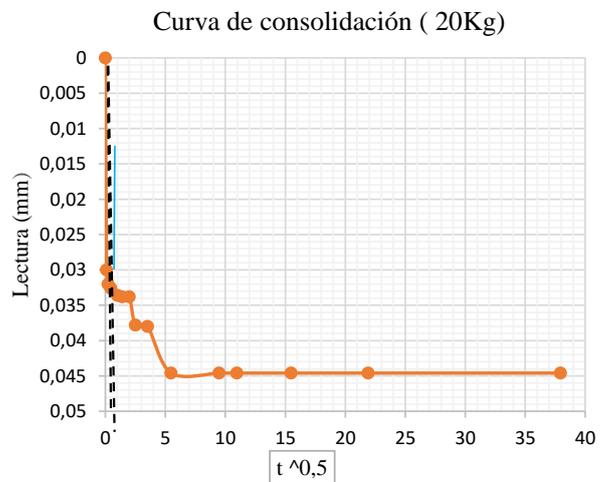
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	88
<b>exp.[cm]</b>	0,018

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,018
<b>Hf [cm]=</b>	2,013

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	15,00	0,030
0,05	0,22	16,00	0,032
0,20	0,45	16,30	0,033
1,00	1,00	16,80	0,034
2,00	1,41	16,90	0,034
4,00	2,00	16,90	0,034
6,25	2,50	18,90	0,038
12,40	3,52	19,00	0,038
30,00	5,48	22,30	0,045
90,00	9,49	22,30	0,045
120,00	10,95	22,30	0,045
240,00	15,49	22,30	0,045
480,00	21,91	22,30	0,045
1440,00	37,95	22,30	0,045

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,8	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	0,64	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,0001325	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

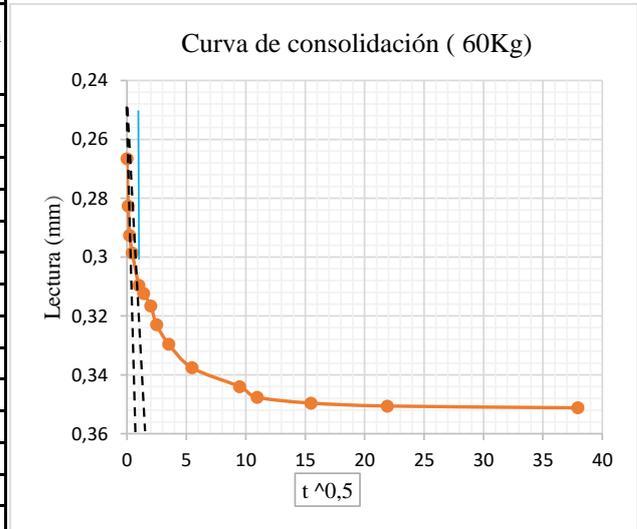
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,013
<b>Hf [cm]=</b>	1,982

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	133,30	0,267
0,01	0,10	141,30	0,283
0,05	0,22	146,30	0,293
0,20	0,45	149,30	0,299
1,00	1,00	154,80	0,310
2,00	1,41	156,20	0,312
4,00	2,00	158,30	0,317
6,25	2,50	161,50	0,323
12,40	3,52	164,80	0,330
30,00	5,48	168,80	0,338
90,00	9,49	172,00	0,344
120,00	10,95	173,80	0,348
240,00	15,49	174,80	0,350
480,00	21,91	175,30	0,351
1440,00	37,95	175,60	0,351

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

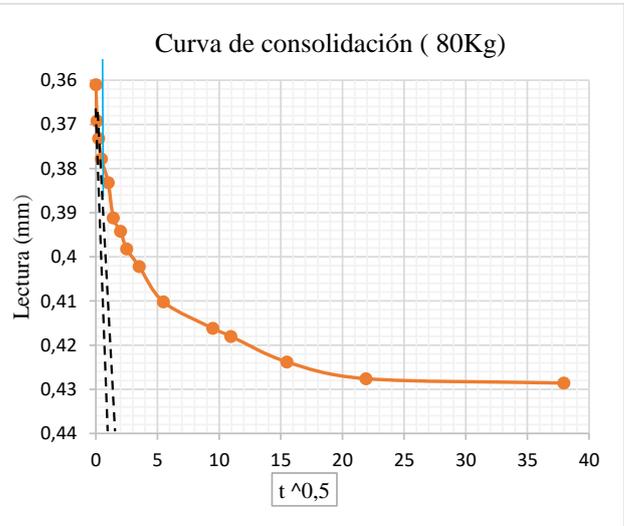
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi (cm)</b>	1,982
<b>Hf (cm)=</b>	1,975

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	180,50	0,361
0,01	0,10	184,60	0,369
0,05	0,22	186,60	0,373
0,20	0,45	188,90	0,378
1,00	1,00	191,60	0,383
2,00	1,41	195,60	0,391
4,00	2,00	197,10	0,394
6,25	2,50	199,10	0,398
12,40	3,52	201,10	0,402
30,00	5,48	205,10	0,410
90,00	9,49	208,10	0,416
120,00	10,95	209,00	0,418
240,00	15,49	211,90	0,424
480,00	21,91	213,80	0,428
1440,00	37,95	214,30	0,429

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	0,8	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	0,64	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
$cv =$	0,0001325	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

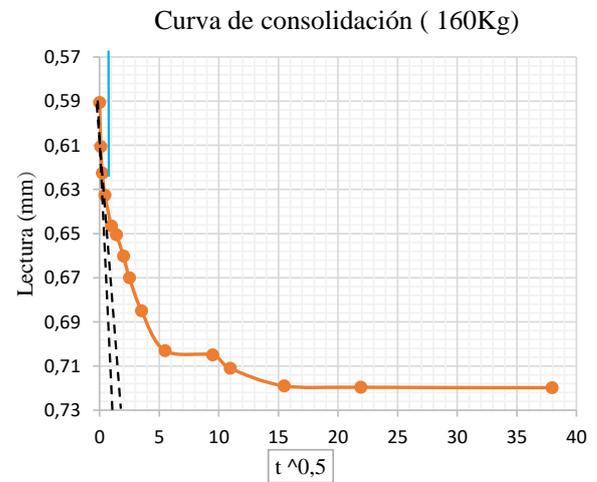
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,975
<b>Hf [cm]</b>	1,946

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	295,30	0,591
0,01	0,10	305,30	0,611
0,05	0,22	311,30	0,623
0,20	0,45	316,30	0,633
1,00	1,00	323,30	0,647
2,00	1,41	325,30	0,651
4,00	2,00	330,10	0,660
6,25	2,50	335,00	0,670
12,40	3,52	342,50	0,685
30,00	5,48	351,50	0,703
90,00	9,49	352,50	0,705
120,00	10,95	355,50	0,711
240,00	15,49	359,50	0,719
480,00	21,91	359,80	0,720
1440,00	37,95	359,90	0,720

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup></b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%</b>	0,81	min
<b>t 90%</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup></b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

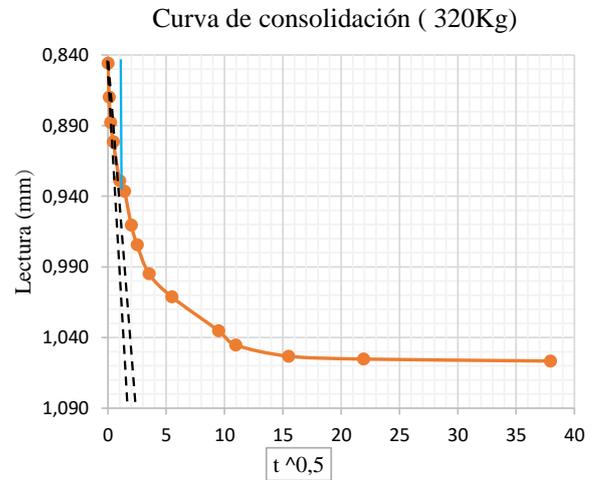
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,946
<b>Hf [cm]=</b>	1,912

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	422,90	0,846
0,01	0,10	434,90	0,870
0,05	0,22	443,90	0,888
0,20	0,45	450,70	0,901
1,00	1,00	464,50	0,929
2,00	1,41	468,20	0,936
4,00	2,00	480,20	0,960
6,25	2,50	487,20	0,974
12,40	3,52	497,40	0,995
30,00	5,48	505,60	1,011
90,00	9,49	517,60	1,035
120,00	10,95	522,60	1,045
240,00	15,49	526,60	1,053
480,00	21,91	527,60	1,055
1440,00	37,95	528,30	1,057

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	m <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/6/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	113,23
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	138,88
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	86,43
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	31,00775194
$W_f [%] =$	60,68494736

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	338,7813379
$S_f [%] =$	663,025417

Descarga					
<b>peso kg</b>	<b>20,00</b>	<b>60,00</b>	<b>80,00</b>	<b>160,00</b>	<b>320</b>
<b>lect, final</b>	267,00	368,10	420,00	500,00	528,30
<b>Expansion cm</b>	0,05	0,07	0,08	0,10	0,106
<b>Hf (cm)</b>	1,96	1,94	1,93	1,92	1,9119
<b>Presion (Kn/m2)</b>	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	15,970	4,030	0,252		
101,859	20,13	15,970	4,161	0,261	0,0000808	0,0000645
305,577	19,82	15,970	3,855	0,241	0,0000942	0,0000753
407,437	19,75	15,970	3,777	0,237	0,0000476	0,0000380
814,873	19,46	15,970	3,486	0,218	0,0000448	0,0000357
1629,747	19,12	15,970	3,149	0,197	0,0000259	0,0000207
814,873	19,18	15,970	3,206	0,201		
407,437	19,34	15,970	3,366	0,211		
305,577	19,44	15,970	3,470	0,217		
101,859	19,64	15,970	3,672	0,230		

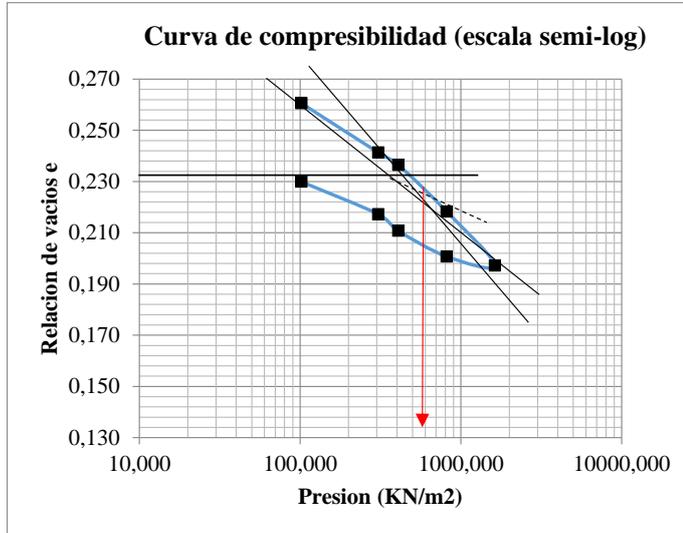


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

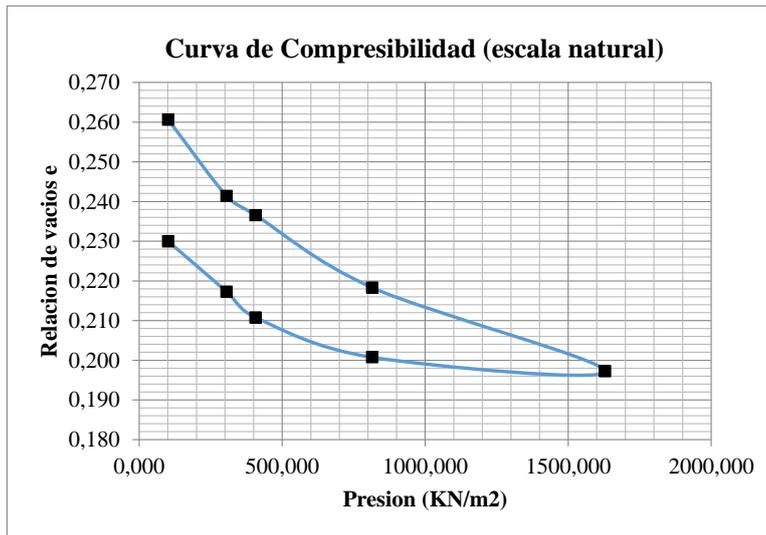
**Fecha:** 8/6/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'_c =$	<b>600</b>
---------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,22	600,000
0,20	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,05</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,26	101,859
0,24	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,04</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,22	305,577
0,21	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,05</b>



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/6/2022  
**Muestra:** 2

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,25
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	23,57
Ezfuerso efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	23,57

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **600**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 1,41E-06$  m<sup>2</sup>/s       $\Delta h = 0,027$  m  
 $t = 707547,2$  \*T<sub>v</sub>

U <sub>z</sub> (%)	T <sub>v</sub>	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0027	5660,4	0,27	0,0655
20	0,031	0,0054	21934,0	0,54	0,2539
30	0,071	0,0082	50235,8	0,82	0,5814
40	0,126	0,0109	89150,9	1,09	1,0318
50	0,197	0,0136	139386,8	1,36	1,6133
60	0,287	0,0163	203066,0	1,63	2,3503
70	0,403	0,0190	285141,5	1,90	3,3002
80	0,567	0,0218	401179,2	2,18	4,6433
90	0,848	0,0245	600000,0	2,45	6,9444

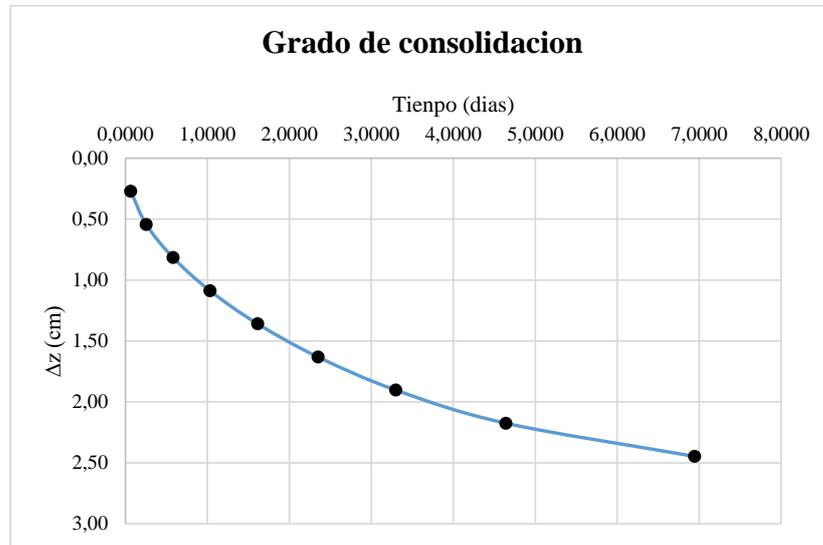


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+25% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 8/6/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

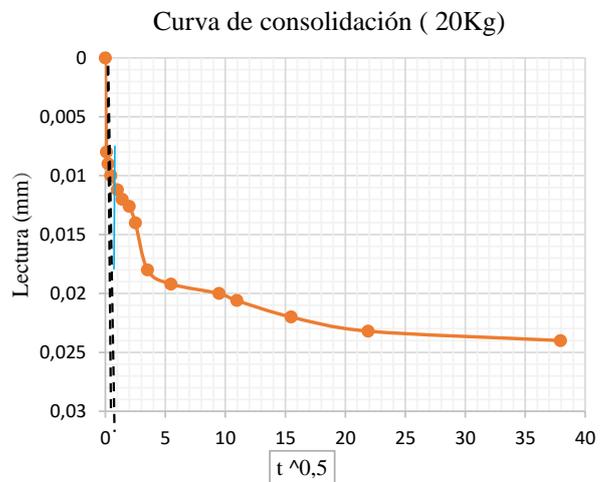
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	80
<b>exp.[cm]</b>	0,016

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,016
<b>Hf [cm]=</b>	2,014

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	0,00	0,000
0,01	0,10	4,00	0,008
0,05	0,22	4,50	0,009
0,20	0,45	5,00	0,010
1,00	1,00	5,60	0,011
2,00	1,41	6,00	0,012
4,00	2,00	6,30	0,013
6,25	2,50	7,00	0,014
12,40	3,52	9,00	0,018
30,00	5,48	9,60	0,019
90,00	9,49	10,00	0,020
120,00	10,95	10,30	0,021
240,00	15,49	11,00	0,022
480,00	21,91	11,60	0,023
1440,00	37,95	12,00	0,024

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,8	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,64	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0001325	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/6/2022  
**Muestra:** 2

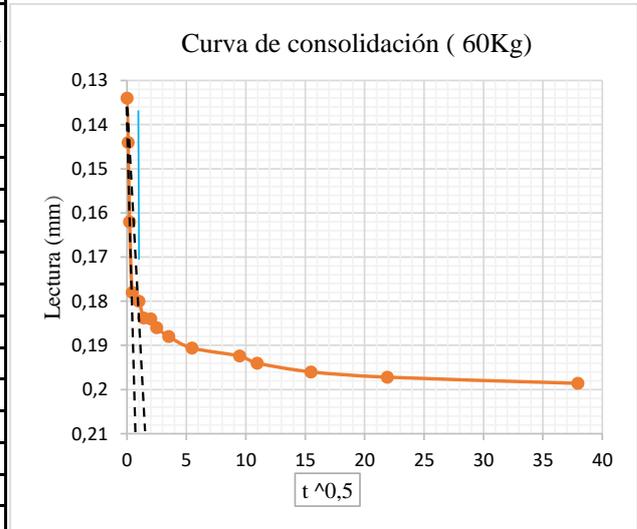
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,014
<b>Hf [cm]</b>	1,996

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	67,00	0,134
0,01	0,10	72,00	0,144
0,05	0,22	81,00	0,162
0,20	0,45	89,00	0,178
1,00	1,00	90,00	0,180
2,00	1,41	91,90	0,184
4,00	2,00	92,00	0,184
6,25	2,50	93,00	0,186
12,40	3,52	94,00	0,188
30,00	5,48	95,30	0,191
90,00	9,49	96,20	0,192
120,00	10,95	97,00	0,194
240,00	15,49	98,00	0,196
480,00	21,91	98,60	0,197
1440,00	37,95	99,30	0,199

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1,1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1,21	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	7,00826E-05	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

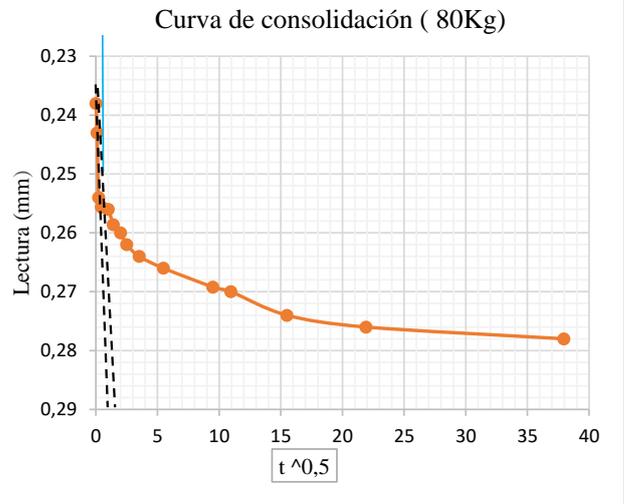
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi (cm)</b>	1,996
<b>Hf (cm)=</b>	1,988

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	119,00	0,238
0,01	0,10	121,50	0,243
0,05	0,22	127,00	0,254
0,20	0,45	127,80	0,256
1,00	1,00	128,00	0,256
2,00	1,41	129,30	0,259
4,00	2,00	130,00	0,260
6,25	2,50	131,00	0,262
12,40	3,52	132,00	0,264
30,00	5,48	133,00	0,266
90,00	9,49	134,60	0,269
120,00	10,95	135,00	0,270
240,00	15,49	137,00	0,274
480,00	21,91	138,00	0,276
1440,00	37,95	139,00	0,278

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	1	min <sup>2</sup>
$t\ 90\% =$	1	min
$t\ 90\% =$	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	m <sup>2</sup>
$cv =$	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/6/2022  
**Muestra:** 2

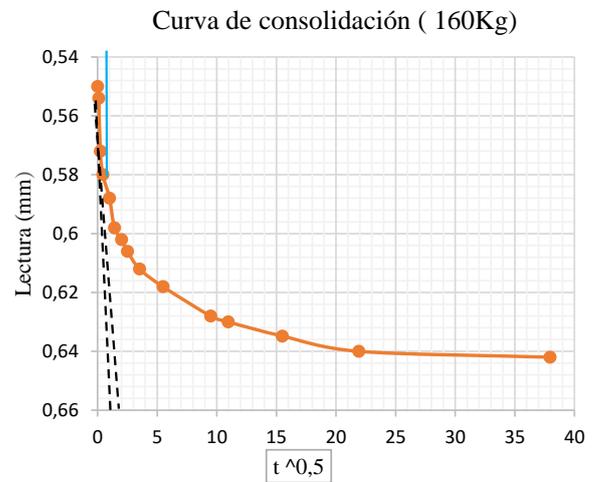
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,988
<b>Hf [cm]=</b>	1,952

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	275,00	0,550
0,01	0,10	277,00	0,554
0,05	0,22	286,00	0,572
0,20	0,45	290,00	0,580
1,00	1,00	294,00	0,588
2,00	1,41	299,00	0,598
4,00	2,00	301,00	0,602
6,25	2,50	303,00	0,606
12,40	3,52	306,00	0,612
30,00	5,48	309,00	0,618
90,00	9,49	314,00	0,628
120,00	10,95	315,00	0,630
240,00	15,49	317,40	0,635
480,00	21,91	320,00	0,640
1440,00	37,95	321,00	0,642

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

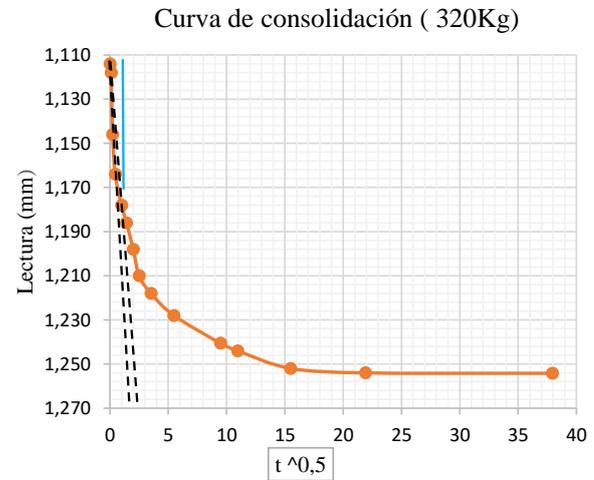
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,952
<b>Hf [cm]</b>	1,891

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	557,00	1,114
0,01	0,10	559,00	1,118
0,05	0,22	573,00	1,146
0,20	0,45	582,00	1,164
1,00	1,00	589,00	1,178
2,00	1,41	593,00	1,186
4,00	2,00	599,00	1,198
6,25	2,50	605,00	1,210
12,40	3,52	609,00	1,218
30,00	5,48	614,00	1,228
90,00	9,49	620,30	1,241
120,00	10,95	622,00	1,244
240,00	15,49	626,00	1,252
480,00	21,91	627,00	1,254
1440,00	37,95	627,10	1,254

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



$(t\ 90\%)^{0,5} =$	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
$(Hdr)^{0,2} =$	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** María Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/6/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	113,23
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	138,88
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	86,43
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	31,00775194
$W_f [%] =$	60,68494736

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	338,7813379
$S_f [%] =$	663,025417

Descarga					
<b>peso kg</b>	<b>20,00</b>	<b>60,00</b>	<b>80,00</b>	<b>160,00</b>	<b>320</b>
<b>lect, final</b>	364,00	483,10	542,20	597,00	627,10
<b>Expansion cm</b>	0,07	0,10	0,11	0,12	0,125
<b>Hf (cm)</b>	1,94	1,92	1,91	1,90	1,8906
<b>Presion (Kn/m2)</b>	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	15,970	4,030	0,252		
101,859	20,14	15,970	4,166	0,261	0,0000836	0,0000668
305,577	19,96	15,970	3,991	0,250	0,0000537	0,0000429
407,437	19,88	15,970	3,912	0,245	0,0000488	0,0000390
814,873	19,52	15,970	3,548	0,222	0,0000559	0,0000447
1629,747	18,91	15,970	2,936	0,184	0,0000470	0,0000376
814,873	18,97	15,970	2,996	0,188		
407,437	19,08	15,970	3,106	0,194		
305,577	19,19	15,970	3,224	0,202		
101,859	19,43	15,970	3,462	0,217		

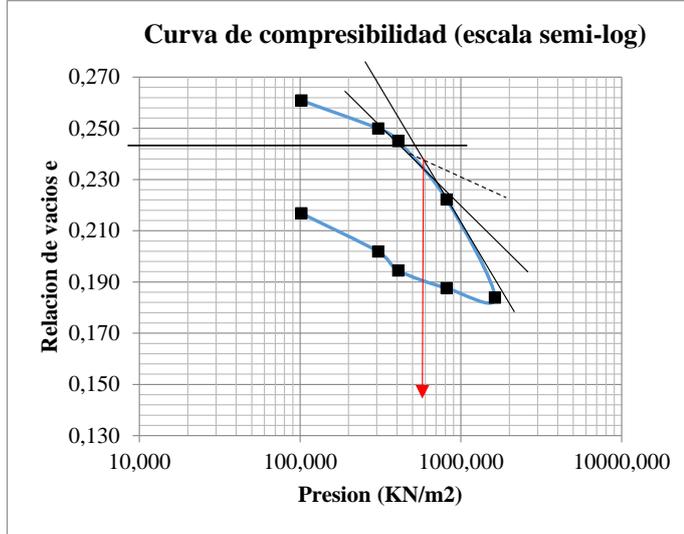


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

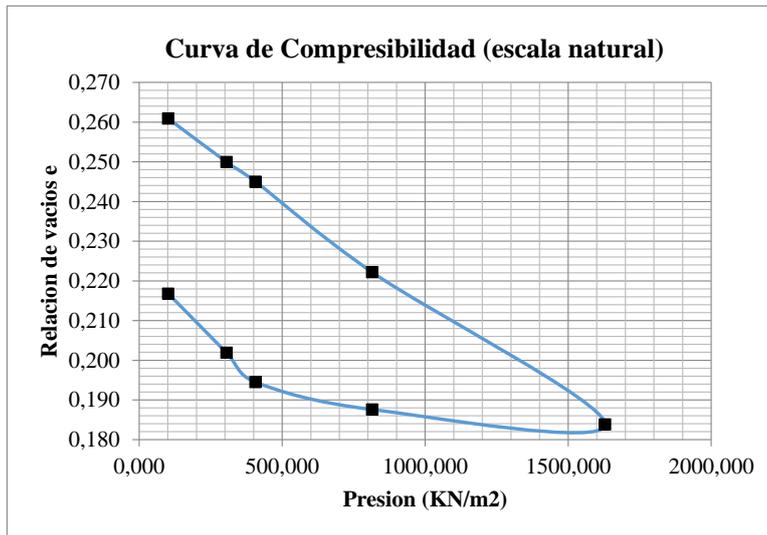
**Fecha:** 13/6/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>600</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,24	600,000
0,18	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,12</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,26	101,859
0,25	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,02</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,20	305,577
0,19	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,06</b>



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/6/2022  
**Muestra:** 2

GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,25
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	23,57
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	23,57

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **600**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

GRADO DE CONSOLIDACION

$C_v = 1,74E-06$  m<sup>2</sup>/s  $\Delta h = 0,024$  m  
 $t = 573113,2$  \*T<sub>v</sub>

U <sub>z</sub> (%)	T <sub>v</sub>	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0024	4584,9	0,24	0,0531
20	0,031	0,0048	17766,5	0,48	0,2056
30	0,071	0,0072	40691,0	0,72	0,4710
40	0,126	0,0096	72212,3	0,96	0,8358
50	0,197	0,0121	112903,3	1,21	1,3068
60	0,287	0,0145	164483,5	1,45	1,9037
70	0,403	0,0169	230964,6	1,69	2,6732
80	0,567	0,0193	324955,2	1,93	3,7611
90	0,848	0,0217	486000,0	2,17	5,6250

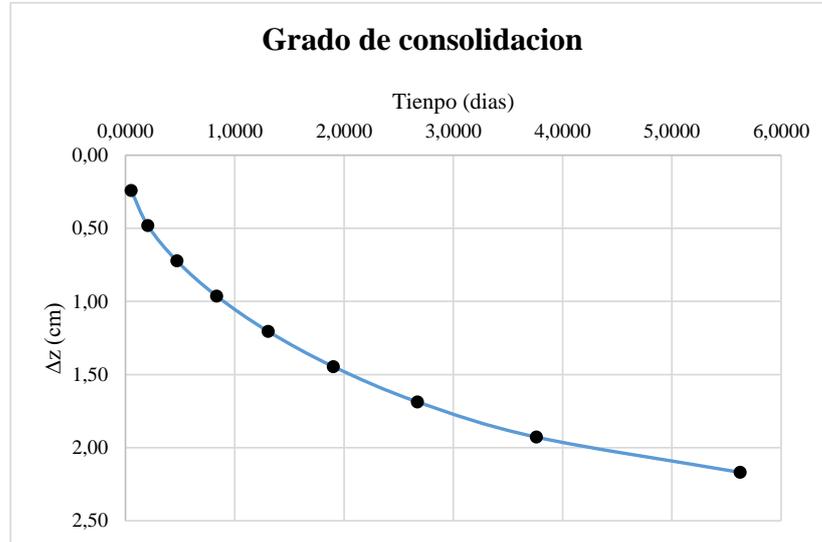


UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 13/6/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 9/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

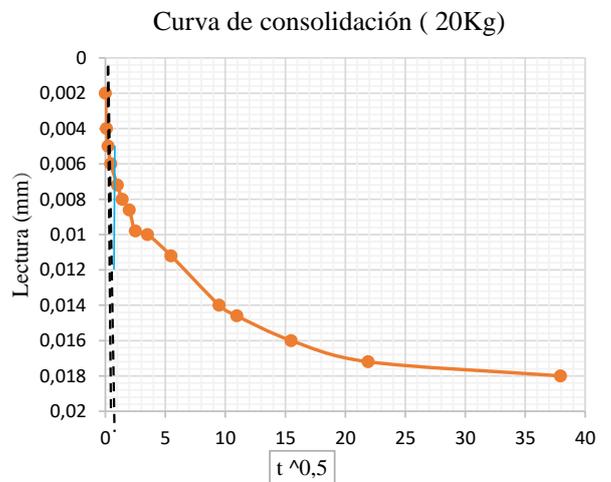
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	80
<b>exp.[cm]</b>	0,016

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,016
<b>Hf [cm]=</b>	2,014

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	1,00	0,002
0,01	0,10	2,00	0,004
0,05	0,22	2,50	0,005
0,20	0,45	3,00	0,006
1,00	1,00	3,60	0,007
2,00	1,41	4,00	0,008
4,00	2,00	4,30	0,009
6,25	2,50	4,90	0,010
12,40	3,52	5,00	0,010
30,00	5,48	5,60	0,011
90,00	9,49	7,00	0,014
120,00	10,95	7,30	0,015
240,00	15,49	8,00	0,016
480,00	21,91	8,60	0,017
1440,00	37,95	9,00	0,018

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,6	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,36	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000235556	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 9/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

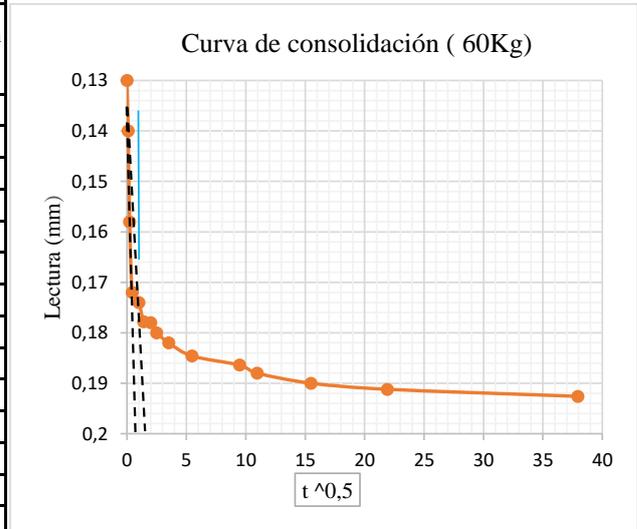
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,014
<b>Hf [cm]=</b>	1,997

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	65,00	0,130
0,01	0,10	70,00	0,140
0,05	0,22	79,00	0,158
0,20	0,45	86,00	0,172
1,00	1,00	87,00	0,174
2,00	1,41	88,90	0,178
4,00	2,00	89,00	0,178
6,25	2,50	90,00	0,180
12,40	3,52	91,00	0,182
30,00	5,48	92,30	0,185
90,00	9,49	93,20	0,186
120,00	10,95	94,00	0,188
240,00	15,49	95,00	0,190
480,00	21,91	95,60	0,191
1440,00	37,95	96,30	0,193

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 9/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

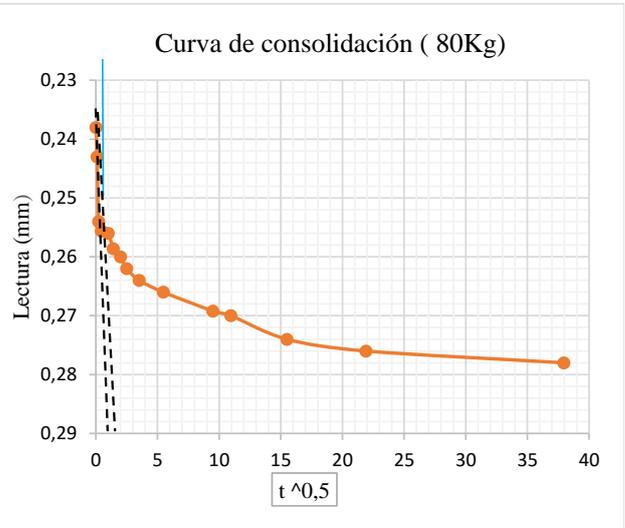
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi (cm)</b>	1,997
<b>Hf (cm)=</b>	1,988

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	119,00	0,238
0,01	0,10	121,50	0,243
0,05	0,22	127,00	0,254
0,20	0,45	127,80	0,256
1,00	1,00	128,00	0,256
2,00	1,41	129,30	0,259
4,00	2,00	130,00	0,260
6,25	2,50	131,00	0,262
12,40	3,52	132,00	0,264
30,00	5,48	133,00	0,266
90,00	9,49	134,60	0,269
120,00	10,95	135,00	0,270
240,00	15,49	137,00	0,274
480,00	21,91	138,00	0,276
1440,00	37,95	139,00	0,278

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	0,81	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	m <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 9/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

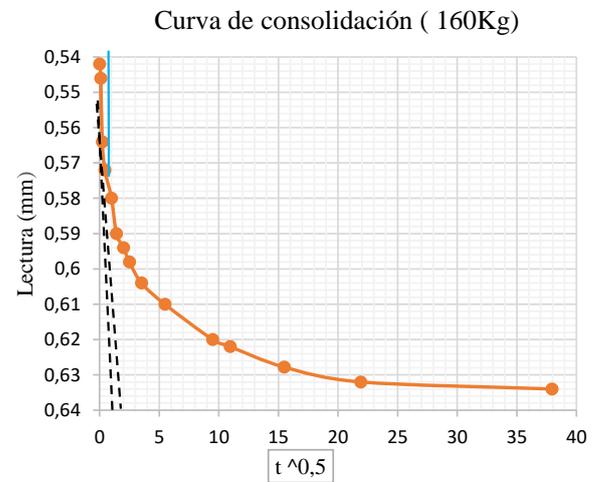
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,988
<b>Hf [cm]</b>	1,953

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr	Deformacion (mm)
0,00	0,00	271,00	0,542
0,01	0,10	273,00	0,546
0,05	0,22	282,00	0,564
0,20	0,45	286,00	0,572
1,00	1,00	290,00	0,580
2,00	1,41	295,00	0,590
4,00	2,00	297,00	0,594
6,25	2,50	299,00	0,598
12,40	3,52	302,00	0,604
30,00	5,48	305,00	0,610
90,00	9,49	310,00	0,620
120,00	10,95	311,00	0,622
240,00	15,49	313,90	0,628
480,00	21,91	316,00	0,632
1440,00	37,95	317,00	0,634

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,81	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 9/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

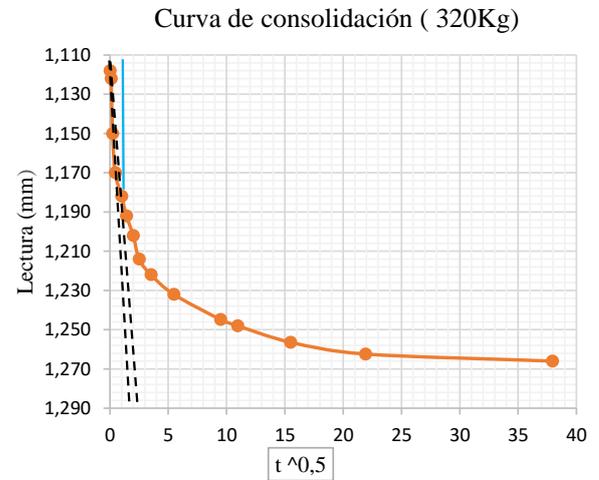
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,953
<b>Hf [cm]</b>	1,889

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	559,00	1,118
0,01	0,10	561,00	1,122
0,05	0,22	575,00	1,150
0,20	0,45	585,00	1,170
1,00	1,00	591,00	1,182
2,00	1,41	596,00	1,192
4,00	2,00	601,00	1,202
6,25	2,50	607,00	1,214
12,40	3,52	611,00	1,222
30,00	5,48	616,00	1,232
90,00	9,49	622,40	1,245
120,00	10,95	624,00	1,248
240,00	15,49	628,20	1,256
480,00	21,91	631,20	1,262
1440,00	37,95	633,00	1,266

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup></b> =	0,8	min <sup>2</sup>
<b>t 90%</b> =	0,64	min
<b>t 90%</b> =	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup></b> =	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv</b> =	0,0001325	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 9/6/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	112,23
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	138,08
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	85,63
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	31,06387948
$W_f [%] =$	61,2518977

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	324,3555234
$S_f [%] =$	639,5656843

Descarga					
peso kg	20,00	60,00	80,00	160,00	320
lect, final	457,50	541,00	567,00	614,20	633,00
Expansion cm	0,09	0,11	0,11	0,12	0,127
Hf (cm)	1,92	1,91	1,90	1,89	1,8894
Presion (Kn/m2)	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	15,822	4,178	0,264		
101,859	20,14	15,822	4,320	0,273	0,0000881	0,0000697
305,577	19,97	15,822	4,145	0,262	0,0000542	0,0000429
407,437	19,88	15,822	4,060	0,257	0,0000530	0,0000419
814,873	19,53	15,822	3,704	0,234	0,0000552	0,0000437
1629,747	18,89	15,822	3,072	0,194	0,0000490	0,0000388
814,873	18,93	15,822	3,109	0,197		
407,437	19,03	15,822	3,204	0,202		
305,577	19,08	15,822	3,256	0,206		
101,859	19,25	15,822	3,423	0,216		

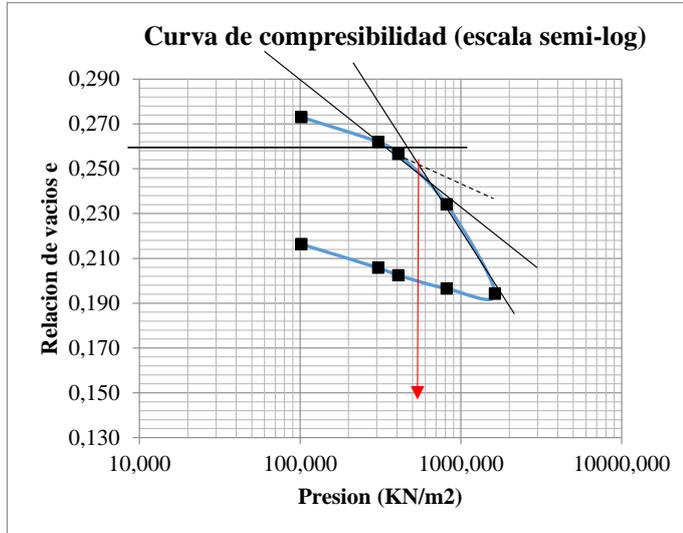


**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

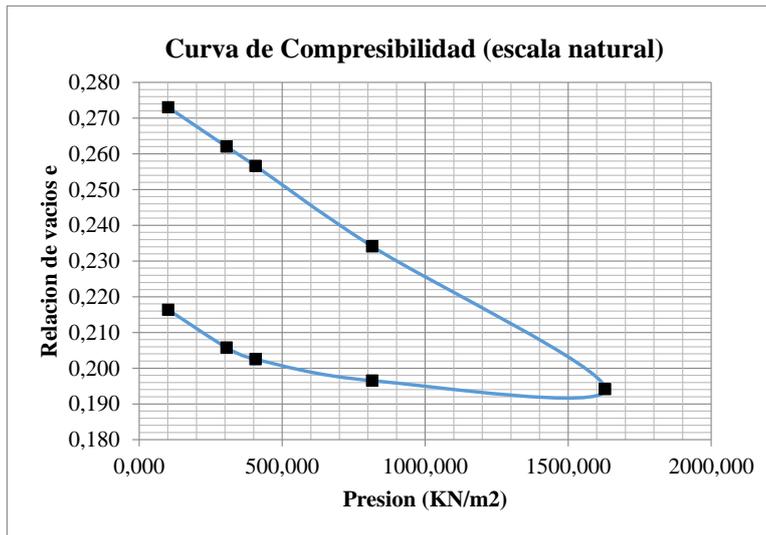
**Fecha:** 9/6/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>570</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,25	570,000
0,19	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,13</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,27	101,859
0,26	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,02</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,21	305,577
0,20	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,03</b>



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 9/6/2022  
**Muestra:** 2

GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,26
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	23,45
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	23,45

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **570**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

GRADO DE CONSOLIDACION

$C_v = 2,21E-06$  m<sup>2</sup>/s  $\Delta h = 0,024$  m  
 $t = 452830,2$  \*T<sub>v</sub>

U <sub>z</sub> (%)	T <sub>v</sub>	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0024	3622,6	0,24	0,0419
20	0,031	0,0047	14037,7	0,47	0,1625
30	0,071	0,0071	32150,9	0,71	0,3721
40	0,126	0,0095	57056,6	0,95	0,6604
50	0,197	0,0119	89207,5	1,19	1,0325
60	0,287	0,0142	129962,3	1,42	1,5042
70	0,403	0,0166	182490,6	1,66	2,1122
80	0,567	0,0190	256754,7	1,90	2,9717
90	0,848	0,0213	384000,0	2,13	4,4444

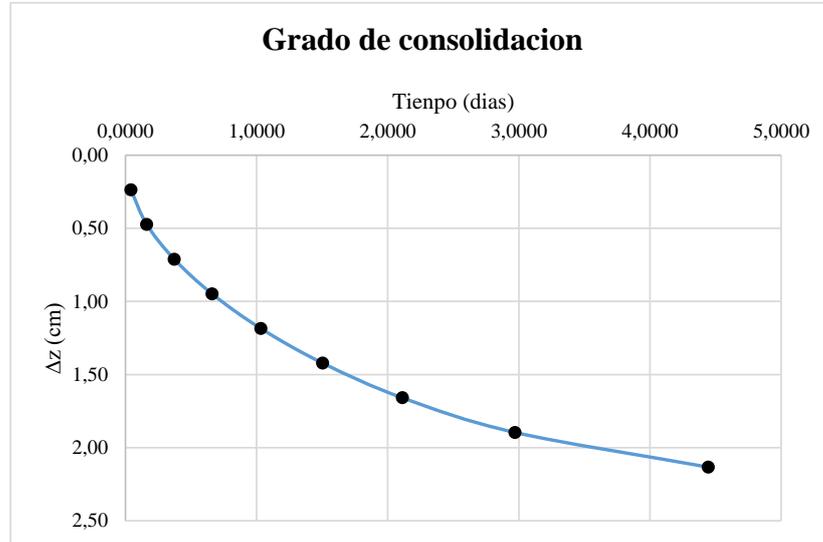


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 9/6/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 10/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**

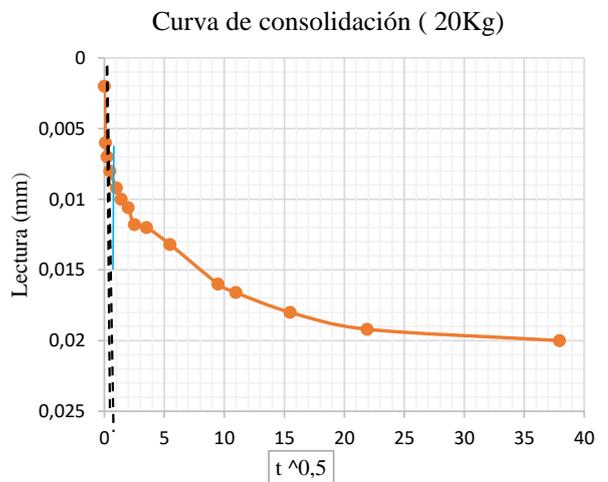
Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 20,00 Kg  
 Presión = 1,02 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 101,86 KN/m<sup>2</sup>

Expansión	
<b>Lec. Inic.</b>	80
<b>exp.[cm]</b>	0,016

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,016
<b>Hf [cm]=</b>	2,014

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometro	Deformacion (mm)
0,00	0,00	1,00	0,002
0,01	0,10	3,00	0,006
0,05	0,22	3,50	0,007
0,20	0,45	4,00	0,008
1,00	1,00	4,60	0,009
2,00	1,41	5,00	0,010
4,00	2,00	5,30	0,011
6,25	2,50	5,90	0,012
12,40	3,52	6,00	0,012
30,00	5,48	6,60	0,013
90,00	9,49	8,00	0,016
120,00	10,95	8,30	0,017
240,00	15,49	9,00	0,018
480,00	21,91	9,60	0,019
1440,00	37,95	10,00	0,020

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	0,6	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,36	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,000235556	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 10/6/2022  
**Muestra:** 2

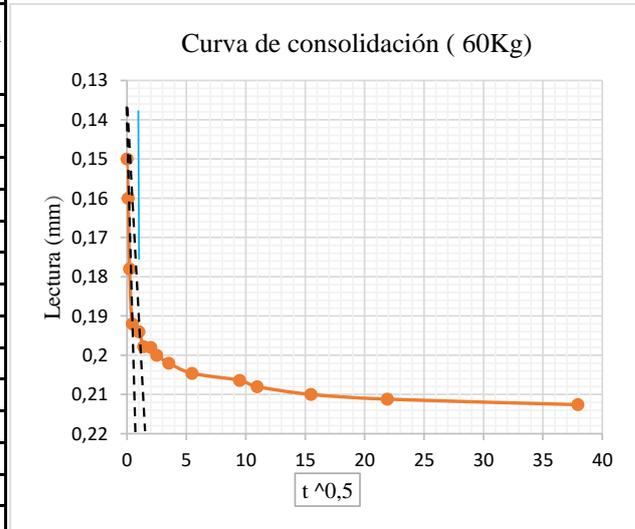
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 60,00 Kg  
 Presión = 3,06 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 305,58 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	2,014
<b>Hf [cm]</b>	1,995

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	75,00	0,150
0,01	0,10	80,00	0,160
0,05	0,22	89,00	0,178
0,20	0,45	96,00	0,192
1,00	1,00	97,00	0,194
2,00	1,41	98,90	0,198
4,00	2,00	99,00	0,198
6,25	2,50	100,00	0,200
12,40	3,52	101,00	0,202
30,00	5,48	102,30	0,205
90,00	9,49	103,20	0,206
120,00	10,95	104,00	0,208
240,00	15,49	105,00	0,210
480,00	21,91	105,60	0,211
1440,00	37,95	106,30	0,213

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)^0,5 =</b>	1	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	1	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)^0,2=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0000848	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 10/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

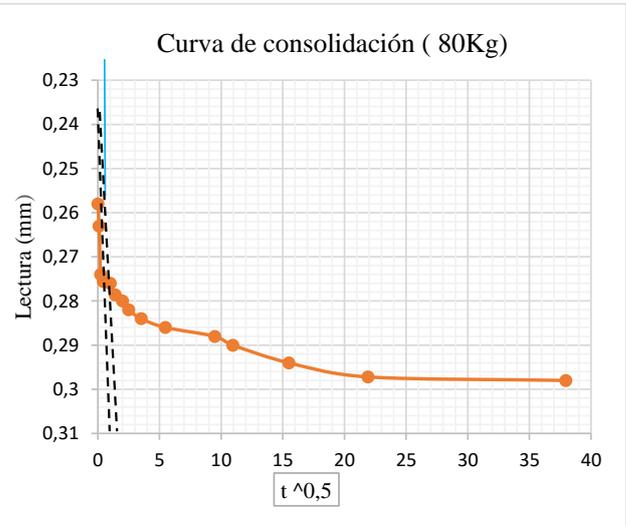
**Datos**

Yw(P. Esp. del Agua)= 0,981 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 80,00 Kg  
 Presión = 4,07 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 407,44 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,995
<b>Hf [cm]=</b>	1,986

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	129,00	0,258
0,01	0,10	131,50	0,263
0,05	0,22	137,00	0,274
0,20	0,45	137,80	0,276
1,00	1,00	138,00	0,276
2,00	1,41	139,30	0,279
4,00	2,00	140,00	0,280
6,25	2,50	141,00	0,282
12,40	3,52	142,00	0,284
30,00	5,48	143,00	0,286
90,00	9,49	144,00	0,288
120,00	10,95	145,00	0,290
240,00	15,49	147,00	0,294
480,00	21,91	148,60	0,297
1440,00	37,95	149,00	0,298

Ext. Vertical [ " ] = 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90% =</b>	0,81	min
<b>t 90% =</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup> =</b>	0,0001	m <sup>2</sup>
<b>cv =</b>	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 10/6/2022  
**Muestra:** 2

**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

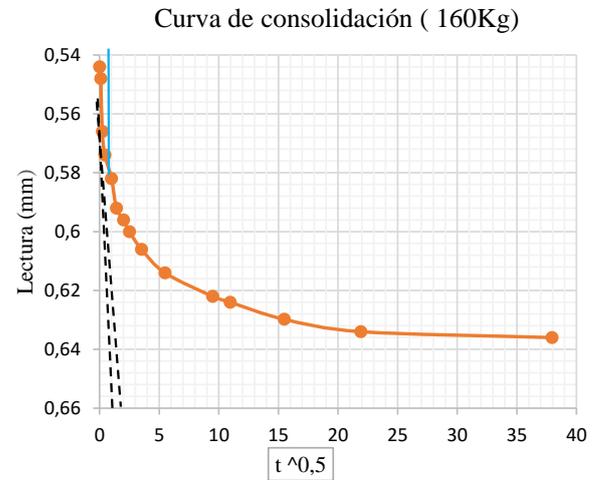
**Datos**

Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 160,00 Kg  
 Presión = 8,15 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 814,87 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>Hi [cm]</b>	1,986
<b>Hf [cm]</b>	1,952

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	272,00	0,544
0,01	0,10	274,00	0,548
0,05	0,22	283,00	0,566
0,20	0,45	287,00	0,574
1,00	1,00	291,00	0,582
2,00	1,41	296,00	0,592
4,00	2,00	298,00	0,596
6,25	2,50	300,00	0,600
12,40	3,52	303,00	0,606
30,00	5,48	307,00	0,614
90,00	9,49	311,00	0,622
120,00	10,95	312,00	0,624
240,00	15,49	314,90	0,630
480,00	21,91	317,00	0,634
1440,00	37,95	318,00	0,636

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup></b> =	0,9	min <sup>2</sup>
<b>t 90%</b> =	0,81	min
<b>t 90%</b> =	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup></b> =	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv</b> =	0,000104691	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 10/6/2022  
**Muestra:** 2

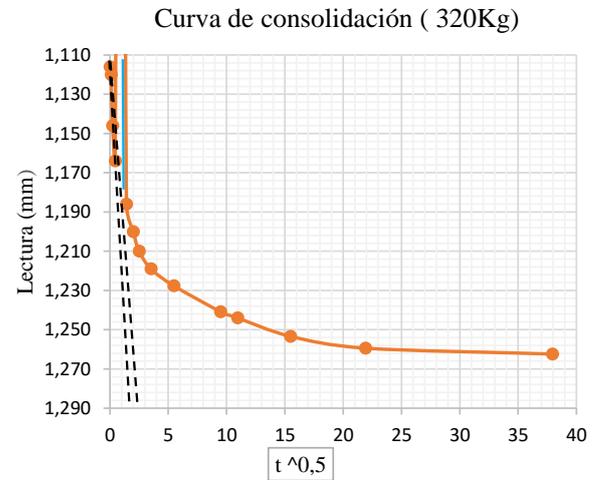
**METODO TAYLOR (RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO)**

**Datos**  
 Yw(P. Esp, del Agua)= 0,98 g/cm<sup>3</sup>  
 Altura de la probeta = 2,00 cm  
 Diametro de probeta = 5,00 cm  
 Area de la probeta= 19,63 cm<sup>2</sup>  
 Peso = 320,00 Kg  
 Presión = 16,30 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión = 1629,75 KN/m<sup>2</sup>

Alturas	
<b>H<sub>i</sub> (cm)</b>	1,952
<b>H<sub>f</sub> (cm)=</b>	1,890

Tiempo transcurrido		Def. V.	
t(min)	$\sqrt{t}$ (min)	Lec. Micrometr o	Deformacion (mm)
0,00	0,00	558,00	1,116
0,01	0,10	560,00	1,120
0,05	0,22	573,00	1,146
0,20	0,45	582,00	1,164
1,00	1,00	290,00	0,580
2,00	1,41	593,00	1,186
4,00	2,00	600,00	1,200
6,25	2,50	605,00	1,210
12,40	3,52	609,50	1,219
30,00	5,48	613,80	1,228
90,00	9,49	620,40	1,241
120,00	10,95	622,00	1,244
240,00	15,49	626,70	1,253
480,00	21,91	629,70	1,259
1440,00	37,95	631,20	1,262

Ext. Vertical [ " ]= 0,002 mm



<b>(t 90%)<sup>0,5</sup> =</b>	0,8	min <sup>2</sup>
<b>t 90%=</b>	0,64	min
<b>t 90%=</b>	0,848	min
<b>(Hdr)<sup>0,2</sup>=</b>	0,0001	min <sup>2</sup>
<b>cv=</b>	0,0001325	m <sup>2</sup> /min



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 10/6/2022  
**Muestra:** 2

Relacion de vacios	
Datos	suelo natural
Peso de la probeta $W_{so} = [g]$	113,93
Peso saturado de la probeta $W_s = [g]$	139,4
Peso seco de la probeta $W_s = [g]$	86,95
Area de la probeta $A = [cm^2]$	19,63
Densidad de los solidos del suelo $\gamma_s =$	2,757
Peso especifico del agua $\gamma_w = [g/cm^3]$	0,981

contenido de humedad	
$W_i [%] =$	31,0293272
$W_f [%] =$	60,32202415

Grado de saturacion	
$S_o [%] =$	349,386984
$S_f [%] =$	679,2196928

Descarga					
peso kg	20,00	60,00	80,00	160,00	320
lect, final	366,30	487,40	546,40	601,20	631,20
Expansion cm	0,07	0,10	0,11	0,12	0,126
Hf (cm)	1,94	1,92	1,91	1,90	1,8898
Presion (Kn/m2)	101,86	305,58	407,44	814,87	1629,746617

Presión (KN/m <sup>2</sup> )	Final (H) (mm)	$H_s = W_s / (A * G_s * \gamma_w)$	$H_v = H - H_s$ (mm)	$e = H_v / H_s$	$a_v$ (m <sup>2</sup> /KN)	$m_v$ (m <sup>2</sup> /KN)
0,000	20,00	16,066	3,934	0,245		
101,859	20,14	16,066	4,074	0,254	0,0000855	0,0000687
305,577	19,95	16,066	3,881	0,242	0,0000588	0,0000473
407,437	19,86	16,066	3,796	0,236	0,0000522	0,0000419
814,873	19,52	16,066	3,458	0,215	0,0000516	0,0000415
1629,747	18,90	16,066	2,831	0,176	0,0000478	0,0000384
814,873	18,96	16,066	2,891	0,180		
407,437	19,07	16,066	3,001	0,187		
305,577	19,19	16,066	3,119	0,194		
101,859	19,43	16,066	3,361	0,209		

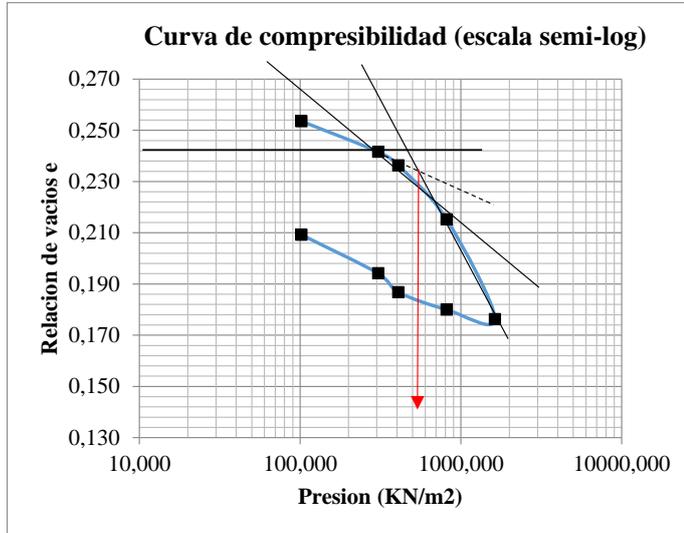


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

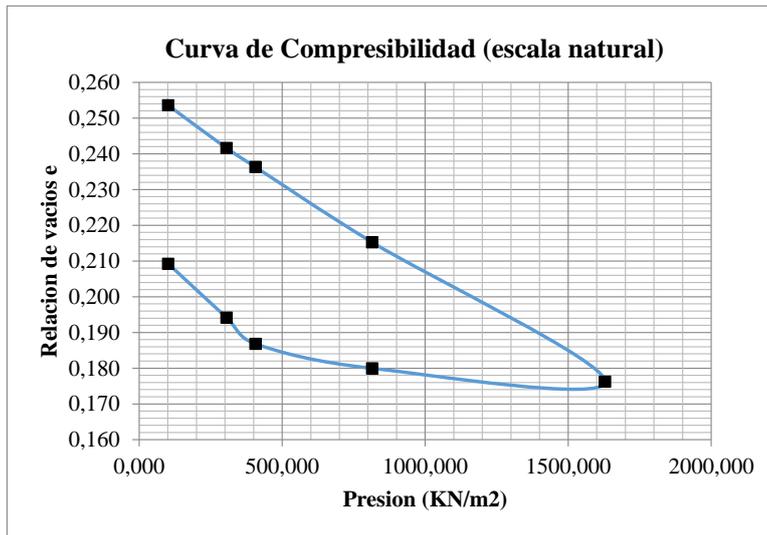
**Fecha:** 10/6/2022  
**Muestra:** 2



$\sigma'c =$	<b>580</b>
--------------	------------

Calculo de Cc	
e	$\sigma$
0,23	580,000
0,18	1629,75
<b>Cc=</b>	<b>0,12</b>

Calculo de Cr	
e	$\sigma$
0,25	101,859
0,24	305,58
<b>Cr=</b>	<b>0,03</b>



Calculo de Cs	
e	$\sigma$
0,19	305,577
0,19	407,44
<b>Cs</b>	<b>0,06</b>



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:**  
**Muestra:** 2

**GRADO DE SOBRECONSOLIDACION OCR**

CALCULO DE ESFUERZO EFECTIVO $\sigma'_0$	
Altura de estrato total Ht = [m]	1,00
Densidad de los solidos Gs = [KN/m <sup>3</sup> ]	2,76
Peso especifico del agua $\gamma_w$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	9,81
Relacion de vacios inicial $e_0$ =	0,24
Peso especifico suelo $\gamma$ o $\gamma_{sat}$ = [KN/m <sup>3</sup> ]	23,66
Esfuerzo efectivo $\sigma'_0$ = [KN/m <sup>2</sup> ]	23,66

Presion de preconsolidacion  $\sigma'_c$  =(KN/m<sup>2</sup>) **580**  
 $\sigma'_0 > \sigma'_c$  **SOBRECONSOLIDADO**

**GRADO DE CONSOLIDACION**

$C_v = 2,21E-06$  m<sup>2</sup>/s       $\Delta h = 0,024$  m  
 $t = 452830,2$  \*T<sub>v</sub>

U <sub>z</sub> (%)	T <sub>v</sub>	$\Delta z = \Delta h * (U_z/100)$ (m)	t (s)	$\Delta z$ (cm)	t (dias)
10	0,008	0,0024	3622,6	0,24	0,0419
20	0,031	0,0048	14037,7	0,48	0,1625
30	0,071	0,0071	32150,9	0,71	0,3721
40	0,126	0,0095	57056,6	0,95	0,6604
50	0,197	0,0119	89207,5	1,19	1,0325
60	0,287	0,0143	129962,3	1,43	1,5042
70	0,403	0,0167	182490,6	1,67	2,1122
80	0,567	0,0190	256754,7	1,90	2,9717
90	0,848	0,0214	384000,0	2,14	4,4444

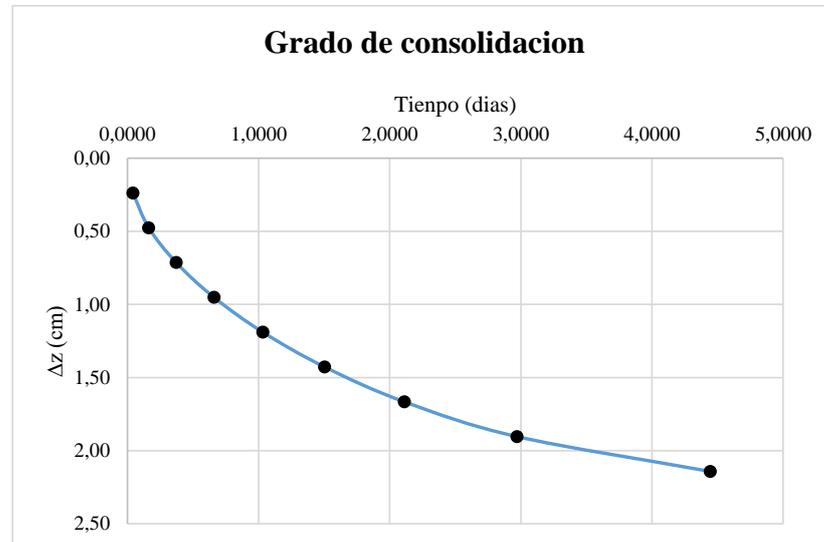


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Suelo arcilloso+30% de Cenizas de carbón  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Fecha:** 10/6/2022  
**Muestra:** 2



Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio San Blas

**Muestra:** 2

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**CALCULO DEL TIEMPO T90 (min)**

<b>Adicionando 10% de cenizas de carbón</b>					
<b>N° de ensayos</b>	<b>2 kg</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 Kg</b>
<b>1</b>	0,90	0,98	0,98	1,00	2,2
<b>2</b>	0,90	0,90	1,00	1,00	1,1
<b>3</b>	0,80	0,90	1,00	1,00	0,9

<b>Adicionando 15% de cenizas de carbón</b>					
<b>N° de ensayos</b>	<b>2 kg</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 Kg</b>
<b>1</b>	0,60	0,90	1,00	1,10	1,2
<b>2</b>	0,80	0,90	1,00	1,10	1,1
<b>3</b>	0,00	1,00	1,00	0,90	1,1

<b>Adicionando 20% de cenizas de carbón</b>					
<b>N° de ensayos</b>	<b>2 kg</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 Kg</b>
<b>1</b>	0,80	1,00	0,90	0,90	1
<b>2</b>	1,00	1,00	1,10	1,10	1,1
<b>3</b>	1,00	1,00	1,10	1,10	1,1

<b>Adicionando 25% de cenizas de carbón</b>					
<b>N° de ensayos</b>	<b>2 kg</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 Kg</b>
<b>1</b>	0,70	1,00	0,90	0,90	1
<b>2</b>	1,00	1,00	0,80	0,90	1
<b>3</b>	0,80	1,00	0,80	0,90	1

<b>Adicionando 30% de cenizas de carbón</b>					
<b>N° de ensayos</b>	<b>2 kg</b>	<b>6 kg</b>	<b>8 kg</b>	<b>16 kg</b>	<b>32 Kg</b>
<b>1</b>	0,60	1,00	0,90	0,90	0,8
<b>2</b>	0,60	1,00	0,90	0,90	0,8
<b>3</b>	0,80	1,10	1,00	1,00	0,9

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

ALTURA FINAL DE LA MUESTRA  $H_f$  (mm)

Adicionando 10% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m <sup>2</sup> )	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00	20,00	20,00	20,00
101,86	20,19	20,21	20,22
305,58	19,90	19,90	19,91
407,44	19,79	19,79	19,79
814,87	19,43	19,42	19,42
1629,75	18,93	18,88	18,88

Adicionando 15% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m <sup>2</sup> )	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00	20,00	20,00	20,00
101,86	20,18	20,20	20,21
305,58	19,96	19,89	19,90
407,44	19,87	19,82	19,83
814,87	19,56	19,53	19,54
1629,75	19,05	19,19	19,20

Adicionando 20% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m <sup>2</sup> )	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00	20,00	20,00	20,00
101,86	20,14	20,15	20,15
305,58	19,97	19,85	19,85
407,44	19,88	19,77	19,77
814,87	19,53	19,48	19,48
1629,75	18,89	19,14	19,14

Adicionando 25% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m <sup>2</sup> )	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00	20,00	20,00	20,00
101,86	20,14	20,14	20,13
305,58	19,97	19,83	19,82
407,44	19,88	19,76	19,75
814,87	19,53	19,46	19,46
1629,75	18,89	19,13	19,12



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

ALTURA DE VACIOS e

Adicionando 10% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m2)	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00	0,11	0,09	0,10
101,86	0,12	0,10	0,11
305,58	0,10	0,09	0,09
407,44	0,09	0,08	0,09
814,87	0,07	0,06	0,06
1629,75	0,05	0,03	0,04

Adicionando 15% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m2)	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00	0,16	0,14	0,14
101,86	0,17	0,15	0,15
305,58	0,15	0,13	0,14
407,44	0,15	0,13	0,13
814,87	0,13	0,11	0,11
1629,75	0,10	0,09	0,10

Adicionando 20% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m2)	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00	0,26	0,24	0,24
101,86	0,27	0,25	0,25
305,58	0,26	0,24	0,24
407,44	0,26	0,23	0,23
814,87	0,23	0,21	0,21
1629,75	0,19	0,19	0,19

Adicionando 25% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m2)	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00	0,26	0,24	0,25
101,86	0,27	0,25	0,26
305,58	0,26	0,23	0,24
407,44	0,26	0,23	0,24
814,87	0,23	0,21	0,22
1629,75	0,19	0,19	0,20



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio San Blas

**Muestra: 2**

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

<b>Adicionando 20% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
101,86	0,0000881	0,0000939	0,0000939
305,58	0,0000542	0,0000932	0,0000932
407,44	0,0000530	0,0000473	0,0000473
814,87	0,0000552	0,0000445	0,0000445
1629,75	0,0000490	0,0000257	0,0000257

<b>Adicionando 25% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
101,86	0,0000881	0,0000852	0,0000808
305,58	0,0000542	0,0000937	0,0000942
407,44	0,0000530	0,0000473	0,0000476
814,87	0,0000552	0,0000445	0,0000448
1629,75	0,0000490	0,0000257	0,0000259

<b>Adicionando 30% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m2)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
101,86	0,0000881	0,0000855	0,0000836
305,58	0,0000542	0,0000588	0,0000537
407,44	0,0000530	0,0000522	0,0000488
814,87	0,0000552	0,0000516	0,0000559
1629,75	0,0000490	0,0000478	0,0000470

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso

**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño

**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio San Blas

**Muestra: 2**

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

<b>Adicionando 25% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
101,86	0,0000697	0,0000684	0,0000645
305,58	0,0000429	0,0000753	0,0000753
407,44	0,0000419	0,0000380	0,0000380
814,87	0,0000437	0,0000357	0,0000357
1629,75	0,0000388	0,0000207	0,0000207

<b>Adicionando 30% de cenizas de carbón</b>			
<b>Presión (KN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
0,00			
101,86	0,0000697	0,0000687	0,0000668
305,58	0,0000429	0,0000473	0,0000429
407,44	0,0000419	0,0000419	0,0000390
814,87	0,0000437	0,0000415	0,0000447
1629,75	0,0000388	0,0000384	0,0000376

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio San Blas

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Muestra: 1**

INDICE DE RECOMPRESION Cr

Adicionando 10% de cenizas de carbón			
Cr	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,03	0,03	0,04

Adicionando 15% de cenizas de carbón			
Cr	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,03	0,04	0,04

Adicionando 20% de cenizas de carbón			
Cr	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,02	0,04	0,04

Adicionando 25% de cenizas de carbón			
Cr	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,02	0,04	0,04

Adicionando 30% de cenizas de carbón			
Cr	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,02	0,03	0,02

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio San Blas

**Muestra:** 2

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

COMPRESIBILIDAD DE LA MUESTRA

% Cenizas	$\sigma'_o > \sigma'_c$
10%	SOBRECONSOLIDADO
15%	SOBRECONSOLIDADO
20%	SOBRECONSOLIDADO
25%	SOBRECONSOLIDADO
30%	SOBRECONSOLIDADO

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

Proyecto: Proyecto de Grado II

procedencia: Barrio San Blas

Muestra: 2

Elaborado por: Maria Nely Chavarria Barroso

COEFICIENTE DE CONSOLIDACION  $C_v$  ( $m^2/min$ )

Adicionando 10% de cenizas de carbón					
N° de ensayos	2 kg	6 kg	8 kg	16 kg	32 Kg
1	0,0001047	0,0000980	0,0000883	0,0000848	1,7521E-05
2	0,0001047	0,0001047	0,0000848	0,0000848	7,0083E-05
3	0,0001325	0,0001047	0,0000848	0,0000848	0,00010469

Adicionando 15% de cenizas de carbón					
N° de ensayos	2 kg	6 kg	8 kg	16 kg	32 Kg
1	0,0002356	0,0001047	0,0000848	0,0000701	5,8889E-05
2	0,0001325	0,0001047	0,0000848	0,0000701	7,00826E-05
3	0,0001325	0,0000848	0,0000848	0,0001047	7,00826E-05

Adicionando 20% de cenizas de carbón					
N° de ensayos	2 kg	6 kg	8 kg	16 kg	32 Kg
1	0,0001325	0,0000848	0,0001047	0,0001047	0,0000848
2	0,0000848	0,0000848	0,0000701	0,0000701	7,0083E-05
3	0,0000848	0,0000848	0,0000701	0,0000701	7,0083E-05

Adicionando 25% de cenizas de carbón					
N° de ensayos	2 kg	6 kg	8 kg	16 kg	32 Kg
1	0,0001731	0,0000848	0,0001047	0,0001047	0,0000848
2	0,0000848	0,0000848	0,0001325	0,0001047	0,0000848
3	0,0001325	0,0000848	0,0001325	0,0001047	0,0000848

Adicionando 30% de cenizas de carbón					
N° de ensayos	2 kg	6 kg	8 kg	16 kg	32 Kg
1	0,0002356	0,0000848	0,0001047	0,0001047	0,0001325
2	0,0002356	0,0000848	0,0001047	0,0001047	0,0001325
3	0,0001325	0,0000701	0,0000848	0,0000848	0,00010469

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
LABORATORISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS

**Nota:**El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

Adicionando 30% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m <sup>2</sup> )	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00	20,00	20,00	20,00
101,86	20,14	20,14	20,14
305,58	19,97	19,95	19,96
407,44	19,88	19,86	19,88
814,87	19,53	19,52	19,52
1629,75	18,89	18,90	18,91

ALTURA DE SOLIDOS Hs (mm)

Adicionando 10% de cenizas de carbón			
Hs (mm)	N° de ensayos		
	1	2	3
	18,0913	18,3352	18,2391

Adicionando 15% de cenizas de carbón			
Hs (mm)	N° de ensayos		
	1	2	3
	17,2857	17,5296	17,5296

Adicionando 20% de cenizas de carbón			
Hs (mm)	N° de ensayos		
	1	2	3
	15,8223	16,0662	16,0662

Adicionando 25% de cenizas de carbón			
Hs (mm)	N° de ensayos		
	1	2	3
	15,8223	16,0662	15,9701

Adicionando 30% de cenizas de carbón			
Hs (mm)	N° de ensayos		
	1	2	3
	15,8223	16,0662	15,9701



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEI SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACION  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONSOLIDACION

Proyecto: Proyecto de Grado II

procedencia: Barrio Juan Nicolai

Muestra: 1

Elaborado por: Maria Nely Chavarria Barroso

Adicionando 30% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m2)	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00	0,26	0,24	0,25
101,86	0,27	0,25	0,26
305,58	0,26	0,24	0,25
407,44	0,26	0,24	0,24
814,87	0,23	0,22	0,22
1629,75	0,19	0,18	0,18

COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD  $a_v$  ( $m^2/KN$ )

Adicionando 10% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m2)	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00			
101,86	0,0001031	0,0001121	0,0001159
305,58	0,0000776	0,0000815	0,0000825
407,44	0,0000597	0,0000629	0,0000632
814,87	0,0000499	0,0000497	0,0000500
1629,75	0,0000338	0,0000359	0,0000361

Adicionando 15% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m2)	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00			
101,86	0,00010223	0,0001103	0,0001164
305,58	0,00006191	0,0000846	0,0000848
407,44	0,00005021	0,0000433	0,0000433
814,87	0,00004453	0,0000408	0,0000408
1629,75	0,00003592	0,0000236	0,0000236

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
LABORATORISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II

**procedencia:** Barrio San Blas

**Muestra:** 2

**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD VOLUMETRICA  $m_v$  ( $m^2/KN$ )**

Adicionando 10% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m <sup>2</sup> )	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00			
101,86	0,0000933	0,0001028	0,0001057
305,58	0,0000702	0,0000748	0,0000753
407,44	0,0000540	0,0000576	0,0000576
814,87	0,0000452	0,0000456	0,0000456
1629,75	0,0000306	0,0000329	0,0000329

Adicionando 15% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m <sup>2</sup> )	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00			
101,86	0,0000884	0,0000967	0,0001020
305,58	0,0000535	0,0000742	0,0000744
407,44	0,0000434	0,0000380	0,0000380
814,87	0,0000385	0,0000357	0,0000357
1629,75	0,0000310	0,0000207	0,0000207

Adicionando 20% de cenizas de carbón			
Presión (KN/m <sup>2</sup> )	N° de ensayos		
	1	2	3
0,00			
101,86	0,0000697	0,0000754	0,0000754
305,58	0,0000429	0,0000748	0,0000748
407,44	0,0000419	0,0000380	0,0000380
814,87	0,0000437	0,0000357	0,0000357
1629,75	0,0000388	0,0000207	0,0000207

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CONSOLIDACIÓN**

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Muestra:** 2

**INDICE DE COMPRESION Cc**

<b>Adicionando 10% de cenizas de carbón</b>			
<b>Cc</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	0,03	0,09	0,03

<b>Adicionando 15% de cenizas de carbón</b>			
<b>Cc</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	0,11	0,08	0,08

<b>Adicionando 20% de cenizas de carbón</b>			
<b>Cc</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	0,08	0,05	0,05

<b>Adicionando 25% de cenizas de carbón</b>			
<b>Cc</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	0,11	0,09	0,05

<b>Adicionando 30% de cenizas de carbón</b>			
<b>Cc</b>	<b>N° de ensayos</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	0,13	0,12	0,12

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAE SARACHO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONSOLIDACIÓN

**Proyecto:** Proyecto de Grado II  
**procedencia:** Barrio San Blas  
**Elaborado por:** Maria Nely Chavarria Barroso

**Muestra:** 1

INDICE DE HICHAMIENTO Cs

Adicionando 10% de cenizas de carbón			
Cs	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,03	0,03	0,04

Adicionando 15% de cenizas de carbón			
Cs	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,02	0,04	0,04

Adicionando 20% de cenizas de carbón			
Cs	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,03	0,06	0,06

Adicionando 25% de cenizas de carbón			
Cs	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,06	0,06	0,05

Adicionando 30% de cenizas de carbón			
Cs	N° de ensayos		
	1	2	3
	0,03	0,06	0,06

Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
**LABORATORISTA**

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
**ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS**

**Nota:** El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.



CONSOLIDACIÓN

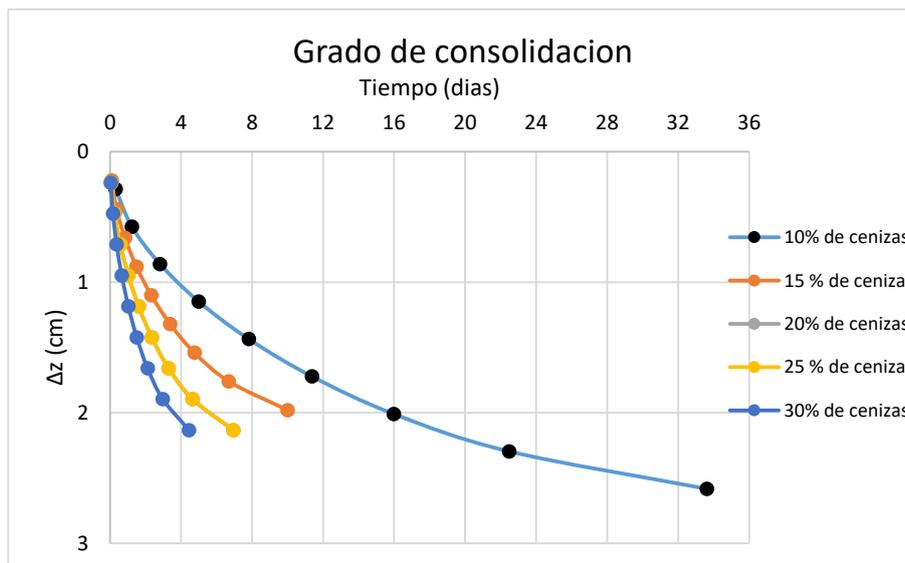
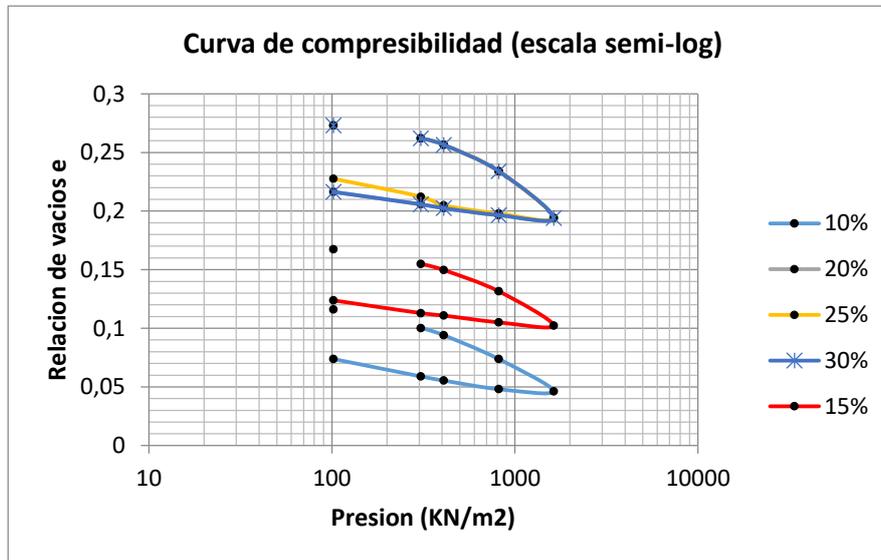
Proyecto: Proyecto de Grado II

procedencia: Barrio San Blas

Elaborado por: Maria Nely Chavarria Barroso

Muestra: 2

CURVA DE COMPRESIBILIDAD

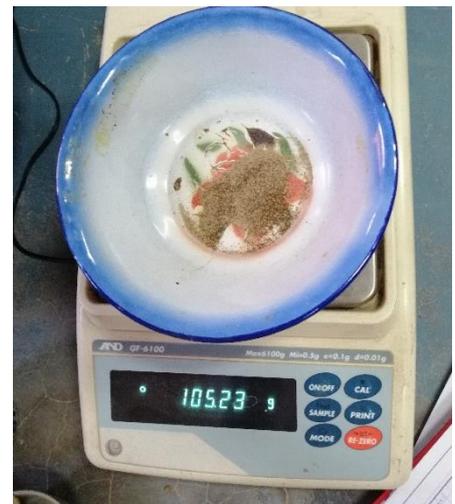


Univ. Maria Nely Chavarria Barroso  
LABORATORISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño  
ENCARGADO DE LAB. DE SUELOS

Nota: El laboratorio de suelos no se hace responsable por los resultados obtenidos los mismos son de entera responsabilidad del investigador.

## Caracterización de los suelos



## Peso Especifico



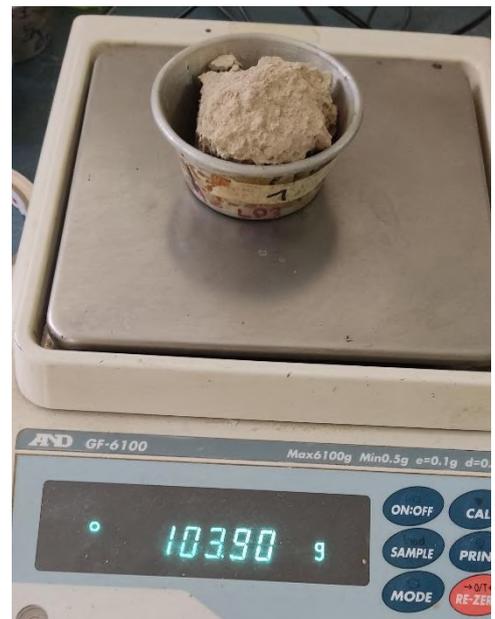
## Limite Liquido de los Suelos



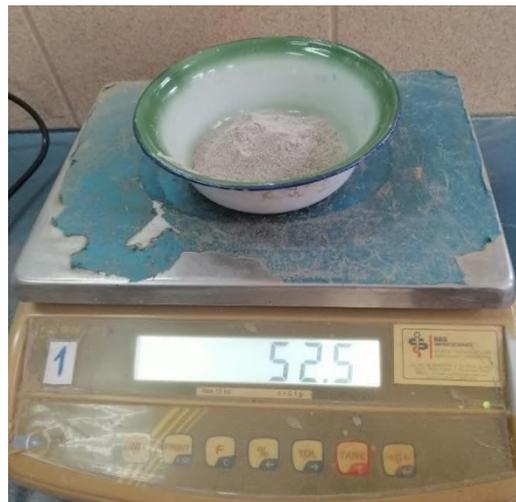
# Hidrómetro



## Compactación



## Ensayos de Suelo + Cenizas de carbón





### **Consolidación**



